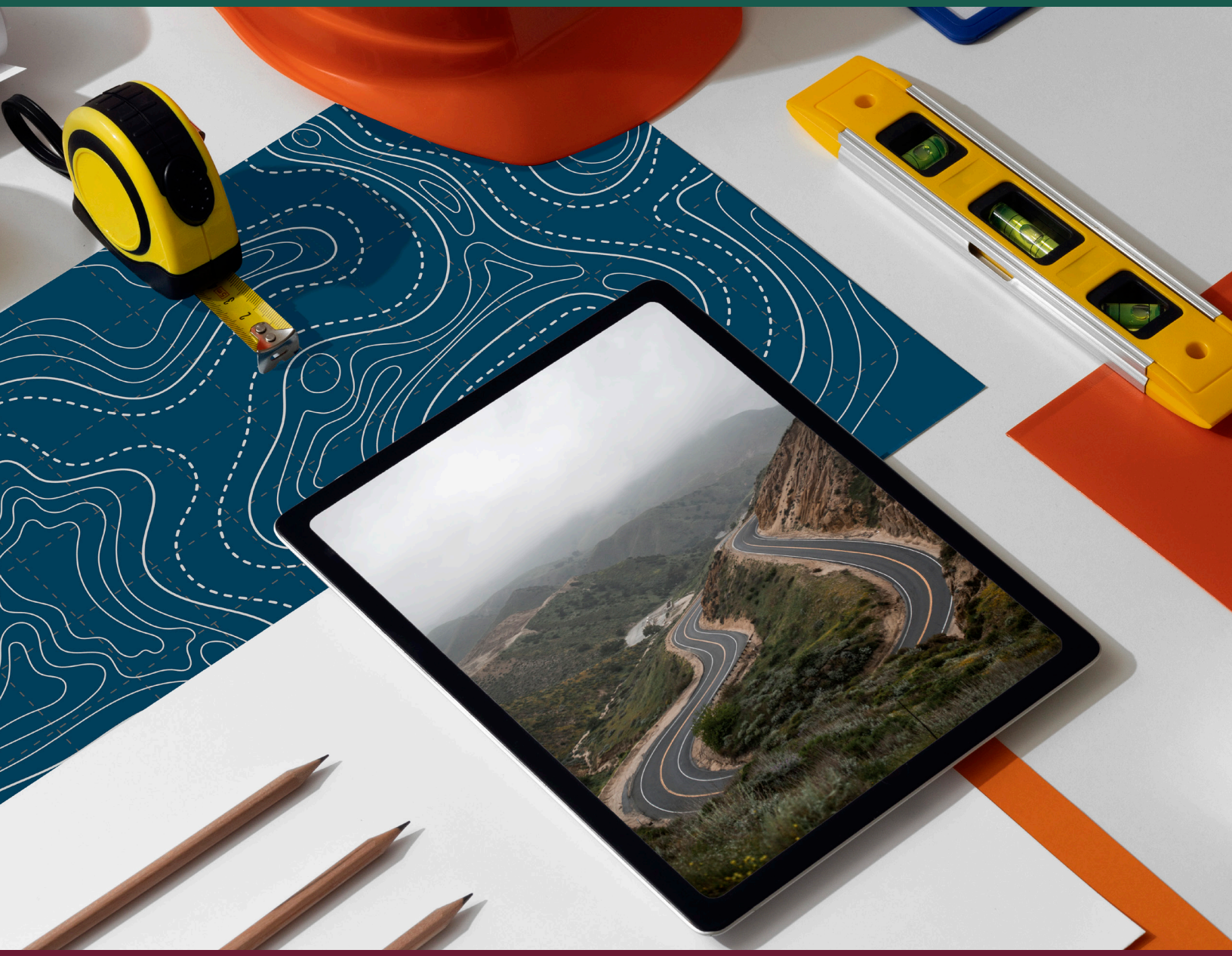
Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Subsecretaría de Infraestructura

Dirección General de Servicios Técnicos



Manual de elaboración del Catálogo de conceptos ambientales y sus especificaciones técnicas para la Infraestructura carretera

Ciudad de México, agosto 2025 / Primera edición

Manual de elaboración del Catálogo de conceptos ambientales y sus especificaciones técnicas para la Infraestructura carretera

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manual de elaboración del Catálogo de conceptos ambientales y sus especificaciones técnicas para la Infraestructura carretera

ISBN: en trámite

Elaboración: agosto 2025

Queda prohibido, salvo excepción prevista por la ley, la reproducción (electrónica, química, mecánica, óptica, de grabación o fotocopia), distribución, comunicación pública y transformación de cualquier parte de esta publicación –incluido el diseño de cubierta–, sin la previa autorización escrita de los titulares de la propiedad intelectual.

© SICTDerechos reservados.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Manual de elaboración del Catálogo de conceptos ambientales y sus especificaciones técnicas para la Infraestructura carretera

Mtro. Jesús Antonio Esteva Medina
Secretario de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Ing. Juan Carlos Fuentes Orrala
Subsecretario de Infraestructura

Ing. Laura Suárez Medina
Directora General de Servicios Técnicos

Ing. Juan Manuel Mares Reyes
Director Ejecutivo de Desarrollo Técnico

Contenido

Prólogo 1

Antecedentes 3

Introducción 13

Objetivos 15
Objetivo General 15
Objetivos Particulares 15

Alcance 17

Secuencia de gestión ambiental en infraestructura carretera 19

CAPÍTULO 1 · Ordenamientos de regulación jurídicos-ambientales en el marco ambiental nacional y experiencias internacionales 21
1.1. Legislación ambiental en el desarrollo de catálogos de conceptos ambientales y especificaciones técnicas para la infraestructura carretera 21
1.1.1. Instrumentos de regulación ambiental de la infraestructura carretera 21
1.1.2. Aspectos específicos para catálogos de conceptos ambientales y especificaciones técnicas 31
1.2. Antecedentes históricos sobre la evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales relativos a la infraestructura carretera 46
1.2.1. Antecedente jurídico a nivel internacional. 47
1.2.2. Antecedente históricos y evolución de la legislación ambiental en México. 50
1.2.3. Antecedentes históricos sobre la evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales relativos a la infraestructura carretera en México 52
1.2.4. Evolución de la regulación ambiental en México 55
1.2.5. Antecedentes de la construcción de infraestructura carretera en México 55
1.3. Experiencias internacionales en la regulación ambiental de infraestructura carretera 56

CAPÍTULO 2 · Elaboración del catálogo de conceptos para el desarrollo del proyecto ejecutivo u obra de infraestructura carretera en sus diferentes etapas **59**
2.1. Definiciones 61
Fundamentos ambientales: 61
Ecología y ecosistemas: 63
2.2. Conceptos de obra por etapa en un proyecto de infraestructura carretera 63
2.2.1. Proyecto ejecutivo y estudios preliminares 64
2.2.2. Etapa de preparación del sitio 66
2.2.3. Etapa de construcción 69
2.2.4. Etapa de operación y monitoreo (conservación) falta desarrollar 77
2.3. Importancia de los proyectos de infraestructura carretera respecto a la formulación de un catálogo de conceptos ambientales 82
2.4. Análisis y caracterización ambiental general de la zona de estudio para un proyecto 85
2.4.1. Definición de los rasgos y criterios de análisis de medio abiótico, biótico y social de una zona de estudio de un proyecto que se deben considerar en un proyecto 85
2.4.2. Valoración de los recursos y servicios ambientales que pueden quedar comprometidos por el desarrollo del proyecto para la toma de decisiones 86
2.5. Descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación 86
2.5.1. Impactos ambientales 86
2.5.2. Medidas de mitigación 92

CAPÍTULO 3 · Análisis de planes y programas de cumplimiento ambiental para diferentes tipos de proyectos ejecutivos y obras para identificar acciones a desarrollar **99**
3.1. Análisis de autorizaciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales 99
3.1.1. Análisis de los términos del resolutivo de la MIA 107
3.1.2. Análisis de las condicionantes del resolutivo de la MIA 109
3.1.3. Análisis para la obtención de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a través del estudio técnico justificativo 110
3.2. Definición de programas y planes de cumplimiento ambiental para proyectos carreteros 116
3.2.1. Programas de gestión ambiental (pga) aplicado a carreteras 117
3.2.2. Planes de vigilancia y manejo ambiental (pvma) específicas para carreteras 131
3.2.3. Planes y programas específicos de mitigación ambiental 136

CAPÍTULO 4 · Integración del catálogo de conceptos ambientales con sus especificaciones técnicas para infraestructura carretera **149**
4.1. Evaluación de impacto ambiental 149

4.1.1. Análisis de acciones de cumplimiento ambiental existentes 150
4.2. Beneficios de la integración del catálogo de conceptos ambientales 152
4.3. Pasos para la integración del catálogo de conceptos ambientales 152
4.3.1. Identificación de conceptos ambientales (propuesta inicial del catálogo de conceptos ambientales) 153
4.3.2. Identificación de fuentes de información 155
4.3.3. Revisión de literatura y documentación técnica 156
4.3.4. Evaluación de requisitos legales y normativos 156
4.3.5. Recopilación de datos de campo 157
4.3.6. Consulta con grupos de interés y comunidades locales 158
4.3.7. Organización y análisis de la información 158

CAPÍTULO 5 · Desarrollo de la metodología para la elaboración de un catálogo de conceptos ambientales, en casos generales y específicos 159
5.1. Definición de partidas y subpartidas de proyectos de infraestructura carretera 160
5.2. Importancia del estudio de impacto ambiental 161
5.2.1. Integración de resultados del estudio de impacto ambiental en el proyecto ejecutivo 162
5.3. Estructura del catálogo de conceptos ambientales para infraestructura carretera por componente ambiental afectado 163
5.3.1. Actividades de obra de la infraestructura carretera, incluyendo la posibilidad de provocar impactos ambientales y la implementación de acciones y medidas de mitigación. 164
5.3.2. Caso de estudio 1: Proyecto. Catálogo de componentes ambientales y actividades del proyecto de infraestructura carretera por etapa, sin estimación económica. 171
5.3.3. Catálogo de componentes ambientales del proyecto de infraestructura carretera – actividades y observaciones 177
5.3.4. Catálogo de conceptos ambientales con estimación económica 179
5.3.5. Relación entre el catálogo de conceptos ambientales y el ecosistema del proyecto 181
5.3.6. Metodología del cálculo de precios unitarios 182
5.3.7. Caso de estudio 2: Proyecto 193
5.3.8. Ejemplo del desglose de un catálogo de conceptos ambientales para estimación de precios unitarios 202
5.4. Revisión de SEMARNAT y establecimiento de condicionantes (catálogo aprobado de conceptos ambientales) 237
5.4.1. Preparación de presupuestos detallados 238

Conclusiones y recomendaciones 239
Conclusiones y recomendaciones capítulo 239
Recomendaciones 240

Conclusiones y recomendaciones capítulo 1 240
Recomendaciones 241
Conclusiones y recomendaciones capítulo 2 242
Recomendaciones. 243
Conclusiones y recomendaciones capítulo 3 244
Recomendaciones 244
Conclusiones y recomendaciones capítulo 4 245
Recomendaciones. 246
Conclusiones y recomendaciones capítulo 5 246
Recomendaciones 247
Conclusiones y recomendaciones generales del catálogo de conceptos ambientales con especificaciones técnicas para la infraestructura carretera 248
Recomendaciones 249

Referencias bibliográficas **251**

Contenido de Tablas

Tabla 1.1. Clasificación de los instrumentos de política ambiental. 36
Tabla 1.2. Clasificación de los instrumentos de la política ambiental mexicana. 37
Tabla 1.3. Instrumentos de la política ambiental mexicana. 38
Tabla 1.4. Ejemplos de regulación ambiental y su enfoque en otros países. 57
Tabla 2.1. Ejemplo de programa de obra para la implementación de un proyecto “tipo” de infraestructura carretera. 79
Tabla 2.2. Tipos de impacto ambiental. 87
Tabla 2.3. Impactos ambientales ocasionados por la construcción de carreteras 89
Tabla 2.4. Ejemplos de acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación a ejecutar en un proyecto de infraestructura carretera. 94
Tabla 3.1. Generalidades para considerar en la elaboración del sistema de gestión ambiental de acuerdo con la norma internacional ISO 14001. 118
Tabla 4.1. Etapa de aplicación de las medidas de prevención y mitigación. 151
Tabla 4.2. Descripción de unidades de medición por componente. 154
Tabla 4.3. Etapa de aplicación de las medidas de prevención y mitigación. 155
Tabla 4.4. Jerarquización de leyes, reglamentos, normas y manuales 157
Tabla 5.1. Catálogo de conceptos ambientales por actividad en las fases de preparación del sitio y construcción del proyecto de infraestructura carretera 172
Tabla 5.2. Catálogo de conceptos ambientales por fase del proyecto de infraestructura carretera 174
Tabla 5.3. Catálogo de conceptos ambientales por componente 178
Tabla 5.4. Comparativo entre software neodata y opus. 187
Tabla 5.5. Tabla comparativa de equipo y herramientas. 190
Tabla 5.6. Características geométricas camino tipo C. 193

Tabla 5.7. Acciones para rescate y conservación de suelos. 202
Tabla 5.8. Ejemplo de catálogo de conceptos desglosado por actividades concernientes a las medidas de mitigación y compensación establecidas para un proyecto de infraestructura carretera, sin considerar precios unitarios, para el componente “fauna”. 202
Tabla 5.9. Ejemplo del desglose de un concepto ambiental relacionado al “rescate de fauna" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 203
Tabla 5.10. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “ahuyentado de fauna" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 206
Tabla 5.11. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado a la “elaboración del informe mensual del rescate fauna" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 209
Tabla 5.12. Ejemplo de catálogo de conceptos desglosado por actividades concernientes a las medidas de mitigación y compensación establecidas para un proyecto de infraestructura carretera, sin considerar precios unitarios, para el componente “flora”. 211
Tabla 5.13. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “recorrido y delimitación de áreas afectadas y marcaje de individuos de flora a rescatar" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.. 212
Tabla 5.14. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “rescate de flora y germoplasma" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 213
Tabla 5.15. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado a la “habilitación del vivero temporal" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 215
Tabla 5.16. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “mantenimiento de plantas rescatadas en vivero" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 217
Tabla 5.17. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “elaboración del reporte final sobre el rescate de flora" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 218
Tabla 5.18. Ejemplo de catálogo de conceptos desglosado por actividades concernientes a las medidas de mitigación y compensación establecidas

para un proyecto de infraestructura carretera, sin considerar precios unitarios, para el componente “suelo”. 220
Tabla 5.19. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “rescate y acamellonado del suelo" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 221
Tabla 5.20. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “troceo de residuos vegetales" a utilizar para el mejoramiento del suelo para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 222
Tabla 5.21. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado a la “adición de abonos verdes" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 223
Tabla 5.22. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “colecta de hojarasca" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 224
Tabla 5.23. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “escarificación de superficies afectadas" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 225
Tabla 5.24. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “tendido de suelo rescatado y acamellonado" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 226
Tabla 5.25. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “muestreo de agua" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 227
Tabla 5.26. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “elaboración del reporte final sobre el rescate de suelo y protección de cauces" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 229
Tabla 5.27. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado la “limpieza de cauces y márgenes" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 231
Tabla 5.28. Ejemplo de catálogo de conceptos desglosado por actividades concernientes a las medidas de mitigación y compensación establecidas para un proyecto de infraestructura carretera, sin considerar precios unitarios, para la vigilancia y seguimiento ambiental. 232

Tabla 5.29. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado a la “elaboración del informe semestral de cumplimiento ambiental" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 233
Tabla 5.30. Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado la “implementación del programa de vigilancia ambiental" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 234
Tabla 5.31. Ejemplo de concepto ambiental desglosado para llevar a cabo la “vigilancia y monitoreo ambiental " para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad. 236

Contenido de Figuras

Figura. Ruta crítica ambiental en proyectos de infraestructura carretera por etapa. 20
Figura 2.1. Ejemplo ilustrado de oficina móvil. 67
Figura 2.2. Ejemplo ilustrado de un almacén temporal para el resguardo de materiales en obra. 67
Figura 2.3. Ejemplo ilustrado de señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras de infraestructura carretera. 68
Figura 2.4. Ejemplo ilustrado de replanteo del eje de una carretera. 69
Figura 2.5. Ejemplo ilustrado de desmonte. 70
Figura 2.6. Ejemplo ilustrado de despalme. 70
Figura 2.7. Ejemplo ilustrado de corte y excavación de caja. 71
Figura 2.8. Ejemplo ilustrado de suministro tendido y compactado. 73
Figura 2.9. Ejemplo ilustrado de suministro tendido de concreto hidráulico. 74
Figura 2.10. Ejemplo ilustrado de cunetas, bordillos y lavaderos. 75
Figura 2.11. Ejemplo ilustrado de señalamiento vertical. 76
Figura 2.12. Ejemplo ilustrado de señalamiento vertical. 76
Figura 3.1. Obra infraestructura. Nuevo proyecto de infraestructura carretera. 128
Figura 3.2. Obra infraestructura. Ampliación o modificación de un proyecto de infraestructura carretera. 129
Figura 3.3. Obra de infraestructura carretera. Nuevo proyecto, en zona marítima federal, persona física o moral. 130
Figura 3.4. Responsabilidades en el plan de vigilancia ambiental y la participación de la supervisión ambiental 148
Figura 5.1. Aspectos por considerar en el estudio impacto ambiental 162
Figura 5.2. Ejemplo ilustrado de sección transversal de camino tipo “ET y A”. 164
Figura 5.3. Sección de camino tipo C 194

Contenido de Fotografías

Foto. Ejemplo de construcción de entronque Huasca km 10+600, Carretera Pachuca-Huejutla, Tramo Real del Monte-Entronque Huasca, en el estado de Hidalgo. 14
Foto. Ejemplo de construcción de entronque Huasca km 10+600, Carretera Pachuca-Huejutla, Tramo Real del Monte-Entronque Huasca, en el estado de Hidalgo con técnica de hidrosiembra. 17
Foto 2. 1. Ejemplo de construcción de muro verde de la carretera Federal Tlaxiaco-Putla Km 106, en el Estado de Oaxaca. 60

Contenido de Cuadros

Cuadro 1. 1. Evolución de los instrumentos normativos ambientales en México 54

Prólogo

La infraestructura carretera es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo económico, social y territorial de un país. Sin embargo, su planificación, construcción y operación implica inevitablemente una interacción directa con el entorno natural, causando impactos ambientales como cambio de uso del suelo, afectaciones al hábitat de fauna y generan contaminación. En este contexto, se vuelve indispensable que cada obra carretera considere las medidas de mitigación ambiental desde las etapas iniciales de su planificación, esto bajo una visión integral y sostenible.

El presente libro forma parte del esfuerzo por integrar de manera sistemática, técnica y detallada, la estructura, las etapas y los requisitos para la implementación de las medidas de mitigación ambiental de un proyecto carretero. Este documento técnico tiene como propósito formular un Catálogo de Conceptos Ambientales de Obra que sirva como guía integral para la aplicación de buenas prácticas ambientales en proyectos de infraestructura carretera. Además de orientar en su planificación y ejecución, establece estándares técnicos que aseguran la correcta implementación de medidas de mitigación y protección del entorno. De este modo, se busca que las obras se desarrollen de forma eficiente, viable y con el menor impacto ambiental posible, contribuyendo así al impulso de un desarrollo verdaderamente sostenible.

Este libro se convierte así en una herramienta de consulta esencial para ingenieros, proyectistas, responsables ambientales, consultores, tomadores de decisiones y todos aquellos profesionales vinculados al desarrollo de infraestructura carretera. Además de cumplir con una función normativa y operativa, esta obra promueve una conciencia técnica orientada a mitigar los impactos ambientales negativos de la construcción y operación de carreteras y a favorecer prácticas responsables, en armonía con los principios del desarrollo sostenible.

Con esta publicación, reafirmamos nuestro compromiso con una infraestructura que no solo conecte territorios, sino que también respete y preserve el entorno en el que se inserta.

Ing. Laura Suárez Medina
Directora General de Servicios Técnicos

Antecedentes

A lo largo de la historia, la humanidad ha experimentado una disminución en la calidad y disponibilidad de los recursos naturales. Fue hasta la década de 1970 cuando esta situación comenzó a reconocerse como un problema global. Desde entonces, se ha incluido como un tema prioritario en la agenda internacional, especialmente en la Organización de las Naciones Unidas (ONU), donde se creó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Estos instrumentos proporcionan un marco conceptual y una orientación estratégica de alto nivel sobre la necesidad de integrar la sustentabilidad y la gestión ambiental en los proyectos de infraestructura carretera.

En el caso de México, el país enfrenta un reto dual: por un lado, la necesidad de impulsar el desarrollo económico que fomente inversiones de gran escala y, por otro, la obligación de conservar sus recursos naturales. Como señalan Halffter, Soberón, Koleff y Melic (2005, citados en List et al., 2017), "un país con una alta diversidad como México requiere de un sistema de áreas naturales protegidas compuesto por un mayor número de sitios, ya que de esta manera sería posible incluir el mayor número de especies". De esta situación surge la necesidad de diseñar planes de manejo y programas ambientales que logren satisfacer ambas demandas, garantizando el desarrollo de proyectos de infraestructura carretera y la conservación de áreas, especies y recursos naturales.

Bajo este contexto en México se incorporan las políticas internacionales introducidas a varios instrumentos que tienen como objetivo la aplicación del principio preventivo y precautorio ante el desarrollo en este caso de proyectos de infraestructura carretera, mediante el cumplimiento estricto de la legislación ambiental mexicana. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental establecen que todo proyecto de infraestructura carretera debe someterse a un Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA), cuya culminación es la obtención de la Autorización en Materia de Impacto Ambiental emitida por la SEMARNAT. Esta autorización no solo permite la ejecución de la obra, sino que también establece las condicionantes bajo las cuales se debe desarrollar el proyecto, asegurando la prevención y mitigación de los impactos negativos. Lo cual queda sustentado en el Artículo 15 de la LGEEPA que establece los principios de la política ambiental y, en su fracción VI, señala: "*La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos*."

Entonces a partir de este punto, en donde se contempla la estrategia de mitigación y bajo las Condicionantes establecidas en la autorización es que da inicio la posibilidad de generar un "catálogo de conceptos ambientales" para infraestructura carretera.

Importancia de proyectos de infraestructura carretera

Entre las dimensiones del proceso de desarrollo social y económico se encuentra la dimensión espacial y territorial, donde la infraestructura carretera juega un papel fundamental en la configuración del territorio. Esta permite adaptar el espacio nacional o regional para actividades económicas, políticas y sociales. Por lo que su construcción se puede definir en función de determinados propósitos como crear o unir regiones dentro del espacio nacional, o bien, en el exterior. En ese sentido, la Infraestructura carretera facilita la integración económica, política y social interna e impulsa la relación externa del territorio y permite el acceso a los bienes y servicios, y la movilidad y mejoras en el bienestar de la población. Su ausencia obstaculiza o impide la integración y el comercio, y su estado físico o escasa provisión puede provocar una pérdida de competitividad del país; en esta medida constituye un determinante de la ordenación del territorio y su desarrollo tanto económico como humano.

En la configuración del espacio territorial de México existen fuertes disparidades económicas y sociales que encarnan uno de los retos más importantes de los gobiernos a resolver en el corto y mediano plazos. Al mismo tiempo lo son: la alta concentración de la población y la industria en las grandes ciudades y la gran dispersión de pequeños asentamientos rurales, especialmente en la región sureste del país[1].

La infraestructura carretera con siglos de existencia, se han adaptado a los requerimientos y desafíos de cada época histórica. Al proyectar una carretera, aparte de los requisitos clásicos relativos a seguridad, durabilidad, funcionalidad, etc., se deben considerar los requisitos de sostenibilidad: aspectos medioambientales, sociales y económicos.

La construcción y operación de carreteras conlleva inevitablemente el consumo de recursos naturales y la generación de contaminación, lo que afecta al medio ambiente y contribuye al cambio climático, por lo que es imperativo avanzar hacia concepciones de infraestructura que no solo impulsen el desarrollo socioeconómico, sino que también minimicen su impacto ambiental

Impactos ambientales causados por la infraestructura carretera

Uno de los principales impactos ambientales que tiene la construcción de infraestructura carretera sobre la biodiversidad es la fragmentación de hábitats, según la OCDE supone uno de los procesos más graves de pérdida de biodiversidad para el horizonte 2030.

1 Pérez Ordaz, A. (2005). Configuración territorial y desarrollo regional en México. Importancia de la infraestructura carretera. Estudios Latinoamericanos, 227–249. https://doi.org/10.22201/cela.24484946e.2005.0.50376

La fragmentación es una alteración que implica la aparición de discontinuidades en los hábitats; lo que era originalmente una superficie continua de vegetación, se transforma en un conjunto de fragmentos desconectados y aislados entre sí. En el caso de las infraestructuras lineales el hábitat se divide de manera abrupta aislando a las poblaciones y supone un grave peligro de atropellos, electrocución y otras causas de mortalidad para la fauna que intenta cruzar de un lado a otro[2].

Flores R. (2015) señala que los estudios sobre infraestructura carretera realizados desde la perspectiva del paisaje expresan dos facetas. Por un lado, resaltan la relación simbiótica que históricamente ha existido entre el paisaje y la infraestructura carretera, ya que su construcción transforma el paisaje. Considera que, después de la urbanización y la agricultura, la construcción de infraestructura carretera es el tercer factor que contribuye a dicha transformación.

Históricamente, la infraestructura carretera ha estructurado el territorio y proporciona cohesión; alguna conserva su trazo original y constituye "un auténtico libro abierto al pasado, una verdadera lección de geografía histórica, con páginas abiertas a la estructura de la propiedad de la tierra o a la historia agraria de la zona". Y cuando se explora la forma que asume la relación contemporánea entre la infraestructura carretera y el paisaje, los estudios citados reconocen que en los últimos treinta años las transformaciones se consideran primordialmente como agresiones frente al paisaje y que los beneficios que la infraestructura carretera históricamente han aportado, como accesibilidad, movilidad, soporte de actividades, vertebración del territorio, etc., languidecen frente a los problemas ambientales que su construcción también ocasiona. Y adicionalmente se menciona que se considera que esta tendencia se debe a que el diseño de vialidades se concentra exclusivamente en los requerimientos tecnológicos y funcionales de los vehículos que transitan por ella e ignora las tendencias del diseño que buscan conjugar utilidad y estética[3].

Durante la construcción de infraestructura carretera, hay algunos impactos específicos que a menudo desaparecen una vez finalizadas las obras. Sin embargo, en algunos casos, pueden tener un impacto significativo en el futuro. La mayoría de estos problemas se relacionan con la movilización de tierra.

La construcción de infraestructura carretera puede tener varios impactos negativos en el medio ambiente, incluyendo:

- Incremento en los niveles de ruido: En la etapa constructiva el uso de maquinaria incrementa el ruido ambiental, en la operación de la vialidad el paso de vehículos y camiones pesados también incrementará el ruido ambiental sobre todo en horas de mayor flujo.
- Destrucción de hábitats naturales: La construcción de infraestructura carretera puede requerir la tala de árboles y la eliminación de áreas naturales, lo que puede afectar negativamente la biodiversidad local y los ecosistemas.
- Contaminación del aire: La construcción de infraestructura carretera puede generar emisiones de gases de efecto invernadero y partículas contaminantes al aire, lo que puede tener un impacto negativo en la salud humana y en el medio ambiente.

2 https://www.comunidadism.es/pasos-de-fauna-conectores-de-biodiversidad/
3 Flores R. (2015). Infraestructura carretera: sobreacumulación, producción de espacio y destrucción del paisaje. Revista Transporte y Territorio /13 (2015) ISSN 1852-717

- Contaminación del agua: La construcción de infraestructura carretera puede requerir la eliminación de áreas húmedas y la contaminación de ríos y acuíferos con materiales tóxicos y otros contaminantes.
- Cambios en los patrones de precipitación: La construcción de infraestructura carretera puede alterar los patrones de lluvia locales, lo que puede tener un impacto negativo en la agricultura y otros usos del agua.
- Erosión y deslizamientos: La construcción de infraestructura carretera c puede requerir la remoción de tierra y roca, lo que puede causar erosión y deslizamientos de tierra, especialmente en áreas de ladera.
- Generación de residuos de diferentes tipos: En todas las etapas de cualquier proyecto de infraestructura carretera, se generarán residuos que pueden ser de manejo especial principalmente producto de excavaciones y de materiales residuales, aunque también se generan residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos.
- Modificación de la topografía y relieve: con la construcción de infraestructura carretera sobre todo en sitios montañosos o con lomeríos serán necesarios cortes de taludes y rellenos para alcanzar el nivel de rasante para que la vía sea transitable y segura, esto transforma la topografía natural del terreno.

Es crucial tener en cuenta estos impactos ambientales durante la planificación y construcción de carreteras, y tomar medidas para minimizar su impacto negativo. Esto puede incluir la adopción de tecnologías sostenibles, la restauración de hábitats naturales, y la implementación de medidas de mitigación de impactos ambientales.

Evaluación del impacto ambiental

En el caso de México, desde la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y su Protección al Ambiente hasta su última reforma en 2024. La autoridad gubernamental a través de diversas políticas públicas busca la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción Ley LGEEPA (2024), (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1988).

Para llevar a cabo la protección del ambiente con el desarrollo de infraestructura carretera a través de obras públicas o privadas, esta ley permite desarrollarse conjuntamente de acuerdo con previos estudios de factibilidad y viabilidad de ingeniería, económicos y de análisis de impacto ambiental (ídem). Y es, a través de la Manifestación de Impacto Ambiental, los programas ambientales que resulten, entre otros; el compromiso que se adquiere para hacer ver a la autoridad la importancia que la obra con el entorno en el que se desarrollará.

Según León Peláez y Correa Metrio (2010), el Impacto Ambiental (IA) es definido como “la alteración producida en el medio natural donde el hombre desarrolla su vida, ocasionada por un proyecto o actividad dados”. El IA tiene una clara connotación de origen humano, dado que son las actividades, proyectos y planes desarrollados por el hombre, los que inducen las alteraciones mencionadas, las cuales pueden ser o bien positivas, cuando impliquen mejoramiento de la calidad ambiental, o bien negativas

cuando ocurra la situación contraria. Además, Martínez (2014) destaca la importancia de la evaluación del impacto ambiental en obras viales para mitigar sus efectos negativos en el entorno.

Los impactos ambientales se caracterizan por varios factores, los cuales son usualmente considerados entre otros en las técnicas de valoración los siguientes:

- Magnitud: Calidad y cantidad del factor ambiental afectado.
- Importancia: Condicionada por la intensidad, la extensión, el momento y la reversibilidad de la acción.
- Signo: Si es benéfico (+), o si es perjudicial o adverso (-)[4].

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia existente entre la situación del medio ambiente futuro modificado (proyecto ejecutado), y la situación del medio ambiente futuro tal y como éste habría evolucionado sin la realización del mismo, lo cual se conoce como alteración neta (León Peláez y Correa Metrio (2010), cita en su texto a Conesa, 1993).

En este sentido la LGEEPA define en su artículo 3º al impacto ambiental como la "*modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza*". Además, señala que el desequilibrio ecológico es "*la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos*". Esta Ley además indica según la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental (2000), que la evaluación del impacto ambiental ha sido fundamental para abordar los retos del desarrollo sustentable en el periodo 1995-2000.

Según la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental (2000), en su obra *La evaluación del impacto ambiental: Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*, se destacan los esfuerzos por promover prácticas sustentables en el manejo ambiental. Este trabajo, publicado por el Instituto Nacional de Ecología. Este documento detalla los logros alcanzados y los desafíos enfrentados durante esta época, proporcionando una perspectiva integral sobre las estrategias implementadas (ISBN 968-817-465-3)., a su vez menciona que la manifestación de impacto ambiental es "el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo" (ídem). Adicionalmente la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), última reforma (01-04-2024), establece la regulación del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), el cual se define como: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales. Y conforme a lo establecido en el artículo 93 de la LGDFS, la Secretaría[5] podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal y con base en el estudio técnico justificativo en dónde se demuestre que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión del suelo, el deterioro de la calidad del agua

4 León P. J.D. (2004). Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. 366 pp.

5 En este caso, la SEMARNAT: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

y disminución de su captación y que el uso alternativo propuesto sea más productivo a largo plazo, cuando se desmonta vegetación considerada como forestal.

La importancia de cumplir con los estudios, lineamientos y permisos correspondientes previamente a la construcción de una obra de infraestructura carretera es igual de ponderable con su correcta ejecución de las autorizaciones y resolutivos otorgados para las distintas etapas que tiene un proyecto.

Pero, conocer, catalogar y ejecutar las medidas de compensación que obligan a las obras constructivas, entre ellas en construcción de carreteras, resulta confuso para los perfiles profesionales que no están ligados directamente a temas ambientales. Aunque hay trabajos de investigación que llegan a esta clasificación.

Por ello resulta necesario mencionar con ejemplos acertados las guías metodológicas que toman especialistas en el tema para diseñar un plan, programa ambiental y adecuándolo a un proyecto constructivo en particular.

Los proyectos de infraestructura carretera producen distintos efectos al medio ambiente, por lo cual son sometidos a un análisis de impacto ambiental, con el objeto de identificar y valorar los impactos potenciales que futuras obras de este tipo generarán al ambiente. A este proceso se le denomina “evaluación de impacto ambiental” Martínez, *et al* (1999).

La evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de la política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades productivas, que permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. A lo largo de las dos últimas décadas ha logrado constituirse en una de las herramientas esenciales para prevenir, mitigar y restaurar los daños al medio ambiente y a los recursos renovables del país y ha evolucionado con el propósito de garantizar un enfoque preventivo que ofrezca certeza pública acerca de la viabilidad ambiental de diversos proyectos de desarrollo. La evaluación del impacto ambiental tiene sus bases jurídicas en las disposiciones que al respecto establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual considera como instrumentos de la política ambiental a los siguientes:

- Planeación ambiental.
- Ordenamiento ecológico del territorio.
- Instrumentos económicos.
- Regulación ambiental de los asentamientos humanos.
- Evaluación del impacto ambiental.
- Normas oficiales mexicanas en materia ambiental.
- Autorregulación y auditorías ambientales.
- Investigación y educación ecológicas.

La evaluación del impacto ambiental está dirigida a efectuar análisis detallados de diversos proyectos de desarrollo y del sitio donde se pretenden realizar, con el propósito de identificar y cuantificar los impactos ambientales que puede ocasionar su ejecución.

Entre las principales características de la evaluación del impacto ambiental, están las siguientes[6]:

- Es un instrumento que tiene un carácter preventivo.
- Se aplica en obras o actividades humanas.
- Su objetivo es prevenir los efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente que pudieran derivarse del desarrollo de una obra o actividad.
- Basa su efectividad en un análisis prospectivo-predictivo.
- Establece regulaciones a las obras o actividades sujetas a evaluación.
- Es un procedimiento integrador de diversas disciplinas científicas.

En este sentido, el Artículo 35 de la LGEEPA establece que, *una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:*

I. Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;
II. Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o
III. Negar la autorización solicitada, cuando:
    a. Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;
    b. La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que se encuentren con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 cuando se afecte a una de estas especies, o
    c. Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

Asimismo, *la Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.*

Y *la resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.*

En este sentido, el objetivo de la evaluación ambiental es asegurar que los problemas potenciales sean identificados y tratados en la fase inicial de la planificación y diseño del proyecto. Un programa efectivo de la evaluación ambiental puede brindar múltiples beneficios, incluyendo los siguientes:

6 SEMARNAP. (2000). La Evaluación del Impacto Ambiental. Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, 160 pp.

a. Proporciona un grado apropiado de protección a los recursos naturales, la calidad del ambiente y la salud pública a través de una política ambiental substantiva y un proceso efectivo de una evaluación ambiental.
b. El informe de la evaluación ambiental unifica en un documento público toda la información relevante sobre la acción propuesta, el estado del ambiente afectado, y los tipos de impactos ambientales potenciales que pueden resultar de la ejecución de las alternativas propuestas a la acción.
c. La identificación de los recursos finitos y los impactos ambientales potenciales en la primera etapa de la planificación del proyecto promueven la selección de las alternativas más apropiadas, prevención de contaminación, y el uso de mejores prácticas de manejo y tecnología para reducir la magnitud de los impactos ambientales que resultan de la acción.

Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación ambiental, propuestas para la construcción y operación de infraestructura carretera pueden clasificarse de diversas formas, una forma sencilla de dar un buen seguimiento y cumplimiento de estas es clasificarlas por etapas.

La etapa preliminar del proyecto incluye la identificación de los impactos ambientales, para las cuales se proponen medidas de mitigación factibles que buscan minimizar las afectaciones al medio ambiente. Se enfatiza la importancia de realizar un "buen proyecto" sustentado en estudios previos, ya que este minimiza o evita posibles impactos adversos, en contraste con un proyecto deficiente que tiene a amplificar dichos efectos.

La etapa de preparación del sitio abarca las actividades iniciales de construcción de la infraestructura carretera y aunque podría considerarse parte de la construcción, en la mayoría de los estudios de impacto ambiental se trata como un rubro independiente para facilitar comparaciones entre diferentes análisis.

El desmonte y el despalme representan el mayor impacto ambiental, afectando recursos hídricos (superficiales y subterráneas), topografía, calidad del aire, ruido, suelo, microclima, fauna y paisaje. La magnitud de estos impactos está condicionada por las características del terreno, la capacitación del personal y la supervisión técnica durante la obra. En consecuencia, un control riguroso de calidad en la construcción resulta fundamental para minimizar la pérdida de suelo, prevenir fallas en sistemas de drenaje y reducir, los impactos ambientales asociados.

Se debe evitar en lo posible, la modificación de terrenos para reducir los problemas de drenaje ocasionados por cambios en la hidrología natural. Asimismo, la inestabilidad de taludes y la erosión[7] son factores que afectan de manera importante el ambiente.

7 Martínez S. A.; Damián H. S. (1999). Catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación. Secretaria de Comunicaciones y Transportes- Instituto Mexicano del Transporte.

Vigilancia y control de medidas de mitigación

El objetivo de la vigilancia y control es verificar si el promovente (propietario, apoderado o representante legal) de las obras y proyectos, cumple con las disposiciones de la LGEEPA y sus reglamentos en materia de impacto ambiental, así como las normas oficiales mexicanas aplicables.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) es el organismo encargado de vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales aplicables relacionadas con la prevención y control de la contaminación ambiental, los recursos naturales, los bosques, la flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas, pesca, y zona federal marítimo terrestre, playas marítimas, áreas naturales protegidas, así como establecer mecanismos, instancias y procedimientos administrativos que procuren el logro de tales fines. En obras realizadas por contrato, la constructora será la encargada de vigilar que se cumplan las medidas de mitigación propuestas, para el caso de obras que se realicen por administración, el centro SCT deberá contar con un área dedicada a supervisar las disposiciones de la LGEEPA[8].

Los procesos actuales de diseño y construcción de infraestructura carretera generan un gran impacto ambiental, ya que la industria de la construcción consume hasta el 50% de los recursos del entorno, contribuyendo significativamente a la crisis ambiental. Por ello, es de vital importancia que la sociedad impulse infraestructuras, incorporando criterios medioambientales en el diseño, selección de materiales y ejecución, para minimizar el daño al medio ambiente.

Los procesos actuales de diseño y construcción de infraestructura carretera generan un gran impacto ambiental, ya que tienen efectos muy grandes sobre el entorno que repercuten en la crisis ambiental. Se ha comprobado que la “industria de la construcción” es un agente contaminador, que consume hasta el 50 % de los recursos del entorno, representando esto un gran impacto ambiental.

Por lo cual, la sociedad actual debe impulsar una infraestructura carretera respetuosa y comprometida con el medio ambiente. Esto implica introducir parámetros medioambientales en el proceso constructivo, ya sea a la hora de proyectar, al elegir los materiales o en la ejecución de las obras. Es fundamental integrar parámetros de sostenibilidad en cualquier elemento de la infraestructura carretera.

Estrategias sobre la biodiversidad

La Unión Europea, ha desarrollado programas como la Estrategia de la UE sobre Biodiversidad para 2030 para proteger flora y fauna, que consiste en evitar, y restaurar el daño causado a la biodiversidad. Además, el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal[9], adoptado en la COP15, incluye cuatro objetivos para 2050 y 23 metas para 2030. Las metas se centran en reducir las amenazas a la biodiversidad, promover el uso sostenible y fomentar cooperación política y social para preservar la biodiversidad.

8 (Et. al. 1999)
9 (Conferencia de las Partes en el Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 2022, pág. 8)

A continuación, se mencionan los 4 objetivos del Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal:

- *Objetivo A* – Está orientado a aumentar y reestablecer la integridad, conectividad y resiliencia de los ecosistemas; a detener la extinción inducida por los seres humanos, reduciendo en una décima parte el ritmo y riesgo de extinción de todas las especies; y a mantener la diversidad genética de las especies salvaguardando su potencial de adaptación.
- *Objetivo B* - Se refiere a usar y gestionar sustentablemente la biodiversidad y las contribuciones que hace la naturaleza a las personas, manteniendo y valorando los servicios de los ecosistemas, apoyando así el desarrollo sustentable para beneficiar las generaciones actuales y futuras.
- *Objetivo C* - Está relacionado con el tercer objetivo del Convenio, el reparto justo y equitativo de los beneficios monetarios y no monetarios de la utilización de los recursos genéticos, de la información de secuencias digitales sobre los recursos genéticos y de los conocimientos tradicionales asociados a los recursos genéticos, particularmente cuando corresponda a los pueblos indígenas y comunidades locales.
- *Objetivo D* - Define la importancia de los medios para una implementación adecuada y plena del Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal, incluidos los recursos financieros, la creación de capacidades, la cooperación técnica y científica, y el acceso a tecnología, así como su transferencia. Fundamentales para abordar los desafíos globales relacionados con la biodiversidad, asegurando la protección de los ecosistemas y las especies en un contexto internacional.

Introducción

Anteriormente el enfoque en la construcción de carreteras se centraba en aspectos técnicos y económicos, con una atención limitada a los impactos ambientales (García, 2020). Esto llevó a la degradación de ecosistemas naturales, la fragmentación de hábitats y la contaminación del aire y el agua en áreas adyacentes a las carreteras. Como resultado, ha surgido una creciente conciencia sobre la necesidad de adoptar prácticas de construcción y gestión ambiental en el sector de infraestructura vial.

En este contexto, la elaboración de un catálogo de conceptos ambientales con especificaciones técnicas para la infraestructura carretera surge como una iniciativa clave para integrar de manera efectiva aspectos ambientales, en el proceso de planificación y diseño de carreteras (Pérez, 2019). Ya que es una herramienta fundamental para minimizar los impactos negativos que proyectos de infraestructura carretera pueden generar en el ambiente.

El marco regulatorio y las normativas ambientales han evolucionado para promover prácticas de construcción más sostenibles y responsables con el medio ambiente (García, 2020). Los organismos gubernamentales y las agencias de infraestructura vial están cada vez más comprometidos con la integración de criterios ambientales en los procesos de toma de decisiones y la adopción de enfoques de gestión ambiental integral en todos los proyectos viales.

México es un país, que cuenta con una gran diversidad de climas, al igual que una importante biodiversidad de flora y de fauna, además de una topografía que va desde planicies a zonas montañosas, bosques, selvas, desiertos etc., por lo cual es necesario tener en cuenta la conservación del medio ambiente de nuestro país.

Este documento pretende fungir a manera de guía considerando la adecuación de los conceptos de obra con un enfoque ambiental y sostenible, el cual podrá adecuarse a las especificaciones técnicas ingenieriles y ambientales, bajo los principios de prevención y precaución ampliamente atendidos en la Declaración de Río sobre el medio ambiente. Asimismo, este documento busca unificar criterios para la realización de proyectos de infraestructura carretera desde una óptica ambiental.

En este sentido, el “Catálogo de Conceptos” se podría interpretar como la traducción de planos, memorias y objetivos del Proyecto Ejecutivo en un listado, el cual contiene todas las actividades necesarias para realizar la ejecución de obra. Dichas actividades se agrupan o dividen en apartados denominados como partidas y subpartidas, de acuerdo con las etapas y asignación de los trabajos a realizar. Estos conceptos en forma

de listado ayudarán para la cotización y ejecución de las actividades de obra, dicho listado, al agregársele costos se considerará como Presupuesto de obra; de igual manera al agregársele periodos de ejecución ya sea semanales, mensuales o anuales se considerará como Programa de Obra.

Foto
Ejemplo de construcción de entronque Huasca km 10+600, Carretera Pachuca-Huejutla, Tramo Real del Monte-Entronque Huasca, en el estado de Hidalgo.
Fuente: Elaboración propia.

Objetivos

Objetivo General

El Objetivo de documento es contar con un documento técnico de consulta que sea una guía y herramienta para la elaboración de un catálogo de conceptos ambientales de obra de proyectos de infraestructura carretera, además, será una herramienta para el análisis de costos en base a especificaciones técnicas ambientales para la infraestructura carretera.

Objetivos Particulares

- Identificar y describir los conceptos de obra, considerando la clasificación geométrica y características de proyectos de infraestructura carretera indicados en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras emitido por la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Trasportes (SICT).
- Identificar todas las obras y actividades del proyecto de infraestructura carretera que podrán generar impactos ambientales, así como los componentes ambientales que serán susceptibles de ser afectados (incluyendo el aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna, el paisaje y los recursos socioeconómicos), con el objeto de establecer el orden al momento de listar los conceptos ambientales de una obra de infraestructura carretera.
- Identificar los impactos ambientales a ocurrir por la ejecución de un proyecto de infraestructura carretera en todas las etapas de implementación y puesta en marcha del proyecto.
- Identificar y clasificar las medidas y acciones de mitigación propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental y/o un Estudio Técnico Justificativo para minimizar el efecto adverso de un proyecto de infraestructura carretera incluyendo las medidas de aplicación general por la realización de la obra, hasta aquellas acciones específicas y diseñadas de forma particular para atender impactos significativos. Se deberán considerar medidas de mitigación jerárquicas, priorizando la prevención del impacto en primer lugar, luego la minimización y finalmente la compensación.

- Listar y establecer las disposiciones legales y normativas del marco jurídico ambiental aplicable a la realización de un proyecto de infraestructura carretera que deberán cumplirse de forma cabal como parte de los requisitos legales del proyecto.
- Concientizar al personal operativo encargado de elaboración de las propuestas técnicas y económicas para licitaciones, así como del cumplimiento ambiental sobre las autorizaciones en materia de impacto ambiental y del cambio del uso del suelo en terrenos forestales, sobre la responsabilidad y el alcance que tiene en materia ambiental relevantes a la planeación, construcción, supervisión y mantenimiento de carreteras.
- Optimizar los costos de un proyecto de infraestructura carretera haciendo uso del principio de prevención de impactos ambientales que podrían causar costos adicionales a la obra (reparación de daños, sanciones, multas, paro de obra, entre otros).
- Mejorar la imagen del proyecto de infraestructura carretera en cuestión. Pues al contar con un catálogo de conceptos ambientales bien elaborado demostrará un compromiso con la responsabilidad ambiental, mejorando la imagen del proyecto ante la comunidad y las autoridades.
- Facilitar el proceso de obtención de permisos y trámites necesarios en materia ambiental para el buen desarrollo y construcción de un proyecto de infraestructura carretera.

Alcance

Este documento pretende convertirse en una herramienta que ayude al análisis de los conceptos de obra, dando un enfoque en el ámbito ambiental para el desarrollo de las actividades y facilite a las empresas contratistas a llevar un mejor cumplimiento de las medidas requeridas para un mejor desarrollo de las actividades y obras de proyectos de infraestructura carretera de manera responsable con el medio ambiente en el sector de la infraestructura carretera.

Foto
Ejemplo de construcción de entronque Huasca km 10+600,
Carretera Pachuca-Huejutla, Tramo Real del Monte-Entronque Huasca, en el estado de Hidalgo con técnica de hidrosiembra.
Fuente: Elaboración propia.

Secuencia de gestión ambiental en infraestructura carretera

La gestión ambiental en la construcción de infraestructura carretera requiere una planificación detallada y el seguimiento riguroso de una serie de actividades diseñadas para minimizar los impactos negativos en el entorno natural. Para lograrlo, es fundamental establecer una ruta crítica que defina el orden y la secuencia lógica de los procesos esenciales, desde la evaluación inicial hasta el cierre ambiental del proyecto.

A continuación, se presenta la ruta crítica que integra los conceptos ambientales en cada etapa del proyecto, asegurando el cumplimiento de la normatividad vigente y la conservación de los recursos naturales durante toda la ejecución de la obra.

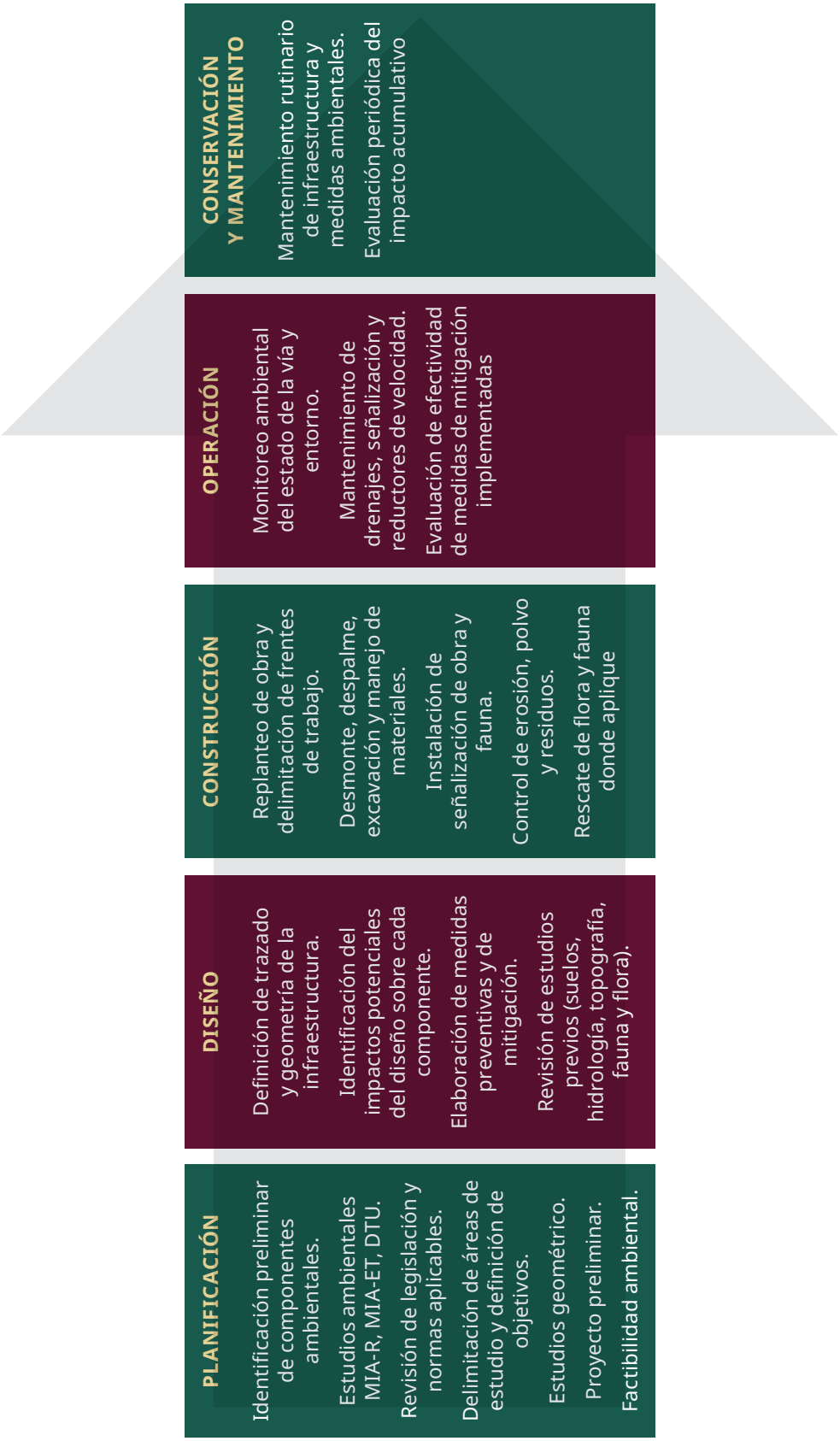


Figura.
Ruta Crítica Ambiental en Proyectos de infraestructura carretera por Etapa.
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 1

Ordenamientos de regulación jurídicos-ambientales en el marco ambiental nacional y experiencias internacionales

1.1. Legislación ambiental en el desarrollo de catálogos de conceptos ambientales y especificaciones técnicas para la infraestructura carretera

La legislación ambiental desempeña un papel fundamental en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura, incluyendo la construcción y conservación de infraestructura carretera. En muchos países, las leyes y regulaciones ambientales establecen requisitos específicos para la integración de consideraciones ambientales en proyectos viales, lo que ha llevado al desarrollo de catálogos de conceptos ambientales y especificaciones técnicas para la infraestructura carretera.

La legislación ambiental en México que rige el desarrollo de catálogos de conceptos ambientales y especificaciones técnicas para la infraestructura carretera es un conjunto de normas y leyes diseñadas para garantizar que los proyectos de construcción vial sean ambientalmente sostenibles[1].

1.1.1. Instrumentos de regulación ambiental de la infraestructura carretera

Los instrumentos legales que regulan la materia ambiental en México y específicamente los proyectos de infraestructura carretera que estarán sujetos a diversos trámites y cumplimiento en dicha materia, son: La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los tratados y convenios internacionales en los que participa, Leyes generales y federales, Reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas (NOM), Normas Mexicanas (NMX), Normas Técnicas de organismos y/o dependencias, decretos y acuerdos constitucionales, leyes estatales y bandos municipales.

1 Damián H. S. A., Téllez G. R. 1998. Consideraciones sobre el medio ambiente en la planeación de carreteras. Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Publicación Técnica No. 102. Sanfandila, Qro.

Entre las Leyes clave en materia ambiental se encuentran:

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**

Esta es la ley marco en materia ambiental en México. Establece los principios generales de la política ambiental, los instrumentos de la política ambiental, así como los procedimientos para la evaluación del impacto ambiental. Establece las bases para la preservación y restauración del equilibrio ecológico. En cuanto a infraestructura carretera, es fundamental cumplir con lo establecido en esta ley, especialmente en lo relativo al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y el de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), así como para el seguimiento de la ejecución de la mitigación como parte del cumplimiento ambiental en los proyectos de infraestructura carretera.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es una de las principales leyes ambientales en México, creada con el objetivo de establecer las bases para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como para la protección del ambiente en el país. Esta ley fue publicada el 28 de enero de 1988 y ha sido reformada en diversas ocasiones para adaptarse a las necesidades ambientales y de desarrollo sustentable.

Objetivos Principales de la LGEEPA

1. Protección y Conservación del Medio Ambiente
   - La ley busca prevenir y controlar la contaminación, así como proteger los ecosistemas naturales, promoviendo un desarrollo sustentable que respete los recursos naturales y el bienestar de la población.

2. Preservación y restauración del equilibrio ecológico
   - La LGEEPA establece las bases para conservar y restaurar los ecosistemas y la biodiversidad, promoviendo un equilibrio entre las actividades humanas y el entorno natural.

3. Uso sustentable de los recursos naturales
   - La ley promueve el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales, de modo que se garantice su disponibilidad para las generaciones futuras.

Ámbitos de Aplicación

1. Ordenamiento ecológico
   - La LGEEPA establece que se deben realizar Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) para planificar el uso del suelo y los recursos naturales en función de la capacidad de los ecosistemas y la vocación de los territorios. Estos programas son herramientas clave para la toma de decisiones en materia de desarrollo urbano, rural e industrial.

2. Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)
   - Uno de los instrumentos más importantes de la LGEEPA es la Evaluación del Impacto Ambiental, que obliga a los proyectos que puedan causar un impacto significativo al medio ambiente a presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La MIA debe evaluar los posibles efectos del proyecto y proponer medidas de mitigación.

3. Prevención y control de la contaminación
   - La ley regula las emisiones contaminantes al aire, agua y suelo, estableciendo normas y procedimientos para la prevención y control de la contaminación, así como sanciones para quienes no cumplan con estas regulaciones.

4. Conservación de la biodiversidad
   - La LGEEPA incluye disposiciones para la conservación de especies en peligro de extinción, la creación de áreas naturales protegidas, y la regulación de actividades que puedan afectar la flora y fauna del país.

5. Participación ciudadana
   - La ley fomenta la participación de la sociedad en la protección del medio ambiente, permitiendo a los ciudadanos participar en los procesos de consulta pública relacionados con proyectos que puedan impactar el entorno, así como en la denuncia de actividades que violen la legislación ambiental.

6. Responsabilidad ambiental
   - Establece la responsabilidad de las personas físicas y morales por los daños que causen al medio ambiente, así como las medidas para la reparación del daño y las sanciones aplicables.

7. Educación y cultura ambiental
   - La LGEEPA promueve la educación ambiental y la creación de una cultura de respeto y cuidado del entorno, incluyendo la integración de estos temas en los programas educativos y la realización de campañas de concientización.

Importancia de la LGEEPA en la infraestructura carretera

En el contexto de la infraestructura carretera, la LGEEPA es fundamental para asegurar que los proyectos de construcción, ampliación o modernización de carreteras se realicen de manera sustentable. Los proyectos deben cumplir con los requisitos de la Evaluación de Impacto Ambiental y respetar los programas de ordenamiento ecológico, además de implementar medidas para prevenir y mitigar los impactos negativos sobre los ecosistemas, el suelo, el agua, el aire, y las comunidades cercanas.

Esta ley es clave para integrar criterios ambientales en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura, garantizando que el desarrollo económico no se realice a expensas del medio ambiente y la salud pública.

- **Ley de Aguas Nacionales (LAN)**

Regula el aprovechamiento, uso o explotación de las aguas nacionales, incluyendo aquellas que puedan ser afectadas por la construcción de carreteras.

Es un marco normativo fundamental en México para la administración, conservación y uso de las aguas nacionales. Publicada el 1 de diciembre de 1992 y reformada en varias ocasiones, la ley regula todos los aspectos relacionados con los recursos hídricos en el país, incluyendo su aprovechamiento, protección, distribución y conservación.

Objetivos

Establecer las disposiciones jurídicas que regulen la explotación, uso, aprovechamiento, conservación y protección de las aguas nacionales, así como su distribución y control, con el fin de garantizar su gestión sustentable, preservar su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras, y prevenir impactos negativos derivados de actividades humanas, incluyendo las relacionadas con la construcción de infraestructura como carreteras.

Aspectos Clave: Ámbitos de Aplicación de la Ley de Aguas Nacionales

1. Administración de recursos hídricos
   - La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es el organismo encargado de aplicar la Ley de Aguas Nacionales, así como de administrar las aguas nacionales, regular su uso y proteger las fuentes de abastecimiento.

2. Concesiones y asignaciones
   - Para utilizar aguas nacionales (superficiales o subterráneas), es necesario obtener una concesión o asignación emitida por la CONAGUA. Esta autorización permite el aprovechamiento del recurso hídrico dentro de los límites y condiciones establecidos en la concesión.

3. Protección de cuerpos de agua
   - La LAN incluye disposiciones para proteger y restaurar cuerpos de agua, incluyendo ríos, lagos, lagunas y acuíferos. Se establecen criterios para la calidad del agua y se prohíben actividades que puedan contaminarlas.

4. Derechos y obligaciones de los usuarios
   - La ley establece los derechos de los usuarios de agua, así como sus obligaciones, como el pago de derechos por el uso del agua y la adopción de medidas para la protección de los cuerpos de agua.

5. Prevención y control de la contaminación
   - La LAN prohíbe la descarga de contaminantes en cuerpos de agua nacionales sin el tratamiento adecuado y las autorizaciones correspondientes. También establece las sanciones para quienes incumplan estas disposiciones.

6. Planificación y gestión integral del agua
   - La ley promueve la planificación y gestión integrada de los recursos hídricos mediante la elaboración de Programas de Ordenamiento Hídrico y Planes de Manejo de Cuencas. Estos planes buscan equilibrar las necesidades de agua para consumo humano, agricultura, industria, y la preservación de ecosistemas.

7. Participación ciudadana
   - La LAN fomenta la participación de la sociedad en la gestión de los recursos hídricos mediante Consejos de Cuenca y otros mecanismos de consulta y colaboración.

8. Sanciones y medidas preventivas
   - Establece un marco sancionador para quienes violen la ley, incluyendo multas, clausura de instalaciones, y revocación de concesiones. También se prevén medidas preventivas para evitar daños al medio ambiente y a los recursos hídricos.

Relación con la infraestructura carretera
En el contexto de la infraestructura carretera, la Ley de Aguas Nacionales es relevante en varios aspectos, como:

1. Permisos para el uso de aguas nacionales: Los proyectos de infraestructura carretera que requieran utilizar o desviar aguas nacionales, o que puedan afectar cuerpos de agua, deben obtener las autorizaciones correspondientes.
2. Protección contra la contaminación: Las obras carreteras deben cumplir con las disposiciones de la LAN para evitar la contaminación de cuerpos de agua cercanos, por ejemplo, mediante el manejo adecuado de residuos y la implementación de obras de mitigación.
3. Impacto sobre cuencas hídricas: La planeación de infraestructura debe considerar el impacto sobre las cuencas hidrográficas y los acuíferos, para garantizar la sustentabilidad de los recursos hídricos a largo plazo.

Esta ley es clave para garantizar que los proyectos de infraestructura no comprometan la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos en México.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

Esta Ley establece las bases para garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, lo cual es fundamental en proyectos de infraestructura que involucren zonas boscosas.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) es una legislación clave en México que regula el aprovechamiento, conservación, restauración y manejo sustentable de los recursos forestales del país. Publicada originalmente el 25 de febrero de 2003 y reformada en varias ocasiones, esta ley tiene como objetivo promover el desarrollo sustentable de los bosques y selvas, asegurando la protección de los ecosistemas forestales y los servicios ambientales que proporcionan.

Objetivos Principales de la LGDFS

1. Manejo sustentable de los recursos forestales
   - Promover el manejo sustentable de los recursos forestales, de manera que se logre un equilibrio entre su aprovechamiento y la conservación de los ecosistemas. Esto incluye la protección del suelo, agua, biodiversidad y clima.

2. Conservación y restauración de ecosistemas forestales
   - Establecer medidas para la conservación de las áreas forestales, incluyendo la restauración de zonas degradadas y la protección de la biodiversidad, especialmente de especies endémicas y en peligro de extinción.

3. Fomento al desarrollo económico de las comunidades rurales
   - Integrar el desarrollo económico con la conservación de los bosques, promoviendo actividades productivas que generen ingresos a las comunidades rurales, como el ecoturismo, la producción de madera y otros productos forestales no maderables, siempre bajo prácticas sostenibles.

4. Protección de los servicios ambientales
   - Reconocer y promover los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas forestales, como la captación de agua, la captura de carbono, la regulación del clima, y la conservación de la biodiversidad. La ley contempla mecanismos de pago por servicios ambientales para incentivar la conservación.

Ámbitos de aplicación

1. Programas de ordenamiento forestal
   - La LGDFS establece que se deben elaborar Programas de Ordenamiento Forestal en las diferentes regiones del país, con el objetivo de planificar el uso y manejo de los recursos forestales de manera sustentable, considerando las características ecológicas, sociales y económicas de cada zona.

2. Aprovechamiento de los recursos forestales
   - El aprovechamiento de los recursos forestales, tanto maderables como no maderables, está regulado por la ley y requiere permisos y autorizaciones específicas. Los planes de manejo forestal deben ser aprobados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y deben garantizar la regeneración de los bosques.

3. Reforestación y restauración
   - La ley promueve y regula las actividades de reforestación y restauración de áreas degradadas, estableciendo criterios para la selección de especies, técnicas de plantación, y manejo posterior. También se fomenta la participación social en estas actividades.

4. Prevención y combate de incendios forestales
   - La LGDFS incluye disposiciones para la prevención y combate de incendios forestales, estableciendo la responsabilidad de las autoridades y la sociedad en la protección de las áreas forestales contra incendios.

5. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales
   - Uno de los aspectos más importantes de la ley es la regulación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Para cambiar el uso de suelo en un área forestal, se requiere una autorización específica de la SEMARNAT, que solo se concede en casos excepcionales y bajo condiciones estrictas. El objetivo es evitar la deforestación y la pérdida de cobertura forestal.

6. Participación social y comunitaria
   - La ley promueve la participación activa de las comunidades y ejidos en la gestión de los recursos forestales, incluyendo la toma de decisiones, la vigilancia y el control del aprovechamiento de los recursos.

7. Incentivos y financiamiento
   - La LGDFS contempla la creación de incentivos económicos, financiamiento y apoyo técnico para fomentar el manejo forestal sustentable, la reforestación y la conservación de los ecosistemas forestales.

Importancia en infraestructura carretera
En el contexto de la infraestructura carretera, la LGDFS es especialmente relevante en proyectos que implican la construcción de carreteras en áreas forestales. Algunos aspectos a considerar son:

1. Cambio de uso de suelo: para construir una carretera en terrenos forestales, es necesario obtener una autorización de cambio de uso de suelo, que está sujeta a la evaluación de impacto ambiental y a la compensación por la pérdida de cobertura forestal.
2. Protección de ecosistemas: la ley exige que los proyectos carreteros incluyan medidas de mitigación para reducir el impacto sobre los ecosistemas forestales, como la construcción de pasos de fauna y la reforestación de áreas afectadas.
3. Impacto en las comunidades: Se debe considerar el impacto de las carreteras en las comunidades que dependen de los recursos forestales, promoviendo un desarrollo que beneficie a estas comunidades sin comprometer los recursos naturales.

La LGDFS es un instrumento legal crucial para asegurar que las actividades relacionadas con los recursos forestales se realicen de manera que se proteja el medio ambiente, se fomenten prácticas sostenibles, y se promueva el bienestar de las comunidades que dependen de los bosques.

- **Ley General de Vida Silvestre**

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es la legislación mexicana que regula la conservación, protección, aprovechamiento sustentable, y restauración de la vida silvestre en el país. Regula la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, incluyendo la flora y fauna que puedan ser afectadas por la construcción de carreteras. Publicada originalmente el 3 de julio de 2000 y modificada en varias ocasiones,

la ley establece los principios y directrices para el manejo de la fauna y flora silvestres, con el fin de preservar la biodiversidad y los ecosistemas.

Objetivos Principales de la LGVS

1. Conservación de la biodiversidad
   - Conservar de la biodiversidad, asegurando la protección de las especies silvestres, sus hábitats y los procesos ecológicos esenciales para su supervivencia.

2. Aprovechamiento sustentable
   - Promover el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, de manera que las actividades humanas no comprometan la viabilidad de las especies y sus ecosistemas. Esto incluye la regulación del comercio y uso de especies silvestres, tanto maderables como no maderables.

3. Restauración de ecosistemas
   - Establecer medidas para la restauración de los ecosistemas dañados, buscando recuperar las poblaciones de especies y los hábitats afectados por actividades humanas.

Ámbitos de aplicación

1. Protección de especies en peligro de extinción
   - La LGVS incluye disposiciones específicas para la protección de especies consideradas en peligro de extinción, amenazadas, raras, o sujetas a protección especial. Estas especies se listan en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y su manejo está estrictamente regulado.

2. Regulación del comercio de vida silvestre
   - La ley establece normas para el comercio de vida silvestre, tanto a nivel nacional como internacional, alineándose con acuerdos como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Se requiere de permisos y autorizaciones para la caza, captura, posesión, transporte y comercialización de especies silvestres.

3. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs)
   - La LGVS promueve el establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs), que son esquemas de manejo sustentable en los cuales los propietarios de tierras pueden aprovechar de manera controlada y sustentable las especies de flora y fauna silvestre, obteniendo beneficios económicos y contribuyendo a la conservación.

4. Control y vigilancia
   - La ley prevé mecanismos de control y vigilancia para prevenir y sancionar la explotación ilegal de especies silvestres y la destrucción de sus hábitats. Esto incluye la aplicación de sanciones administrativas y penales a quienes violen la ley.

5. Restauración y reintroducción de especies
   - La LGVS también establece lineamientos para la restauración de hábitats y la reintroducción de especies que han sido extirpadas de su entorno natural. Estas actividades deben realizarse bajo estrictos protocolos para garantizar el éxito de la restauración y evitar impactos negativos en el ecosistema.

6. Educación y participación ciudadana
   - La ley fomenta la educación ambiental y la participación ciudadana en la protección de la vida silvestre, mediante la creación de programas de sensibilización y la promoción de la colaboración entre autoridades, comunidades y organizaciones no gubernamentales.

Importancia en infraestructura carretera
La Ley General de Vida Silvestre es particularmente relevante en proyectos de infraestructura carretera que atraviesan áreas naturales o hábitats de especies protegidas. Algunos aspectos clave son:

1. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): Los proyectos carreteros deben considerar el impacto sobre la vida silvestre y sus hábitats, y en muchos casos, es necesario realizar estudios específicos sobre las especies presentes en el área afectada.
2. Medidas de mitigación: la ley exige la implementación de medidas de mitigación para proteger a la vida silvestre, como la construcción de pasos de fauna (corredores ecológicos), cercas para evitar atropellamientos, y la reforestación de áreas afectadas.
3. Prohibiciones y restricciones: En áreas donde se encuentran especies protegidas o en peligro de extinción, la LGVS puede imponer prohibiciones o restricciones sobre la construcción o modificación de carreteras para evitar la fragmentación de hábitats y la pérdida de biodiversidad.

Esta ley es fundamental para garantizar que las actividades de desarrollo, incluyendo la construcción de infraestructura, se realicen de manera compatible con la conservación de la vida silvestre y la protección de los ecosistemas.

- **Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental**

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental son disposiciones técnicas de cumplimiento obligatorio en México, emitidas por las autoridades federales competentes. Estas normas establecen criterios mínimos para la protección, preservación y restauración del medio ambiente, regulando aspectos como la evaluación del impacto ambiental, la gestión y disposición de residuos, la calidad del aire, del agua y del suelo, así como el aprovechamiento responsable de los recursos naturales. En proyectos de infraestructura, como los carreteros, las NOMs ambientales son fundamentales para prevenir, mitigar y controlar los efectos negativos sobre los ecosistemas y garantizar un desarrollo sustentable.

Objetivos

1. Establecer lineamientos técnicos para prevenir, controlar y reducir la contaminación del aire, agua y suelo.

2. Proteger los ecosistemas y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
3. Regular actividades y proyectos, incluyendo los de infraestructura carretera, para minimizar su impacto ambiental.

Ámbito de aplicación
Las NOM en materia ambiental abarcan una amplia gama de factores relacionados con el cuidado del medio ambiente:

1. Proceso de Elaboración
   - Las NOM son elaboradas por los comités técnicos especializados y son sometidas a un proceso de consulta pública antes de su aprobación y publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Las dependencias encargadas de su elaboración incluyen la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

2. Normas Relacionadas
   - Además de las NOM, existen las Normas Mexicanas (NMX), que son de carácter voluntario, y las Normas Internacionales (ISO, IEC), que pueden ser adoptadas en el país como NOM.

Ejemplos de Normas Oficiales Mexicanas
Aquí se mencionan algunas NOM relevantes en diferentes áreas:

Protección ambiental
- NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.
- NOM-022-SEMARNAT-2003: Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, rehabilitación y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.
- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012: Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

Salud
- NOM-017-SSA2-2012: Para la vigilancia epidemiológica.
- NOM-004-SSA3-2012: Del expediente clínico. Establece los criterios científicos, éticos, tecnológicos y administrativos obligatorios en la elaboración, integración, uso, manejo, archivo, conservación y confidencialidad del expediente clínico.
- NOM-008-SSA3-2010: Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad.

Seguridad laboral
- NOM-001-STPS-2008: Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad.

- NOM-019-STPS-2011: Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.
- NOM-030-STPS-2009: Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - Funciones y actividades.

Importancia de las NOM en la infraestructura carretera

En el contexto de la infraestructura carretera, las NOM son fundamentales para garantizar que la construcción, operación y mantenimiento de carreteras se realicen cumpliendo estándares que protejan el medio ambiente, conserven los recursos naturales y prevengan impactos negativos sobre los ecosistemas. Entre las NOM más relevantes en este sector se encuentran aquellas relacionadas con la gestión de residuos, la calidad del aire y del agua, y la evaluación del impacto ambiental. Algunos ejemplos de NOM relevantes en este sector incluyen:

- NOM-080-SEMARNAT-1994: Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido de vehículos automotores nuevos, en planta, y en circulación.
- NOM-087-SEMARNAT-SCT-2-2002: Protección ambiental - Transporte de residuos peligrosos - Manejo de residuos peligrosos en carretera.
- NOM-012-SCT-2-2017: Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

Estas normas garantizan que las carreteras se construyan de manera segura y respetuosa con el medio ambiente, asegurando al mismo tiempo el cumplimiento de las regulaciones nacionales y la protección de los recursos naturales.

1.1.2. Aspectos específicos para catálogos de conceptos ambientales y especificaciones técnicas

El desarrollo de catálogos de conceptos ambientales y especificaciones técnicas en proyectos de infraestructura carretera debe alinearse con la normativa y legislación ambiental vigente en México. Estos catálogos y especificaciones sirven como guías técnicas que aseguran el cumplimiento de las regulaciones ambientales y la implementación de buenas prácticas durante todas las fases del proyecto: planeación, construcción, operación y conservación (Damián Hernández & Téllez Gutiérrez, 1998).

Aspectos específicos por considerar

1. Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)
    - Legislación Aplicable: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
    - Especificaciones Técnicas: Incluir la necesidad de realizar una Evaluación de Impacto Ambiental para identificar, predecir y evaluar los efectos ambientales de la carretera. Deben detallarse los requisitos para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), considerando todas las fases del proyecto, y especificar las medidas de mitigación, compensación y restauración ambiental que se deberán implementar (SEMARNAT, 2019).

2. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales
   - Legislación Aplicable: Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).
   - Especificaciones Técnicas: Desarrollar especificaciones para la obtención de autorizaciones en caso de que el proyecto implique el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Deben considerarse las compensaciones por la pérdida de vegetación y las estrategias de reforestación, restauración y conservación de áreas forestales (SEMARNAT, 2019).

3. Protección de la vida silvestre
   - Legislación Aplicable: Ley General de Vida Silvestre (LGVS).
   - Especificaciones Técnicas: Establecer medidas para la protección de especies de flora y fauna silvestre durante la construcción y operación de la carretera. Esto puede incluir la creación de pasos de fauna, cercas para evitar atropellamientos de animales, y protocolos para el rescate y reubicación de especies en áreas de obra (SEMARNAT, 2019).

4. Control de emisiones y contaminación
   - Legislación Aplicable: NOM-080-SEMARNAT-1994 (Emisiones de ruido), NOM-041-SEMARNAT-2015 (Emisiones de vehículos automotores), entre otras.
   - Especificaciones Técnicas: Incluir normas que limiten las emisiones de contaminantes al aire, agua y suelo durante la construcción y operación de la carretera. Esto puede abarcar la gestión de residuos peligrosos, el control de emisiones de maquinaria y vehículos, y la implementación de sistemas de control de erosión y sedimentación (SEMARNAT, 2019).

5. Gestión del agua y recursos hídricos
   - Legislación Aplicable: Ley de Aguas Nacionales, NOM-001-SEMARNAT-2021 (Descargas de aguas residuales).
   - Especificaciones Técnicas: Detallar las especificaciones para la gestión del agua en el proyecto, incluyendo el manejo de aguas pluviales, la prevención de la contaminación de cuerpos de agua, y la restauración de cauces afectados. Debe incluirse la construcción de sistemas de drenaje sustentable, así como la gestión adecuada de las aguas residuales generadas por la obra (SEMARNAT, 2019).

6. Prevención y manejo de residuos
   - Legislación Aplicable: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
   - Especificaciones Técnicas: Establecer lineamientos para la clasificación, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos sólidos y peligrosos generados durante la construcción y operación de la carretera. Se debe promover la reducción, reciclaje y reutilización de materiales (SEMARNAT, 2019).

7. Impacto en comunidades locales
   - Legislación Aplicable: LGEEPA, convenios internacionales sobre derechos de pueblos indígenas y comunidades locales.

- Especificaciones Técnicas: Incluir la necesidad de realizar consultas públicas y estudios de impacto social para evaluar cómo la infraestructura afectará a las comunidades locales. Deben proponerse medidas para minimizar los impactos negativos y maximizar los beneficios para las comunidades (SEMARNAT, 2019).

8. Restauración y reforestación
   - Legislación Aplicable: LGDFS, NOM-059-SEMARNAT-2010 (Protección de especies).
   - Especificaciones Técnicas: Incluir programas de reforestación y restauración de áreas afectadas por la construcción. Especificar el tipo de vegetación a utilizar, técnicas de plantación, y planes de monitoreo para asegurar el éxito de estas actividades (SEMARNAT, 2019).

9. Monitoreo ambiental
   - Legislación Aplicable: LGEEPA, NOM específicas.
   - Especificaciones Técnicas: Establecer los parámetros y metodologías para el monitoreo ambiental continuo durante y después de la construcción de la carretera. Esto puede incluir monitoreos de calidad del aire, ruido, agua, y biodiversidad, asegurando el cumplimiento con las normativas vigentes (SEMARNAT, 2019).

10. Educación y capacitación ambiental
    - Legislación Aplicable: LGEEPA, programas de educación ambiental.
    - Especificaciones Técnicas: Desarrollar programas de capacitación ambiental para el personal involucrado en la construcción y operación de la carretera. Esto asegura que se comprendan y respeten las normativas ambientales y que se implementen las mejores prácticas para minimizar los impactos negativos (SEMARNAT, 2019).

1.1.2.1. Integración en catálogos de conceptos

En los catálogos de conceptos, cada una de las especificaciones anteriores debe traducirse en partidas específicas que incluyan descripciones claras, unidades de medida, criterios de aceptación, y las responsabilidades de los contratistas. Por ejemplo:

- Partida 1: “Elaboración de Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) conforme a LGEEPA y NOM-001-SEMARNAT-2021.”
- Partida 2: “Implementación de medidas de mitigación para especies de fauna silvestre protegidas según la LGVS.”
- Partida 3: “Construcción de sistemas de drenaje pluvial sustentable para cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021 y LGDFS.”

Cada partida debe describir con precisión las actividades a realizar, los materiales a emplear, las normativas aplicables y los resultados esperados, asegurando el cumplimiento con las leyes y normas ambientales relevantes.

Esto garantiza que todos los actores involucrados en el proyecto, desde planificadores hasta constructores, comprendan y ejecuten las actividades conforme a los estándares ambientales exigidos por la legislación mexicana (Ortegón, Pacheco, & Prieto, 2015).

1.1.2.2. Importancia de los catálogos de conceptos

Los catálogos de conceptos ambientales y especificaciones técnicas son herramientas clave para:

- Homogenizar criterios: Permiten establecer criterios comunes para la evaluación ambiental de proyectos de infraestructura carretera en todo el país.
- Acelerar trámites: Agilizan los procesos de evaluación ambiental al proporcionar lineamientos claros y específicos.
- Mejorar la calidad ambiental: Contribuyen a la construcción de infraestructura vial más sostenible y con menor impacto ambiental.

Ejemplos de integración de conceptos ambientales respecto a la legislación ambiental

1. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

- Descripción: Realización de la Evaluación de Impacto Ambiental para el proyecto carretero.
- Unidad de Medida: Documento.
- Cantidad Estimada: 1.
- Especificaciones Técnicas: La EIA debe elaborarse conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la NOM-xxx. Incluye la identificación de impactos, medidas de mitigación, y planes de seguimiento.
- Normatividad Aplicable: LGEEPA, Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA.
- Criterios de Aceptación: Aprobación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

2. Construcción de pasos de fauna (Correa, 2020)

- Descripción: Construcción de pasos de fauna para facilitar el cruce seguro de animales silvestres.
- Unidad de Medida: Metro lineal.
- Cantidad Estimada: Según proyecto.
- Especificaciones Técnicas: Diseñados conforme a las especificaciones técnicas para la fauna local, considerando las dimensiones adecuadas para las especies presentes. Deberán ubicarse en puntos críticos identificados en la EIA.
- Normatividad Aplicable: Ley General de Vida Silvestre (LGVS), NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Criterios de Aceptación: Inspección y validación por un biólogo especializado en fauna silvestre.

3. Reforestación de áreas afectadas ((CONAFOR, 2010)

- Descripción: Reforestación de áreas impactadas por la construcción de la carretera.
- Unidad de Medida: Hectárea.
- Cantidad Estimada: Según proyecto.

- Especificaciones Técnicas: Uso de especies nativas y adaptadas al clima local. Plantación según densidad y patrones especificados en el proyecto. Se deberá asegurar la sobrevivencia de al menos el 80% de las plantas durante los primeros dos años.
- Normatividad Aplicable: Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), NOM-152-SEMARNAT-2006.
- Criterios de Aceptación: Supervivencia del 80% de las plantas tras dos años de plantación.

4. Gestión de residuos peligrosos

- Descripción: Manejo y disposición final de residuos peligrosos generados durante la construcción.
- Unidad de Medida: Kilogramo.
- Cantidad Estimada: Según proyecto.
- Especificaciones Técnicas: Clasificación, etiquetado, almacenamiento temporal y transporte de residuos peligrosos conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Disposición final en sitios autorizados.
- Normatividad Aplicable: LGPGIR, NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Criterios de Aceptación: Certificado de disposición final emitido por empresa autorizada.

5. Control de erosión y sedimentación

- Descripción: Implementación de medidas de control de erosión y sedimentación en áreas expuestas.
- Unidad de Medida: Metro cuadrado.
- Cantidad Estimada: Según proyecto.
- Especificaciones Técnicas: Instalación de barreras de sedimentos, mantas de control de erosión, y revegetación de taludes según especificaciones del proyecto y considerando las características del suelo y el clima.
- Normatividad Aplicable: NOM-023-SEMARNAT-2001 (Especificaciones de restauración ecológica).
- Criterios de Aceptación: Reducción visible de la erosión y sedimentación en las áreas tratadas.

1.1.2.2. Instrumentos de política ambiental

Los mecanismos gubernamentales para proteger el medio ambiente se dividen en diversas categorías, todas las cuales autorizan la intervención del Estado para abordar los desafíos ambientales. En términos generales, estos instrumentos se pueden agrupar en cuatro categorías principales., De acuerdo con la Universidad Nacional Autónoma de México (2021), siguiendo a Russell y Powell (2002), Howlett (2007) y Pérez et al. (2010), los instrumentos de política ambiental se clasifican en cuatro categorías: regulación directa, administrativos, económicos y educativos.

Tabla 1.1.
Clasificación de los instrumentos de política ambiental.

Categoría	Descripción	Ejemplos / Mecanismo
Regulación directa (comando y control)	Dependen de la promulgación de normas y del mecanismo coercitivo o sancionador. Es la forma tradicional de hacer cumplir la ley ambiental.	Normas obligatorias, límites de emisiones, sanciones, regulaciones de impacto ambiental.
Administrativos	Otorgamiento de derechos mediante licencias, permisos y otros instrumentos para usar recursos naturales.	Permisos de explotación de agua, licencias de manejo de residuos, autorizaciones de construcción.
Económicos	Usan incentivos o desincentivos del mercado para fomentar el cumplimiento de metas ambientales.	Impuestos ambientales, subsidios verdes, pagos por servicios ambientales, créditos o incentivos financieros.
Educativos	Basados en educación, investigación, asistencia técnica e información, promoviendo la participación social y el cumplimiento voluntario.	Campañas de concienciación, certificaciones ambientales, programas de capacitación, reportes de sostenibilidad.

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas (2021, p. 59), a partir de Russell & Powell (2002); Howlett (2007); Pérez et al. (2010).

El Artículo 17 de la LGEEPA establece la necesidad de integrar la política ambiental y el Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) en la planeación nacional del desarrollo, reconociendo que la evaluación del estado del medio ambiente es crucial para identificar problemas relacionados con la gestión de los recursos naturales. Esto se hace con el fin de prevenir la pérdida de recursos naturales, hábitats ecológicos y diversidad biológica, así como la degradación de suelos, la salinización, la acidificación y la desertificación, entre otros.

El OET se concibe como una herramienta diseñada para regular o incentivar el uso del suelo y las actividades productivas, considerando las tendencias de deterioro y las oportunidades de uso de los recursos naturales, con el objetivo de proteger el medio ambiente y garantizar la preservación y el uso sostenible de dichos recursos (Artículo 3o., fracción XXIV, LGEEPA).

En cuanto a la elaboración de programas de OET en México, ha habido diversas etapas y enfoques conceptuales a nivel institucional (Rosete, 2006). La participación de los tres niveles de gobierno en la formulación, expedición y ejecución de los programas de OET se regula en la sección II, capítulo IV, de la LGEEPA, que contempla cuatro niveles de ejecución: a) el ordenamiento ecológico general del territorio (OEGT), de competencia federal y con carácter indicativo para los particulares, pero obligatorio para la Administración Pública Federal (APF); b) el ordenamiento ecológico regional, de competencia estatal y aplicable a dos o más estados, municipios o al estado completo; c) el ordenamiento ecológico local (OEL), de competencia municipal, aplicable en un municipio completo

o en parte de éste, y d) los ordenamientos ecológicos marinos, de competencia federal, que abarcan zonas marinas y federales adyacentes.

Tabla 1. 2.
Clasificación de los instrumentos de la política ambiental mexicana.

Regulación directa	Administrativos	Económicos	Educativos
Denominados de comando y control, dependen de la promulgación de normas y del mecanismo: coerción/sanción. Administrativos Consisten en el otorgamiento de licencias, permisos y demás instrumentos para Económicos Dirigidos a hacer que las fuerzas Educativos Basados en acciones de educación, investigación del mercado sean las que adquirir el derecho a usar los recursos propicien el cumplimiento Es la forma tradicional naturales de acuerdo de las metas de hacer cumplir la ley.	Consisten en el otorgamiento de licencias, permisos y demás instrumentos para Económicos Dirigidos a hacer que las fuerzas Educativos Basados en acciones de educación investigación del mercado sean las que adquirir el derecho a usar los recursos propicien el cumplimiento Es la forma tradicional naturales de acuerdo de las metas de hacer cumplir la ley con la normatividad.	Dirigidos a hacer que las fuerzas Educativos Basados en acciones de educación investigación del mercado sean las que adquirir el derecho a usar los recursos propicien el cumplimiento Es la forma tradicional naturales de acuerdo de las metas de hacer cumplir la ley con la normatividad. ambientales.	Basados en acciones de educación investigación del mercado sean las que adquirir el derecho a usar los recursos propicien el cumplimiento Es la forma tradicional naturales de acuerdo de las metas de hacer cumplir la ley con la normatividad. ambientales.

Fuente: Russell y Powell, 2002; Howlett, 2007 y Pérez et al., 2010.

La LGEEPA, se considera instrumentos de mercado las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que establecen volúmenes predeterminados de emisiones de contaminantes en el aire, agua o suelo, así como los límites para la explotación de recursos naturales o la construcción en áreas naturales protegidas o en zonas cuya preservación y protección se consideren relevantes desde el punto de vista ambiental (según el Artículo 22).

En el diseño de los instrumentos de política ambiental federal de México se han utilizado prácticamente todas las categorías referidas, y se han dividido en ocho tipos (véase tabla 2.2).

Tabla 1. 3.
Instrumentos de la política ambiental mexicana.

Instrumentos de la Política Ambiental Mexicana	
1	Planeación ambiental
2	Ordenamiento ecológico del territorio
3	Instrumentos económicos
4	Regulación ambiental de los asentamientos humanos
5	Evaluación del impacto ambiental
6	Normas oficiales mexicanas en materia ambiental
7	Autorregulación y auditorías ambientales
8	Investigación y educación ecológicas

Fuente: Elaboración propia a partir del capítulo IV, LGEEPA.

Según lo establecido en la LOAPF, corresponde a la SEMARNAT la elaboración y dirección de la política ambiental federal (según el Artículo 32 bis, fracción II). Para llevar a cabo esta tarea, se apoya en diversos organismos desconcentrados y descentralizados, cada uno con funciones específicas. Entre los órganos desconcentrados se encuentran:

a. PROFEPA: órgano administrativo con autonomía técnica y operativa, cuya principal función es aumentar el cumplimiento de la normativa ambiental para contribuir al desarrollo sostenible y hacer cumplir las leyes ambientales.

b. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP): órgano administrativo encargado de la conservación del patrimonio natural de México a través de las áreas naturales protegidas (ANP), y de promover una cultura de conservación y desarrollo sostenible en las comunidades que habitan en su entorno.

c. CONAGUA: órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo, cuya misión es gestionar y preservar los recursos hídricos nacionales.

d. Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA): un organismo administrativo encargado de regular y supervisar la seguridad industrial, la seguridad operativa y la protección ambiental en relación con las actividades del sector de hidrocarburos.

Los organismos descentralizados y sus respectivos objetivos se describen a continuación:

a. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA): entidad responsable de abordar los desafíos nacionales y regionales relacionados con la gestión del agua, así como de promover nuevos enfoques en investigación y desarrollo tecnológico para garantizar la protección del recurso y su asignación equitativa y eficiente entre los diversos usuarios. Sus metas incluyen: i) contribuir a la gestión sostenible del agua mediante el conocimiento, la tecnología, la capacitación de recursos humanos y la

innovación; ii) integrar el sector hídrico en la sociedad del conocimiento; iii) generar un alto valor agregado para las instituciones del sector hídrico mediante la generación y adaptación de tecnologías, y la prestación de servicios tecnológicos altamente especializados; y iv) fomentar el desarrollo de la ciencia y la tecnología del agua, especialmente a través de la capacitación de personal altamente especializado a nivel de especialización y posgrado.

b. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC): entidad con personalidad jurídica y patrimonio propios, que cuenta con autonomía de gestión y tiene como objetivo coordinar y llevar a cabo estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica en materia de cambio climático, protección ambiental y preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como brindar el apoyo técnico y científico necesario para la formulación, implementación y evaluación de la política nacional en dichas áreas.

c. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR): organismo cuya misión es promover, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en el ámbito forestal, así como participar en la elaboración de planes, programas y políticas para el desarrollo forestal sustentable.

En México, los proyectos de infraestructura carretera deben cumplir con una serie de instrumentos de política ambiental que buscan mitigar los impactos ambientales negativos y asegurar que el desarrollo de cada proyecto sea sostenible. Los principales instrumentos aplicables de acuerdo con SCT (2014) actualmente SICT (Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes) son los siguientes:

1.Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)
Definición: La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente[2].

Aplicación: El objetivo de la evaluación del impacto ambiental es la sustentabilidad, pero para que un proyecto sea sustentable debe considerar además de la factibilidad económica y el beneficio social, el aprovechamiento razonable de los recursos naturales. Los proyectos de infraestructura carretera están sujetos a este procedimiento. Las autoridades ambientales revisan el estudio presentado y emiten una resolución que puede aprobar, rechazar o solicitar modificaciones al proyecto.

Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA).
La evaluación de un estudio de impacto ambiental lo realiza la autoridad mediante un procedimiento de tipo técnico administrativo, hay tres opciones mediante las cuales

2 https://www.gob.mx/SEMARNAT/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental#:~:text=La%20evaluaci%C3%B3n%20de%20impacto%20ambiental,efectos%20negativos%20en%20el%20ambiente.

puede presentarse dependiendo del control que se tenga sobre los impactos y la magnitud del área donde se pretende desarrollar un proyecto:

1. **Estudio ambiental**
   a. Informe Preventivo

Requieren de presentar un Informe Preventivo y no una Manifestación de Impacto Ambiental en los siguientes casos:

I. Existan normas oficiales mexicanas u 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;
II. Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del Artículo siguiente, o
III. Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en los términos de la presente sección.

b y c . Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)

Se trata de un documento con base en estudios técnicos con el que las personas (físicas o morales) que desean realizar alguna de las obras o actividades previstas en el Artículo 28 de la LGEEPA, analizan y describen las condiciones ambientales anteriores a la realización del proyecto con la finalidad de evaluar los impactos potenciales que la construcción y operación de dichas obras o la realización de las actividades podría causar al ambiente y definir y proponer las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar esas alteraciones.

Normatividad: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

2. **Cambio de uso de suelo en terrenos forestales**

Definición: Es un permiso necesario cuando un proyecto requiere transformar áreas forestales para su desarrollo. La SEMARNAT tiene la atribución de regular el uso de los recursos forestales y promover el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país.

En este sentido, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) establece la regulación del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), el cual se define como: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.

Conforme a lo establecido en el Artículo 93 de la LGDFS, la Secretaría podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal y con base en el Estudio Técnico Justificativo en dónde se demuestre que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión del suelo, el deterioro de la calidad del agua y disminución de su captación y que el uso alternativo propuesto sea más productivo a largo plazo.

Aplicación: Los proyectos de infraestructura carretera que implican remoción de vegetación considerada como forestal para el cambio de uso de suelo en áreas forestales deben obtener este permiso.

Normatividad: Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

3. Autorización de vías generales de comunicación

Definición: Es la autorización que se requiere para la construcción, modificación o ampliación de carreteras, caminos y puentes.

Aplicación: Los proyectos de infraestructura carretera deben obtener esta autorización, que incluye una revisión de los impactos ambientales.

Normatividad: Ley de Vías Generales de Comunicación.

4. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

Definición: Es un instrumento de política ambiental que organiza y regula el uso del suelo y las actividades productivas en el territorio nacional con el fin de proteger el ambiente.

Aplicación: Los proyectos carreteros deben alinearse con los lineamientos establecidos en los POETs para evitar conflictos con las áreas protegidas u otras zonas de importancia ecológica.

Normatividad: LGEEPA, reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico.

5. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)

Definición: Documento que analiza los posibles impactos de una regulación en el sector económico y social, incluyendo el impacto ambiental.

Aplicación: En ciertos casos, se requiere que los proyectos presenten una MIA para justificar su viabilidad en términos regulatorios.

Normatividad: LGEEPA, reglamento en materia de. Evaluación del Impacto Ambiental

6. Normas Oficiales Mexicanas (NOMs)

Definición: Son regulaciones técnicas obligatorias que establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los productos, procesos, servicios, y actividades en materia ambiental.

Aplicación: Existen varias NOMs aplicables a la construcción de carreteras, relacionadas con el manejo de residuos, control de emisiones, protección de recursos naturales, etc.

Normatividad: Diversas NOMs en el marco de la LGEEPA.

7. Instrumentos económicos

Definición: Mecanismos como impuestos, incentivos fiscales, y otros que buscan internalizar los costos ambientales.

Aplicación: Proyectos que logren reducir su impacto ambiental podrían acceder a incentivos o beneficios fiscales, mientras que aquellos que no cumplan con los estándares ambientales podrían enfrentar sanciones.

8. Consultas públicas

Definición: Proceso mediante el cual se involucra a la comunidad en la toma de decisiones sobre proyectos que pueden afectar el medio ambiente.

Aplicación: En muchos casos, especialmente para proyectos de gran magnitud, es necesario llevar a cabo consultas públicas como parte del proceso de EIA.

Normatividad: LGEEPA, reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Estos instrumentos buscan asegurar que los proyectos de infraestructura carretera en México se desarrollen de manera responsable y sostenible, minimizando su impacto en el ambiente y protegiendo los recursos naturales y la biodiversidad del país.

1.1.2.3. Evaluación del impacto ambiental

Los orígenes internacionales de la evaluación del impacto ambiental (EIA) se remontan al principio 17 de las declaraciones de Estocolmo y Río. Este último afirma la necesidad de realizar una evaluación del impacto ambiental como un instrumento nacional para cualquier actividad propuesta que pueda tener un impacto negativo significativo en el medio ambiente y esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente. En el contexto jurídico mexicano, la EIA estaba regulada en el Artículo 28 de la ley ambiental de 1971 y en el numeral 7o. de la ley de 1982; sin embargo, su verdadera implementación comenzó con su incorporación en el Artículo 28 de la LGEEPA.

Esta ley la define como el procedimiento a través del cual la SEMARNAT establece las condiciones para la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o exceder los límites y condiciones establecidos para proteger el ambiente, con el objetivo de preservar y restaurar los ecosistemas y reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. El Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental (REIA) detalla un listado general de las obras o actividades sujetas a EIA por parte de la Federación, según lo establecido en el Artículo 5o. Por su parte, los estados y municipios son responsables de la EIA de todas las obras y actividades dentro de sus competencias respectivas.

El propósito de la EIA es identificar y evaluar los impactos ambientales de un proyecto específico, determinar su factibilidad ambiental a través de un análisis costo-beneficio ambiental y establecer las condiciones y medidas de prevención y mitigación necesarias para su ejecución.

Para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, los interesados deben presentar ante la SEMARNAT una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual debe incluir al menos una descripción de los posibles efectos en los ecosistemas que podrían ser afectados por la obra o actividad en cuestión, considerando todos los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y otras necesarias para evitar y reducir al mínimo los impactos negativos en el ambiente. En el caso de actividades consideradas altamente riesgosas, la MIA debe incluir un estudio de riesgo correspondiente (Artículo 30, LGEEPA).

La normativa federal contempla dos modalidades para someter los proyectos a una EIA: la regional, aplicable a proyectos que involucran parques industriales, granjas acuícolas de más de quinientas hectáreas, carreteras, vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y proyectos que alteren las cuencas hidrológicas, entre otros, así como obras en zonas con programas de Ordenamiento Ecológico y sitios con impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que puedan causar la destrucción,

aislamiento o fragmentación de ecosistemas; y la particular, para los demás casos (Artículo 11, REIA).

La LGEEPA establece la presentación de un informe preventivo en lugar de una MIA en los siguientes casos: cuando existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, descargas o aprovechamiento de recursos naturales; cuando las obras o actividades estén previstas en un plan parcial de desarrollo urbano u ordenamiento ecológico evaluado por la SEMARNAT; o si se trata de instalaciones en parques industriales autorizados por la SEMARNAT. En estos casos, la SEMARNAT determinará si se requiere presentar una MIA después de evaluar el informe preventivo (Artículo 31, LGEEPA). La ASEA es responsable de llevar a cabo el proceso de EIA para proyectos en el sector hidrocarburos, y para estaciones de servicio en áreas urbanas, suburbanas o industriales, se expidió la NOM-005-ASEA-2016, que establece requisitos para diseño, construcción, operación y mantenimiento, en la que los regulados deben presentar un informe preventivo en lugar de una MIA para su evaluación y resolución en materia de impacto ambiental.

Como parte del proceso de evaluación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la SEMARNAT/ASEA tiene la facultad de llevar a cabo una consulta pública a solicitud de cualquier miembro de la comunidad afectada. En el caso de obras o actividades que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos graves o daños a la salud pública o a los ecosistemas, se puede convocar a una reunión pública de información, donde el proponente explicará los aspectos técnicos ambientales del proyecto. Esta decisión de llevar a cabo la consulta queda a discreción de la autoridad, lo que puede ir en contra del principio de participación pública en temas ambientales. Aunque cualquier interesado puede proponer medidas adicionales de prevención y mitigación, así como hacer observaciones pertinentes, estas propuestas no necesariamente obligan a la autoridad a tomarlas en cuenta al emitir la resolución correspondiente (Artículo 34, LGEEPA).

Una vez evaluada la MIA, la SEMARNAT/ASEA emite una resolución que puede aprobar el proyecto tal como fue presentado, establecer condiciones o medidas adicionales de prevención o mitigación, o negar la realización del proyecto en casos de incumplimiento de la normativa, amenaza de extinción de especies o falsedad en la información proporcionada por el interesado (Artículo 35, LGEEPA).

Es importante destacar que el procedimiento de consulta establecido en la LGEEPA y su reglamento es diferente al derecho a la consulta libre, previa e informada de los pueblos indígenas, que debe realizarse de buena fe y de manera culturalmente adecuada, según lo establecido en el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes y la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.

1.1.2.4. Cambio del uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF)

- El Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales es un proceso regulado en México, especialmente para proyectos de infraestructura carretera, dado su impacto significativo en los ecosistemas. El procedimiento debe cumplir con la normatividad establecida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y otras

disposiciones relacionadas, asegurando que se respeten las directrices ambientales y se minimicen los daños a los recursos naturales.

Estudio Técnico Justificativo (ETJ)

El ETJ es un documento clave para solicitar la autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Este documento debe presentar un análisis exhaustivo que justifique la necesidad del cambio y describa las medidas de mitigación y compensación propuestas.

Componentes del ETJ

1. Descripción del proyecto
   - Objetivo: Detallar la necesidad del proyecto de infraestructura carretera y su importancia. Explicar por qué es indispensable realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
   - Ubicación: Especificar la localización exacta de los terrenos, incluyendo coordenadas geográficas, mapas, y colindancias.

2. Caracterización del sitio
   - Inventario forestal: incluir un inventario detallado de la vegetación existente, especies arbóreas y su estado de conservación.
   - Suelo y clima: describir las características del suelo, topografía y condiciones climáticas del área afectada.
   - Fauna: Identificar las especies de fauna presentes, especialmente aquellas bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

3. Evaluación de impactos
   - Impacto ambiental potencial: analizar los posibles impactos sobre la vegetación, fauna, suelo, agua y otros recursos naturales.
   - Cambio en la cobertura vegetal: describir el área de terreno forestal que se verá afectada y los cambios esperados en la cobertura vegetal.

4. Justificación técnica y legal
   - Necesidad del cambio de uso de suelo: presentar una justificación técnica que explique por qué el cambio es esencial para la realización del proyecto.
   - Cumplimiento normativo: detallar cómo el proyecto cumplirá con la normativa ambiental aplicable, incluyendo la LGDFS, LGEEPA, y las normas específicas relacionadas con la protección de terrenos forestales.

5. Medidas de mitigación
   - Reforestación: proponer un programa de reforestación para compensar la pérdida de vegetación. Debe incluir especies nativas, técnicas de plantación, y un plan de monitoreo.
   - Conservación de suelo: describir las medidas para prevenir la erosión y mantener la estabilidad del suelo.

- Protección de fauna: proponer la construcción de pasos de fauna y otras medidas para minimizar el impacto sobre las especies animales.

6. Compensaciones ambientales
   - Programas de restauración: incluir propuestas para restaurar áreas degradadas cercanas al proyecto como parte de la compensación por el cambio de uso de suelo.
   - Pago de servicios ambientales: considerar el pago por servicios ambientales como medida de compensación.

7. Supervisión y monitoreo
   - Plan de monitoreo: describir el plan de monitoreo continuo durante y después de la implementación del proyecto, asegurando que las medidas de mitigación y compensación se cumplan efectivamente.
   - Reportes: establecer un cronograma para la presentación de informes periódicos a las autoridades ambientales.

8. Participación social
   - Consulta pública: describir el proceso de consulta pública realizado, incluyendo las opiniones y preocupaciones de las comunidades locales y cómo fueron integradas en el proyecto.

Procedimiento para la autorización del cambio de uso de suelo

1. Presentación del ETJ: El promotor del proyecto debe presentar el ETJ ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) u otra autoridad competente.
2. Revisión Técnica: La autoridad revisa el ETJ para asegurar que cumple con los requisitos legales y técnicos.
3. Dictamen de la Autoridad Forestal: La autoridad forestal evalúa el ETJ y emite un dictamen, que puede incluir recomendaciones adicionales o condiciones para la aprobación.
4. Emisión de la Autorización: Si el dictamen es favorable, se emite la autorización para el cambio de uso de suelo, bajo las condiciones establecidas por la autoridad.
5. Monitoreo y Supervisión: Durante la ejecución del proyecto, se realiza el monitoreo para asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación y compensación propuestas.

Importancia del ETJ en infraestructura carretera

El ETJ es fundamental para asegurar que los proyectos de infraestructura carretera que afecten terrenos forestales se realicen de manera sostenible y en cumplimiento con la legislación ambiental. A través del ETJ, se busca equilibrar el desarrollo de la infraestructura con la protección y conservación de los recursos naturales, garantizando que los beneficios del proyecto no vayan en detrimento del medio ambiente.

La integración del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales dentro de los catálogos de conceptos y especificaciones técnicas de infraestructura carretera es esencial

para asegurar el cumplimiento normativo y la protección ambiental. El ETJ es el instrumento clave en este proceso, proporcionando una justificación técnica y ambiental sólida que respalde la necesidad del cambio y garantice la implementación de medidas efectivas de mitigación y compensación.

1.2. Antecedentes históricos sobre la evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales relativos a la infraestructura carretera

La historia de la Evaluación del Impacto Ambiental y del cambio de uso de suelo en terrenos forestales en el contexto de la infraestructura carretera en México refleja una evolución significativa en la política ambiental y en la gestión de los recursos naturales. Esta evolución ha sido impulsada por una creciente conciencia de la necesidad de equilibrar el desarrollo económico con la conservación del medio ambiente. La evolución de la EIA y el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en relación con la infraestructura carretera en México ha sido un proceso de mejora continua. Desde los primeros marcos legales hasta las reformas más recientes, México ha desarrollado un sistema más robusto y transparente para gestionar los impactos ambientales, equilibrando el desarrollo con la conservación del medio ambiente. Esta trayectoria refleja un compromiso creciente con la sostenibilidad y la integración de las consideraciones ambientales en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura.

En las décadas de 1970 y 1980, México comenzó a establecer los primeros marcos regulatorios destinados a abordar los impactos ambientales de los proyectos de infraestructura. En 1988, la promulgación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) representó un hito crucial en la legislación ambiental del país. Esta ley introdujo el concepto de Evaluación del Impacto Ambiental como un mecanismo para identificar, prevenir y mitigar los efectos negativos que los proyectos de infraestructura, como las carreteras, podrían tener sobre el medio ambiente. La LGEEPA sentó las bases para una mayor regulación y monitoreo de los impactos ambientales, estableciendo la obligación de realizar estudios detallados antes de la aprobación de proyectos que pudieran tener efectos significativos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 1988).

El proceso de regulación ambiental se fortaleció en la década de 1990 con la implementación del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental en 1996. Este reglamento proporcionó directrices más específicas sobre cómo llevar a cabo las evaluaciones, estableciendo criterios claros para la presentación de estudios y la gestión de los impactos identificados (SEMARNAT, 1996). Durante este período, la legislación comenzó a enfocarse también en la necesidad de planes de manejo adecuados para mitigar los efectos de los proyectos de infraestructura, incluyendo los de carácter carretero.

Simultáneamente, la legislación forestal en México empezó a tomar forma para abordar los desafíos asociados con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La Ley Forestal de 1986 estableció las primeras normas para la conservación y el manejo de los recursos forestales, sentando las bases para un control más riguroso sobre las

actividades que podían transformar estos terrenos (Ley Forestal, 1986). Sin embargo, la necesidad de una regulación más detallada y actualizada llevó a la promulgación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en 2003. Esta nueva ley introdujo procedimientos más estrictos para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, exigiendo estudios de impacto ambiental y planes de manejo forestal más robustos para garantizar que las transformaciones fueran sostenibles (Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 2003).

En el periodo de 2000 a 2010, las reformas a la LGEEPA y la introducción de nuevas Normas Oficiales Mexicanas (NOM) marcaron un avance significativo en la regulación de la infraestructura carretera. Las reformas a la LGEEPA en 2000 ampliaron el alcance de las evaluaciones, exigiendo una evaluación más exhaustiva de los impactos acumulativos y sinérgicos de los proyectos (SEMARNAT, 2000). Las NOM desarrolladas durante este tiempo establecieron estándares técnicos específicos para la construcción de infraestructura, abordando temas como la calidad del aire y el manejo de residuos, y garantizando así que los proyectos carreteros se ajustaran a los requisitos ambientales establecidos (NOM-085-SEMARNAT-1994, 1994).

En la década de 2010, la reforma de 2018 a la LGEEPA introdujo importantes mejoras en los procedimientos de evaluación y en la participación pública. Se fortaleció la transparencia en la gestión de los estudios de impacto ambiental y se promovió una mayor participación de las comunidades locales en el proceso de toma de decisiones. Estas reformas reflejaron un enfoque más integral y participativo hacia la evaluación ambiental, buscando asegurar que las preocupaciones locales y los impactos potenciales se consideraran adecuadamente (SEMARNAT, 2018).

Además, la implementación del Sistema Nacional de Información de Evaluación del Impacto Ambiental (SNI-EIA) ha facilitado la centralización y el acceso a la información sobre las evaluaciones de impacto, mejorando la supervisión y la gestión de los proyectos (SEMARNAT, 2020). Esta herramienta ha permitido una mejor supervisión del cumplimiento de las regulaciones ambientales y ha apoyado una gestión más efectiva de los proyectos de infraestructura carretera.

En los últimos años, el enfoque en la sostenibilidad y el cambio climático ha adquirido una importancia creciente. Los proyectos de infraestructura carretera ahora deben considerar no solo los impactos inmediatos, sino también los efectos a largo plazo sobre el clima y la biodiversidad. La participación comunitaria y la alineación con los planes de desarrollo urbano y territorial se han convertido en aspectos esenciales para asegurar que los proyectos sean sostenibles y respetuosos con el entorno.

1.2.1. Antecedente jurídico a nivel Internacional.

Los antecedentes de la legislación ambiental se remontan a varios siglos atrás, pero es en el siglo XX cuando comienza a tomar forma de manera más formal y sistemática.

En los años 60s en Estados Unidos se crea la Ley Nacional de Política Ambiental, por sus siglas en inglés, *National Environmental Policy Act* (NEPA) en la cual se establece el marco legal para la evaluación de impacto ambiental (EIA) de proyectos federales en los Estados Unidos. Esta ley es fundamental porque exige que las agencias federales consideren los efectos ambientales de sus acciones y tomen medidas para mitigar los impactos negativos en el medio ambiente (Swegle,2016). Esto significa que antes de

aprobar un proyecto federal, las agencias deben evaluar cuidadosamente cómo afectará al medio ambiente y desarrollar estrategias para minimizar cualquier impacto negativo. La NEPA también promueve la transparencia y la participación pública en el proceso de toma de decisiones ambientales. Requiere que las agencias federales informen al público sobre los posibles impactos ambientales de un proyecto y brinden oportunidades para que el público comente sobre el proyecto propuesto (Swegle, 2016).

Por su parte en 1970, el presidente Nixon instituyó la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA), con la misión de proteger la salud pública y el medio ambiente, en el mismo año el Congreso reformó y amplió de manera significativa la Ley de Aire Limpio (Clean Air Act) a fin de establecer normas nacionales de calidad del aire, emisiones de vehículos automotores y contaminación (Swegle, 2016).

A la par en ese mismo año se crea la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) se ha establecido como un pilar fundamental en la protección y preservación del medio ambiente en el país. Desde su creación en 1970, la EPA ha desempeñado un papel crucial en la promoción de políticas y regulaciones destinadas a abordar una amplia gama de problemas ambientales, desde la contaminación del aire y del agua hasta la gestión de residuos y la protección de la biodiversidad.

Uno de los aspectos más destacados de la EPA es su enfoque en la ciencia y la investigación. La agencia lleva a cabo investigaciones exhaustivas para comprender mejor los problemas ambientales y desarrollar soluciones efectivas basadas en evidencia científica. A través de programas de monitoreo y evaluación, la EPA recopila datos ambientales críticos que informan la toma de decisiones y la formulación de políticas a nivel federal y estatal.

La EPA también desempeña un papel vital en la aplicación de las leyes ambientales. La agencia trabaja en estrecha colaboración con estados, tribus y comunidades locales para garantizar el cumplimiento de las regulaciones ambientales y tomar medidas correctivas en casos de violaciones. Esta función de aplicación ayuda a garantizar que las empresas y los individuos sean responsables de sus acciones y cumplan con los estándares ambientales establecidos.

Otro aspecto importante del trabajo de la EPA es su enfoque en la educación y la concienciación pública. La agencia desarrolla programas educativos y campañas de divulgación destinadas a informar y empoderar a la población sobre cuestiones ambientales clave. Al aumentar la conciencia pública sobre la importancia de proteger el medio ambiente, la EPA fomenta una mayor participación ciudadana y promueve un cambio de comportamiento hacia prácticas más sostenibles.

Además de su labor a nivel nacional, la EPA también desempeña un papel activo en la cooperación internacional en materia ambiental. La agencia trabaja con socios internacionales para abordar problemas ambientales transfronterizos, compartir mejores prácticas y promover estándares ambientales globales más estrictos. Esta colaboración global es esencial para abordar desafíos ambientales que trascienden fronteras nacionales y garantizar un futuro sostenible para las generaciones venideras.

En 1972 la comunidad internacional se reunió en Estocolmo, Suecia, para participar en la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Durante este encuentro, se adoptó la Declaración de Estocolmo, que contenía 26 principios fundamentales.

Esta reunión colocó las cuestiones ambientales en el primer plano de las preocupaciones internacionales y marcó el inicio de un diálogo entre los países industrializados y en desarrollo sobre el vínculo entre el crecimiento económico, la contaminación del aire, el agua y los océanos, y el bienestar de las personas en todo el mundo. Uno de los logros más significativos de la conferencia fue la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que ha desempeña (Nay-Valero, María; Febres Cordero-Briceño, María Elena, 2019) un papel crucial en la promoción de la cooperación internacional en materia ambiental y en la elaboración de políticas para abordar los desafíos ambientales globales (Nay-Valero, María; Febres Cordero-Briceño, María Elena, 2019).

En 1992, la comunidad internacional se reunió en Río de Janeiro, Brasil, para participar en la histórica Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, también conocida como la Cumbre de la Tierra.

La *Cumbre de la Tierra de 1992* fue un hito crucial en la historia del movimiento ambientalista y del desarrollo sostenible. Reunió a líderes mundiales, científicos, activistas ambientales y representantes de la sociedad civil para abordar los desafíos ambientales globales y explorar formas de conciliar el desarrollo económico con la protección del medio ambiente. Uno de los principales resultados de la conferencia fue la adopción de dos documentos clave: la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y el Plan de Acción de Río. La Declaración de Río estableció principios fundamentales para el desarrollo sostenible, reconociendo la interdependencia entre el medio ambiente, la economía y el desarrollo social. El Plan de Acción de Río delineó medidas concretas para abordar una amplia gama de problemas ambientales, desde el cambio climático hasta la pérdida de biodiversidad. (Castillo, 2017)

Además de estos documentos, la Cumbre de la Tierra también condujo a la creación de importantes instrumentos internacionales, como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB). Estos acuerdos establecieron marcos legales y procesos para abordar los problemas ambientales a nivel global.

La *Conferencia de Johannesburgo de 2002* tuvo lugar una década después de la Cumbre de la Tierra de 1992 en Río de Janeiro, Brasil. Su objetivo principal era revisar los progresos realizados desde la Cumbre de la Tierra y renovar el compromiso global con el desarrollo sostenible. Uno de los principales resultados de la conferencia fue la adopción del Plan de Implementación de Johannesburgo, que delineó medidas concretas para avanzar hacia el desarrollo sostenible en áreas clave como la pobreza, el agua, la energía, la agricultura y la biodiversidad. El plan reconoció la necesidad de integrar consideraciones ambientales, sociales y económicas en todas las políticas y prácticas de desarrollo.

La Conferencia de Johannesburgo también destacó la importancia de la colaboración entre múltiples actores, incluidos gobiernos, organizaciones internacionales, la sociedad civil y el sector privado. Se reconoció que el logro del desarrollo sostenible requería un enfoque inclusivo y participativo que involucrara a todas las partes interesadas. Además, la conferencia reafirmó la importancia de los principios establecidos en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, incluido el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas. Este principio reconoce que, si bien todos los países tienen responsabilidades en la búsqueda del desarrollo sostenible, las

naciones desarrolladas tienen una responsabilidad especial debido a su mayor capacidad económica y su histórica contribución a los problemas ambientales globales (Rodríguez Rodríguez, 2008).

1.2.2. Antecedente históricos y evolución de la legislación ambiental en México.

La historia de la protección del medio ambiente en México es un relato complejo y multifacético que abarca desde la era precolombina hasta la actualidad. A lo largo de los siglos, diversas culturas indígenas desarrollaron prácticas y creencias que promovían la armonía con la naturaleza y el respeto por los recursos naturales. Sin embargo, fue durante el siglo XX cuando surgieron los primeros esfuerzos institucionales para abordar los desafíos ambientales a nivel nacional.

En las décadas posteriores a la Revolución Mexicana, el país experimentó un rápido crecimiento industrial y urbano, lo que generó una serie de problemas ambientales significativos, como la contaminación del aire y del agua, la deforestación y la pérdida de biodiversidad.

La protección legal del medio ambiente en nuestro país puede dividirse en tres etapas principales, cada una con un impacto en el desarrollo de un sistema administrativo y normativo complejo[3]. La primera etapa se centró en un enfoque de salud pública en respuesta a la conexión entre la contaminación ambiental y las condiciones de salud de la población.

En lo que respecta a la conservación de los recursos naturales, los primeros esfuerzos surgieron a finales del siglo XIX con la expropiación de terrenos de gran importancia ambiental para su preservación. En 1917, el presidente Venustiano Carranza decretó el Desierto de los Leones como la primera área natural protegida en el país. Más tarde, Lázaro Cárdenas fue un pionero al incluir en su plan sexenal la meta de establecer parques nacionales, logrando junto con el entonces jefe del Departamento Forestal y de Caza y Pesca, Miguel Ángel de Quevedo, la declaración de áreas naturales protegidas que abarcaban casi el 30% del territorio nacional (Murillo y Orozco, 2006: 18 y 23).

En el Manual de Derecho Ambiental Mexicano, se establece que esto condujo a la intervención del Consejo Superior de Salubridad, perteneciente al entonces Departamento de México, establecido en 1841 y regulado por varios reglamentos hasta la promulgación, el 15 de julio de 1891, del Código Sanitario.

Posterormente en 1971, se promulgó la primera ley ambiental conocida como Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. Su aplicación fue responsabilidad de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, establecida en 1972 como parte de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. En 1976, se incorporó el componente ambiental en la gestión de asentamientos humanos a través de la Dirección General de Ecología Urbana, que formaba parte de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas en ese entonces.

Siguiendo con esta reflexión de "*La Construcción del Derecho Ambiental en México*", en una segunda etapa, el enfoque de la política ambiental se amplió y se orientó hacia

3 Hernández , M. A. y Otero , M. R. y Gallegos , M. T. (2021). Manual de derecho ambiental mexicano. Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM. https://ulibros.com/manual-de-derecho-ambiental-mexicano-s8ijp.htm

la prevención. Esto llevó a la promulgación de la Ley Federal de Protección al Ambiente en 1982, en sustitución de la ley de 1971. Como resultado de las modificaciones a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF), se creó la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), que tuvo a su cargo la Subsecretaría de Ecología, integrando facultades en materia de asentamientos humanos, saneamiento ambiental y protección de los ecosistemas. De gran relevancia fue la reforma del 6 de febrero de 1976 al párrafo tercero del Artículo 27 constitucional. Lo anterior es congruente con el principio 13 de la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano, adoptada en el seno de las Naciones Unidas en 1972.

> "*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, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para el fraccionamiento de los latifundios [...].*

Y la tercera etapa se caracterizó por el intento de abordar, de manera integral, la política ambiental, lo cual es resultado de la modificación constitucional del 10 de agosto de 1987, que involucro al Artículo 27. En ese mismo acto de modificación, se añadió al Artículo 73, fracción XXIX, el inciso G, que otorga al Congreso de la Unión la facultad para promulgar leyes que establezcan la colaboración del gobierno federal, de los gobiernos estatales y municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, en temas de protección ambiental y conservación y restauración del equilibrio ecológico. Este cambio sienta las bases para la promulgación de la LGEEPA en 1988, como parte de la política ambiental del país, influenciada por la negociación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte entre Canadá, Estados Unidos y México (TLCAN) (Ramírez, 2014).

En este sentido, el de Derecho Ambiental Mexicano refiere que en 1992, la SEDUE se transforma en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), dividiendo las responsabilidades ambientales en dos entidades: el Instituto Nacional de Ecología (INE), renombrado en 2012 como Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), encargado de funciones técnicas de investigación y normativas; y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), responsable de la vigilancia ambiental. Ya en 1994, se establece la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), que incluye los sectores ambiental, hídrico y pesquero, con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) adscrita a ella. En el año 2000, el sector de pesca se desvinculó del ámbito ambiental para integrarse al sector productivo, lo que condujo a una reestructuración de la SEMARNAP, dando lugar a la actual Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Finalmente se refiere que, en las primeras dos décadas del siglo XXI, se han incorporado en la legislación mexicana enfoques y herramientas innovadoras para la protección jurídica del medio ambiente. Estos incluyen el reconocimiento constitucional del derecho a un medio ambiente sano y la subsiguiente protección ambiental desde una perspectiva de los derechos humanos. Además, se ha reconocido en el Código Federal de Procedimientos Civiles el interés colectivo y difuso de las personas para solicitar la protección del medio ambiente en los tribunales federales mediante acciones colectivas, así como la implementación de normativas sobre responsabilidad y reparación por daño ambiental. También se ha establecido el mandato para la creación de tribunales ambientales a partir de la reforma del Artículo 4o. constitucional y la emisión de la LFRA. (Nay-Valero, María; Febres Cordero-Briceño, María Elena, 2019).

1.2.3. Antecedentes históricos sobre la evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales relativos a la infraestructura carretera en México

Los antecedentes históricos de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) y el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), en relación con la infraestructura carretera en México, se pueden trazar a lo largo de varias décadas. Estos antecedentes reflejan la evolución de la conciencia ambiental y la implementación de políticas públicas para proteger los recursos naturales y garantizar un desarrollo sostenible.

1. Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)

- **Década de 1970:**
  - En esta época, a nivel internacional, se empezó a gestar la necesidad de evaluar los impactos ambientales de los proyectos de infraestructura carretera. México, influenciado por movimientos globales, comenzó a considerar aspectos ambientales en la planificación de proyectos, aunque de manera limitada y no formalizada.

- **1982 - Creación de la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA):**
  - La primera ley ambiental en México, la LFPA, se promulgó en 1982, marcando un hito en la regulación ambiental. Aunque no establecía formalmente la EIA como la conocemos hoy, comenzaba a esbozar la importancia de considerar los impactos ambientales en los proyectos de desarrollo.

- **1988 - Promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA):**
  - La LGEEPA estableció formalmente la Evaluación del Impacto Ambiental como un procedimiento obligatorio para proyectos que pudieran causar desequilibrios ecológicos significativos. Desde su promulgación, cualquier proyecto de infraestructura carretera debe someterse a una EIA, evaluando los posibles impactos en el entorno natural, social y económico.

- **Década de 1990 - Reglamentación y Fortalecimiento de la EIA:**
  - Durante los años 90, se desarrollaron reglamentos específicos que fortalecieron el proceso de EIA. El Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

de la LGEEPA (1993) detalló los procedimientos y requisitos para la evaluación de proyectos carreteros y otros desarrollos.

- **Siglo XXI - Actualización y perfeccionamiento:**
  - Con el tiempo, la EIA ha sido actualizada y perfeccionada para responder a los nuevos desafíos ambientales y sociales. Se han implementado criterios más rigurosos y se ha promovido una mayor participación ciudadana en los procesos de evaluación.

2. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales

- **Década de 1960 y 1970 - Desarrollo carretero sin regulación ambiental:**
  - Durante estas décadas, México experimentó un fuerte crecimiento en la construcción de infraestructura carretera, muchas veces sin considerar los impactos ambientales, lo que llevó a la deforestación y la degradación de ecosistemas forestales.

- **1986 - Promulgación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS):**
  - En 1986, se promulgó una ley específica para la protección de los recursos forestales, que estableció la necesidad de permisos para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Aunque la aplicación fue limitada al principio, marcó el comienzo de la regulación formal en este aspecto.

- **1992 - Reforma de la LGEEPA y la LGDFS:**
  - En 1992, la LGEEPA fue reformada para incluir disposiciones más estrictas sobre el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Esta reforma obligó a que cualquier proyecto de infraestructura carretera que implicara la transformación de áreas forestales necesitara un permiso especial, respaldado por un estudio que justificara la necesidad del cambio y propusiera medidas de compensación.

- **Década de 2000 - Fortalecimiento de la protección forestal:**
  - Con el aumento de la conciencia sobre la pérdida de biodiversidad y la importancia de los bosques, la regulación sobre el cambio de uso de suelo se fortaleció. La LGDFS fue reformada para incluir disposiciones más estrictas, y se establecieron mecanismos de compensación ambiental más rigurosos para los proyectos carreteros que implicaran deforestación.

- **2010 en adelante - Conservación y desarrollo sostenible:**
  - En la última década, ha habido un enfoque creciente en la conservación de los ecosistemas forestales. Las políticas públicas han promovido prácticas de desarrollo sostenible, y el cambio de uso de suelo en terrenos forestales ha sido objeto de un escrutinio más riguroso, con la participación de comunidades y organizaciones ambientales.

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan con mejor precisión los instrumentos normativos y su regulación.

Cuadro 1. 1.
Evolución de los instrumentos normativos ambientales en México

1. Inicios y Primeras Regulaciones (1970-1990)

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (1988): Esta fue una de las primeras leyes nacionales en México enfocadas en la protección ambiental (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 1988). Introdujo el concepto de evaluación del impacto ambiental (EIA) para proyectos que pudieran tener efectos significativos sobre el medio ambiente.

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (1996): Este reglamento proporcionó detalles sobre el proceso de evaluación del impacto ambiental y los requisitos específicos para diferentes tipos de proyectos (SEMARNAT, 1996).

2. Fortalecimiento de la Regulación (1990-2010)

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) Reformada (2000): La reforma introdujo la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) en diferentes niveles, aumentando la rigurosidad del proceso para proyectos de infraestructura carretera (SEMARNAT, 2000).

Normas Oficiales Mexicanas (NOM): Se desarrollaron varias NOM específicas para establecer criterios técnicos y ambientales para la construcción y operación de infraestructura carretera, enfocándose en aspectos como la calidad del aire, el manejo de residuos y la protección de fauna y flora (NOM-085-SEMARNAT-1994, 1994).

3. Integración y Modernización (2010-Presente)

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) Reformada (2018): La reforma incluyó cambios para mejorar la transparencia y participación ciudadana en el proceso de evaluación del impacto ambiental. Se fortaleció el papel de las evaluaciones estratégicas y se promovió una mejor integración de los aspectos ambientales en el planeamiento y ejecución de proyectos (SEMARNAT, 2018).

Sistema Nacional de Información de Evaluación del Impacto Ambiental (SNI-EIA): Se ha implementado un sistema para centralizar y acceder a la información sobre las evaluaciones de impacto ambiental, mejorando la supervisión y la gestión de estos proyectos (SEMARNAT, 2020).

4. Aspectos Recientes y Desafíos Actuales

Sostenibilidad y Cambio Climático: Recientemente, se ha puesto un mayor énfasis en la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático. Esto incluye considerar el impacto a largo plazo de las infraestructuras en el medio ambiente y en las comunidades locales (González, 2022).

Participación Ciudadana: Se ha incrementado la importancia de la participación pública y la consulta comunitaria en el proceso de evaluación y aprobación de proyectos de infraestructura carretera (Vázquez & Morales, 2021).

Desarrollo Urbano y Territorial: Los proyectos de infraestructura carretera ahora deben alinearse con planes de desarrollo urbano y territorial que buscan integrar mejor las consideraciones ambientales y sociales (Rodríguez, 2023).

5. Aspectos Internacionales y Cooperación

Tratados Internacionales: México ha ratificado varios tratados internacionales que influyen en la regulación ambiental, como el Acuerdo de París, lo que ha llevado a un enfoque más robusto en la reducción de emisiones y la protección ambiental (Organización de las Naciones Unidas, 2016).

Cooperación con Organismos Internacionales: Se han establecido colaboraciones con organismos internacionales para mejorar las prácticas y estándares ambientales en proyectos de infraestructura carretera (Banco Mundial, 2020).

Fuente: González Márquez, J. J., & Montelongo Buenavista, I. (s.f.). *Cinco décadas de derecho y gestión ambientales en México*. Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Derecho e Ingeniería Ambiental.

La evolución histórica de la Evaluación del Impacto Ambiental y el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en México refleja un proceso gradual de toma de conciencia y regulación, impulsado por la necesidad de equilibrar el desarrollo de la infraestructura carretera con la protección del medio ambiente. Aunque los primeros esfuerzos fueron limitados y la implementación ha enfrentado desafíos, hoy en día estos instrumentos son fundamentales para asegurar que el desarrollo carretero en México sea sostenible y respetuoso con el entorno natural.

1.2.4. Evolución de la regulación ambiental en México

En México, los antecedentes en cuanto a la protección del medio ambiente datan del 23 de marzo de 1971, fecha en la que se promulgó la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. Asimismo, durante ese mismo período, en enero de 1971, se realizaron modificaciones a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el Artículo 73 fracción XVI 4a, delegando al Consejo General de Salubridad la facultad de establecer las medidas necesarias para prevenir y combatir la contaminación ambiental (Anglés Hernández, Rovalo Otero, & Tejado Gallegos, 2023).

En 1971, se promulgó la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, lo que representó un hito significativo en la historia de la legislación ambiental en México. Esta ley sentó las bases legales para la protección del medio ambiente y la regulación de las actividades humanas susceptibles de causar contaminación.

En los años posteriores, se aprobaron y modificaron diversas leyes y normativas ambientales para abordar una amplia variedad de problemas ambientales, como la conservación de la biodiversidad, la gestión de residuos, la protección del agua y la calidad del aire, entre otros. Entre estas leyes se destacan la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) de 1988 y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de 2003.

Además de las leyes federales, muchos estados de México han desarrollado sus propias leyes y reglamentos ambientales para adaptarse a las necesidades y circunstancias locales. Esta descentralización ha permitido una mejor coordinación y gestión de los recursos naturales a nivel regional.

A nivel global, México ha firmado varios acuerdos y tratados ambientales, como el Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Agotan la Capa de Ozono y el Convenio sobre la Diversidad Biológica, lo que demuestra su compromiso con la protección del medio ambiente a escala global.

1.2.5. Antecedentes de la construcción de infraestructura carretera en México

El registro sistemático de cifras relacionadas con la infraestructura carretera en México coincide con el fin del periodo revolucionario (1910-1924) y el inicio de la institucionalización del Estado mexicano (Delgado, 2003). De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009) en 1924 existían 32,5 mil automóviles registrados en el país y al iniciar la década de 1930 México contaba con 1.426 km de carreteras, de las cuales 541 km eran carreteras pavimentadas, 256 km correspondían a carreteras revestidas y 629 km a caminos de terracería (INEGI, 2009). Desde entonces la construcción de carreteras y el crecimiento del parque vehicular guardan una relación de crecimiento mutuo que

no ha sido plenamente estudiada. Para 1934 la cifra de automóviles se había duplicado, alcanzando los 74,2 mil vehículos (Flores Rangel, 2015).

A partir de 1940, el privilegio otorgado por los gobiernos desarrollistas al transporte carretero como soporte del progreso, se expresó en la construcción de carreteras de manera paralela a los ejes troncales establecidos previamente por las vías férreas, definiendo la competencia antes que la complementariedad entre los dos tipos de infraestructuras (Chías, 2004 citado en Mercado et al., 2011:8). En la década de 1960, el autotransporte superó por primera vez el volumen de carga frente a los ferrocarriles (Mercado et al., 2011), y entre 1970 y 1975 la construcción de carreteras experimentó el mayor auge de su historia, momento en que fueron construidos más de 114 mil km de superficie (Ver Figura 1). En estos cinco años se conformó la estructura básica de la red nacional de carreteras, de manera que la mayor parte del territorio quedó vinculado. Sin embargo, este crecimiento se concentró particularmente en los caminos no pavimentados, es decir, en los caminos que vinculan las zonas rurales del país (Anglés Hernández, Rovalo Otero, & Tejado Gallegos, 2023).

A partir de 1978, el desarrollo carretero prácticamente se detuvo y así permaneció hasta 1993, año que presenta un breve impulso a la construcción de carreteras, aunque nuevamente este fue particularmente acentuado en la red de caminos no pavimentados, que en un solo año crecieron poco más de 51 mil km. A partir de entonces, la construcción de infraestructura carretera ha mantenido una Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA) de 1.2%, superando los 374 mil km en 2011; pero a diferencia del periodo anterior, en esta etapa el crecimiento se ha concentrado en las carreteras pavimentadas, las cuales reportan un crecimiento ligeramente mayor (2,4%). Tendencia que resulta mucho más acentuada, si se observa la expansión de las autopistas de cuota, que reportan una TCMA del 9,2%, pasando de 1.106 km en 1988, a más de 8.400 km en 2011.

En el contexto actual, donde el territorio nacional posee un Grado de Accesibilidad a Carretera Pavimentada (GACP) de 86% (Aguilar et al., 2005) resulta fundamental comprender de dónde surge la necesidad por modernizar y seguir expandiendo la infraestructura carretera. Saber si surge de una demanda nacional para mejorar la integración y cohesión territorial o si existen mecanismos que mantienen una inercia de construcción que resulta innecesaria, es también muy útil si se pretenden evaluar de manera integral los costos y los beneficios de los proyectos carreteros que están en puerta.

1.3. Experiencias internacionales en la regulación ambiental de infraestructura carretera

Las experiencias internacionales en la regulación ambiental de la infraestructura carretera fuera de México, se centra también en la incorporación de la sostenibilidad y la protección del capital natural en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto de infraestructura carretera. De esta forma el enfoque ha sido proactivo para minimizar los impactos ambientales y sociales, de forma similar al comportamiento de la regulación en México. Los principales puntos de la regulación incluyen:

- Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): Es el pilar fundamental. Se requiere una EIA detallada para identificar, predecir e interpretar los impactos ambientales

potenciales antes de que comience un proyecto. Las evaluaciones consideran efectos en la flora, fauna, agua, suelo y aire.

- Gestión del Capital Natural: Organismos como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) promueven la integración del valor de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la planificación de carreteras. Esto incluye la protección de humedales y bosques que actúan como reguladores del clima y del agua, lo que también ayuda a reducir los costos de mantenimiento de las vías[4].
- Mitigación y Compensación: Se exige a los proyectos la aplicación de medidas para prevenir o atenuar los impactos negativos. Un ejemplo prominente es la implementación de "pasos de fauna" (fauna crossings), estructuras como puentes y túneles que permiten el movimiento seguro de la vida silvestre a través de las carreteras, reduciendo la fragmentación de hábitats y la mortalidad animal. Este tipo de práctica es un referente en países como Colombia.
- Buenas Prácticas de Ingeniería: Se utilizan tecnologías y métodos de construcción innovadores para disminuir la huella ecológica. Esto incluye el uso de materiales ecológicamente sólidos, la implementación de sistemas de drenaje que eviten la erosión y la contaminación de cuerpos de agua, y el control de ruido.
- Participación Social: La regulación ambiental moderna promueve la consulta con las comunidades locales e instituciones involucradas para asegurar que los proyectos beneficien a la población y no causen conflictos sociales, especialmente en el caso de comunidades indígenas, como se ha estudiado en Bolivia.

Algunos ejemplos específicos, se pueden citar los siguientes en la tabla

Tabla 1.4.
Ejemplos de regulación ambiental y su enfoque en otros países.

País/Organización	Descripción
Federación Vial Internacional	Ha desarrollado iniciativas como el "Green Roads" de la Universidad de Washington y el programa "Sustainable roads and optimal mobility" de la Federación Europea de Carreteras, que establecen criterios de sustentabilidad para el diseño y construcción de vías[5].
Colombia	El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha publicado guías de manejo ambiental para el subsector vial, que se centran en la reducción de emisiones, el uso eficiente de recursos y la promoción de proyectos sostenibles. Un ejemplo notable es la implementación de pasos de fauna como una práctica estandarizada[6].

4 https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Carreteras-y-capital-natural-Gesti%C3%B3n-de-las-dependencias-y-de-los-efectos-sobre-los-servicios-ecosist%C3%A9micos-para-inversiones-sostenibles-en-infraestructura-vial.pdf
5 https://documents1.worldbank.org/curated/en/111971468197383507/pdf/93903-SPANISH-NWP-P148424-PUBLIC-Box393259B-Spanish-version-Env-Sus-Roads-Web-11202015.pdf
6 https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/14.-Guia-de-manejo-ambiental-de-proyectos-de-infraestructura-subsector-vial.pdf

País/Organización	Descripción
Bolivia	Un estudio de caso de la construcción de la carretera Abapo-Camiri analizó los impactos socioambientales, subrayando la importancia de la identificación de los impactos, la vulnerabilidad del lugar y la participación de las comunidades guaraníes para la toma de decisiones[7].
Unión Europea	La principal herramienta es la Directiva 2011/92/UE, modificada por la Directiva 2014/52/UE. Esta exige una EIA para proyectos públicos y privados que puedan tener impactos ambientales significativos. Para los proyectos de infraestructura carretera, se debe considerar la eficiencia de los recursos, el cambio climático (emisiones de gases de efecto invernadero), la contaminación acústica y atmosférica, y la protección de la biodiversidad[8].

7 https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/2390c23a-04fc-44ef-9ae6-fe3859f4e090/download
8 https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/transport-and-the-environment.html

CAPÍTULO 2

Elaboración del Catálogo de conceptos para el desarrollo del proyecto ejecutivo u obra de infraestructura carretera en sus diferentes etapas

Este manual tiene como propósito proporcionar las herramientas necesarias para la elaboración de un catálogo de conceptos orientado a la minimización y mitigación de impactos ambientales en el sector de infraestructura carretera. De acuerdo con el artículo 45 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados, última reforma publicada por el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 24 de febrero de 2023, se establece lo siguiente:

- *Sección IX Catálogo de conceptos, conteniendo descripción, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios con número y letra e importes por partida, subpartida, concepto y del total de la proposición. Este documento formará el presupuesto de la obra que servirá para formalizar el contrato correspondiente.*

El Catálogo de Conceptos se interpreta como la traducción de los planos y memorias del Proyecto Ejecutivo en forma de listado detallado, el cual describe las actividades necesarias para la ejecución de una obra. Estos conceptos pueden subdividirse en subpartidas según el tipo y la asignación de cada trabajo. Este catálogo se complementa con el presupuesto de obra, ya que al asignarle un costo se convierte en parte integral del mismo. Asimismo, al incorporar tiempos o fechas para cada actividad, se convierte en un programa de obra.

De acuerdo con el artículo 185 de la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados, según la última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de febrero de 2023, se establece lo siguiente:

- *Los efectos de la Ley y este Reglamento, se considerará como precio unitario el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado y ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad.*

Conforme al artículo 185 de la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados con la misma, última reforma publicada por el diario oficial de la Federación (DOF) con fecha del 24 de febrero de 2023 se cita lo siguiente:

- *El análisis, cálculo e integración de los precios unitarios para un trabajo determinado deberá guardar congruencia con los procedimientos constructivos o la metodología de ejecución de los trabajos, con el programa de ejecución convenido, así como con los programas de utilización de personal y de maquinaria y equipo de construcción, debiendo tomar en cuenta los costos vigentes de los materiales, recursos humanos y demás insumos necesarios en el momento y en la zona donde se llevarán a cabo los trabajos, sin considerar el impuesto al valor agregado. Lo anterior, de conformidad con las especificaciones generales y particulares de construcción y normas de calidad que determine la dependencia o entidad.*

De acuerdo a lo dicho se puede decir que para la integración de los precios unitarios debe haber congruencia con los procedimientos constructivos y la metodología y estos a su vez conformarán el catálogo de conceptos, ya que para llegar a dichos precio se deberá conformar un catálogo de conceptos de acuerdo a las actividades a realizar en una obra; dichas actividades se podrán conformar de una sola partida o de subpartidas, esto con la intención de poder elaborar un precio unitario y facilitar su análisis.

Dicho todo esto, podríamos concluir que este Manual servirá de guía para la elaboración e integración de un catálogo de conceptos ambientales y aplicables al área de infraestructura carretera; esto con el fin de mitigar las posibles afectaciones al medio ambiente, y minimizando la afectación en la flora y fauna de la zona o área durante la ejecución de una obra de infraestructura carretera.

Foto 2.1.
Ejemplo de construcción de muro verde de la carretera Federal Tlaxiaco-Putla Km 106, en el Estado de Oaxaca.
Fuente: Elaboración propia.

2.1. Definiciones

En el contexto del desarrollo de infraestructura carretera y la gestión ambiental asociadas, es crucial establecer definiciones claras y precisas de los principales conceptos ambientales a fin de tener un entendimiento claro para un seguimiento y vigilancia del proyecto de infraestructura carretera que se prevea construir. Estas definiciones no solo proporcionan un marco común de entendimiento, sino que también son fundamentales para la correcta aplicación de legislación, normativas y procedimientos. En este subtema, se explorarán y explicarán los términos clave relacionados con la minimización y mitigación de impactos ambientales, así como aquellos específicos del catálogo de conceptos y el programa de obra. Esta comprensión detallada es esencial para asegurar la coherencia y efectividad en la planificación, ejecución y evaluación de proyectos de infraestructura carretera sustentables.

A continuación, se describen los principales puntos a considerar para la formulación de un catálogo de conceptos ambientales para el desarrollo de infraestructura carretera.

Las definiciones de distintos conceptos relacionados a la gestión ambiental se deben consultar a detalle en la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) y otros documentos publicados por la SEMARNAT, sin embargo, para un mejor entendimiento para la vigilancia y cumplimiento ambiental, los principales conceptos ambientales se pueden clasificar dentro de categorías temáticas, como a continuación se presenta.

Fundamentos ambientales:

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados (Artículo 3° LGEEPA).

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, (Artículo 3° LGEEPA).

Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas, (Artículo 3° LGEEPA).

Cambio climático: Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempos comparables, (Artículo 3° LGEEPA).

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación, (Artículo 3° LGEEPA).

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico, (Artículo 3° LGEEPA).

Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos, (Artículo 3° LGEEPA).

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza, (Artículo 3° LGEEPA).

Evaluación y gestión ambiental:

Control: Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento, (Artículo 3° LGEEPA).

Desarrollo Sustentable: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras, (Artículo 3° LGEEPA).

Etapas Ambientales de un Proyecto: en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental publicada por la SEMARNAT, para resolver el "*Capítulo II Descripción del Proyecto*", todas las actividades para la implementación y operación de un proyecto de infraestructura carretera, se deberán clasificar entre la Preparación del Sitio (incluyendo las actividades preliminares como la preparación de estudios del Proyecto Ejecutivo), la Construcción y la Operación y el Mantenimiento, a fin de que la autoridad puedan evaluar de forma ordenada y sistemática cualquier proyecto de infraestructura carretera, Guía para la elaboración de la MIA-SEMARNAT.

Evaluación del Impacto Ambiental: es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente https://www.gob.mx/SEMARNAT/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente, (Artículo 3° REIA).

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas, (Artículo 3° REIA).

Medidas de compensación: conjunto de acciones a través de las cuales se pretende recuperar la funcionalidad ecológica de ambientes dañados por impactos residuales o garantizar la continuidad de aquellos otros que presentan algún grado de conservación, cuando ambos están ubicados en espacios geográficos distintos al afectado directamente por una obra o actividad (https://www.gob.mx/SEMARNAT/acciones-y-programas/crtiterios-de-evauacion-de-impacto-ambiental).

Preservación: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales, (Artículo 3° LGEEPA).

Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente, (Artículo 3° LGEEPA).

Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro, (Artículo 3° LGEEPA).

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales, (Artículo 3° LGEEPA).

Ecología y ecosistemas:

Corredor Biológico: Los corredores son áreas, generalmente alargadas, que conectan dos o más regiones. Pueden ser franjas estrechas de vegetación, bosques ribereños, túneles por debajo de carreteras, plantaciones, vegetación remanente o grandes extensiones de bosques naturales. El requisito indispensable es que mantengan la conectividad entre los extremos para evitar el aislamiento de las poblaciones, CONABIO, 2022: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/que-es-corredor.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados, (Artículo 3° LGEEPA).

Fauna silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación, (Artículo 3° LGEEPA).

Flora silvestre: Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre, (Artículo 3° LGEEPA).

Servicios ambientales: los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano, (Artículo 3° LGEEPA).

2.2. Conceptos de obra por etapa en un proyecto de infraestructura carretera

Previo a la ejecución del Proyecto Ejecutivo, es necesario realizar un análisis detallado llevado a cabo por un equipo de especialistas. Este análisis se desarrolla en tres etapas principales: selección de la ruta, elaboración del anteproyecto y desarrollo del Proyecto Ejecutivo, cada una de ellas con objetivos específicos y metodologías definidas para garantizar la viabilidad técnica, económica y ambiental de la infraestructura (IMT, 2013; León, 2021; BID, 2016).

- **La selección de la ruta.** En esta etapa los especialistas se encargan de analizar detalladamente las rutas que conlleven un mejor desarrollo en cuestión de costo beneficio, además de la seguridad, la demanda del transporte de mercancías, transito diario promedio anual (TDPA) y la preservación del medio ambiente. De igual manera se analiza la topografía del sitio mediante elementos fotogramétricos donde se verifica la hidrología de la zona, el uso de la tierra y se verifica el alineamiento horizontal y vertical, mediante técnicas avanzadas de teledetección como imágenes

satelitales de alta resolución, drones para captura de modelos digitales del terreno (MDT) y análisis del terreno mediante sistemas de información geográfica (SIG). Estas herramientas permiten definir la ruta de manera más precisa, optimizando la integración con el entorno natural y minimizando impactos ambientales durante la construcción una vez definida se procede a evaluarse mediante el anteproyecto[1], (DGST 2018).

- **Anteproyecto:** Una vez seleccionada la ruta se procede a la elaboración del anteproyecto con los datos obtenidos del estudio fotogramétrico, los estudios de la geotecnia regional, las cartas hidrológicas, restricciones ambientales, restricciones arqueológicas de la región y la liberación del derecho de vía; con la información de estos estudios se efectúan los planos de acuerdo a la configuración obtenida y se analiza el alineamiento horizontal y vertical así como las secciones transversales, esto con el fin de estimar los volúmenes del movimiento de terracerías de igual forma se analiza la hidrología para estimar las características del drenajes y realizar un diseño previo de entronques, pasos a desnivel etc.; posterior al análisis detallado del anteproyecto y evaluando un análisis de costo beneficio se procede a la ejecución del Proyecto Ejecutivo (*DGST, 2018*).
- **Proyecto Ejecutivo.** Este tiene la función de plasmar las características de del alineamiento horizontal y vertical en planos, los cuales servirán de guía para la construcción de la Infraestructura Carretera; este proyecto se realiza con los estudios detallado del levantamiento de topográfico, el cual se encarga de realizar la configuración del terreno natural donde se desplantará la infraestructura carretera, el estudio de mecánica de suelos es el encargado de revisar y diseñar el cuerpo de terracerías y el diseño de pavimentos de acuerdo a la capacidad de carga del terreno donde se desplantara la obra; los estudios de hidráulica se encargaran del diseño de las obras de drenaje menor y subdrenaje del proyecto carretero (DGST 2018); de igual manera el estudio de impacto ambiental se encargará de analizar los impactos ambientales que afecten al entorno biótico y abiótico de la zona donde se pretende construir la infraestructura vial, esto con el objetivo de minimizar y mitigar la afectación de la flora y fauna. (León, 2021; BID, 2016)

En los siguientes apartados se presentan los conceptos sobre la infraestructura carretera necesarios o por desarrollar por etapa ambiental, durante la implementación de un proyecto.

2.2.1. Proyecto ejecutivo y estudios preliminares

Como se mencionó anteriormente el Proyecto Ejecutivo se integra con los siguientes estudios preliminares para su elaboración.

- **Estudios topográficos.** Estos estudios se realizan mediante un levantamiento topográfico el cual se encarga de obtener datos mediante una serie de mediciones terrestres apoyados con equipo topográfico como una estación total y nivel fijo, estos trabajos se encargan de levantar la topografía de la zona donde se pretende

1. Dirección General de Servicios Técnicos (2018). Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, 2da edición, México.

construir la infraestructura carretera, mediante proyecciones horizontales (planimetría) y proyecciones verticales (altimetría), sesionando el eje del camino a cada 20m abarcando el derecho de vía y puntos críticos como los escurrimientos hidráulicos, arroyos, ríos, barrancas etc.; una vez terminado estos trabajos se comienza las actividades en Gabinete, las cuales recopilan los datos obtenidos de campo y se plasman en planos que muestran su distribución espacial (planimetría y altimetría) del terreno para la elaboración del Proyecto geométrico el cual contendrá, el trazo definitivo del eje del proyecto, volúmenes de obra, movimiento de terracerías, corte y excavaciones, obras de drenaje menor, obras complementarias y subdrenaje. (Norma N-PRY-CAR-1-01-001/07).

- **Estudios de geotecnia o mecánica de suelos.** Estos estudios se encargan para la determinación de la estratigrafía y propiedades geotécnicas del subsuelo a lo largo del eje proyectado en zona en donde se ejecutará el Proyecto de infraestructura carretera, con estos estudios nos ayudarán para determinar los tipos y calidades de materiales que conformarán el cuerpo del terraplén y las terracerías, además de diseñar los pavimentos recomendables para la zona; de igual manera se encargará de recomendar el grado de inclinación de los taludes tanto para cortes como terraplenes, además de diseñar estructuras como muros de contención, recomendaciones para desplante de cimentaciones de obras de drenaje menor, subdrenajes, drenes y bancos de materiales para la elaboración de las capas de terracerías y pavimentos rígidos y flexibles según sea el caso. (Norma N-PRY-CAR-1-02-001/19).
- **Estudios hidráulicos.** Este estudio se encarga de realizar el diseño de obras de drenaje menor y drenaje mayor, mediante la recopilación de datos obtenidos del levantamiento topográfico, además del análisis de información fisiográfica e hidrológica, hidráulica y datos hidrológicos, los cuales permitirán determinar las características de flujo hidráulico de los cauces y escurrimientos para posteriormente diseñar el tipo de alcantarilla que adapte a las necesidades de acuerdo con su área hidráulica. (Manual de Diseño de Obras Hidráulicas M-PRY-CAR-4-01-002).
- **Estudios de impacto ambiental.** Son documentos mediante los cuales se da a conocer, con base en estudios técnico-científicos, los impactos ambientales significativos y potenciales que podría generar una obra o actividad en la implementación de infraestructura carretera, así como la forma y/o estrategia de prevenirlos o atenuarlos en caso de que dichos impactos sean negativos (SEDEMA; 2025) Para la elaboración de los estudios ambientales se tomará en cuenta un análisis de la situación actual de la zona en estudio, realizando un levantamiento e inventario de las especies de flora, fauna, suelos vegetación, geología e hidrología superficial, entre otros componentes ambientales, para poder determinar las posibles afectaciones que se puedan causar al ejecutar un proyecto de infraestructura carretera. Una vez analizado se comienza a valorar las consecuencias que se puedan causar al medio ambiente por lo que se realizan distintas alternativas mediante una estrategia de mitigación, en donde se proponen las acciones y medidas que se llevarán a cabo principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, con el objetivo de minimizar y atenuar los impactos ambientales adversos ocasionados por la ejecución de la obra.

2.2.2. Etapa de preparación del sitio

Previo al inicio de los trabajos de construcción de cualquier proyecto de infraestructura carretera se comienza con los trabajos de preparación del sitio que incluye la instalación de obras provisionales inherentes en el desarrollo del proyecto; estos trabajos incluyen a su vez, la implementación de acciones y medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental.

A continuación, se describen las actividades de obra, así como las acciones y medidas que deben ser consideradas "conceptos ambientales" en la etapa de preparación del sitio.

- **Rescate de flora silvestre.** Previo al desmonte y despalme, la brigada de vegetación realiza un recorrido a lo largo y ancho del área de Proyecto catalogando las especies importantes de flora (organismos juveniles, germoplasma y esquejes), susceptible a rescatarse para su posterior traslado y mantenimiento en vivero provisionales hasta el momento de su reubicación (GACM, 2015).
- **Ahuyentado y rescate de fauna silvestre.** Esta actividad se realiza previo al inicio de los trabajos de ejecución de la obra, a la par de los trabajos de rescate de flora silvestre; la brigada de fauna será la encargada realizar acciones para el ahuyentado, manejo y rescate de la fauna. El desmonte es una actividad que obliga a la fauna silvestre (vertebrados terrestres) a desplazarse hacia otros sitios aledaños, ante la presencia de ruido, maquinaria y personal en la obra; Aun cuando gran parte de la fauna haya sido retirada del sitio con la acción del desmonte, algunos organismos como conejos, ardillas, roedores, serpientes, lagartijas y anfibios pueden encontrarse dentro de madrigueras, nidos y refugios, y difícilmente se ahuyentarán con las maniobras, por lo que la brigada de fauna se encargará del rescate de ejemplares mediante la instalación de trampas; una vez capturados se procederá a trasladarlos a refugios temporales para su protección y su reubicación a zonas autorizadas por parte de la dependencia. (Seguridad Proambiental, 2025).
- **Oficinas administrativas.** En el caso de las oficinas administrativas, la afectación del entorno es menor ya que estas podrán ser ubicadas en localidades cercanas al proyecto en lugar de terrenos naturales. Si no fuera posible ubicar en localidades cercanas, podrán utilizarse oficinas móviles, las cuales se ubicarían dentro del derecho de vía del proyecto; dichas oficinas no requieren de un espacio extenso ya que se caracterizan por ser casetas de materiales ligeros montadas en un chasis metálico tipo remolque y equipadas con aire acondicionado, iluminación eléctrica e instalaciones sanitarias. Ver Figura siguiente.

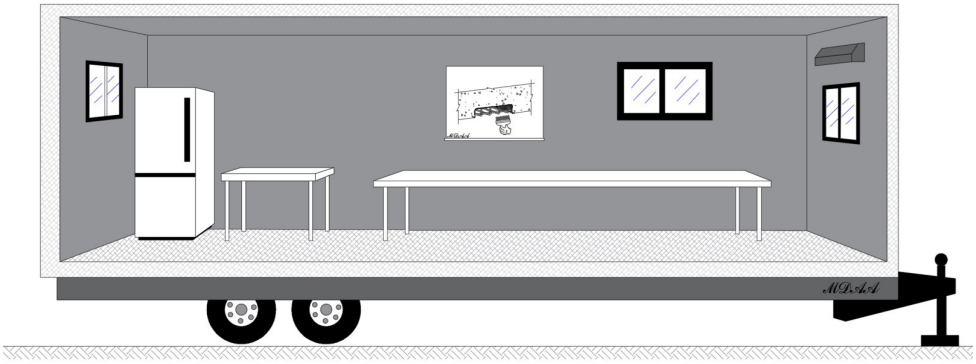


Figura 2.1.
Ejemplo ilustrado de oficina móvil.
Fuente: Elaboración propia.

- **Almacenes para los frentes de obra.** El almacén de frente de obra es un sito en el cual se depositarán de manera temporal los materiales a utilizar en la obra como varillas, cal, cemento, materiales para delimitar el derecho de vía, herramienta menor, combustibles, aditivos y en general todo aquello que sean susceptibles de sufrir deterioro, estos podrán situarse dentro del derecho de vía del proyecto. Ver Figura siguiente.

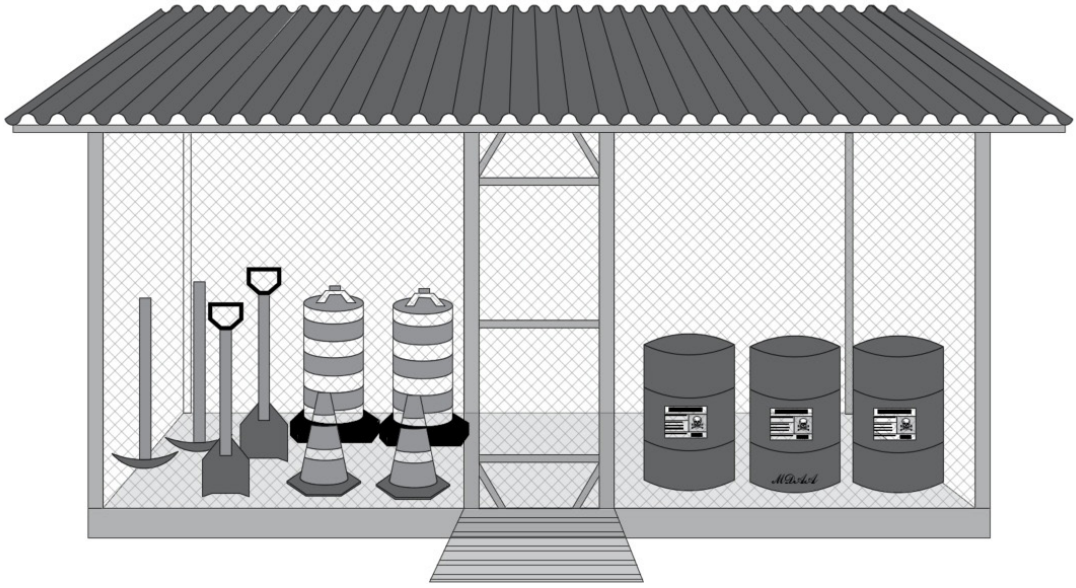


Figura 2.2.
Ejemplo ilustrado de un Almacén temporal para el resguardo de materiales en obra.
Fuente: Elaboración propia.

- **Señalización de protección de obra.** Según la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2023, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales; previo a los trabajos de construcción se realiza la colocación del señalamiento de protección de obra y elementos de seguridad, dichos elementos de seguridad se colocarán de manera provisional antes y durante la ejecución de los trabajos, esto con la finalidad de garantizar la integridad del personal que elabora y el usuario del camino, tanto peatonal como vehicular. Ver Figura siguiente.

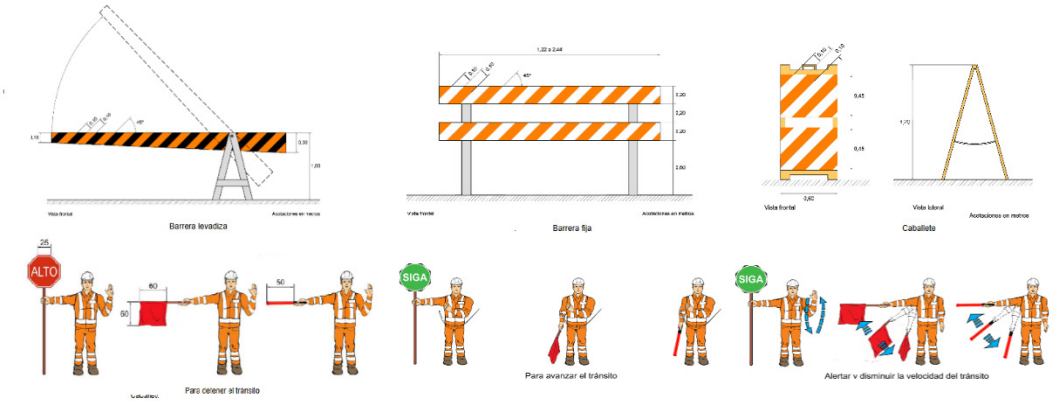


Figura 2.3.
Ejemplo ilustrado de señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras de infraestructura carretera.
Fuente: Tomadas de la NOM-086-SCT2-2023.

- **Replanteo.** Esta actividad se realiza previo a los trabajos de construcción estando a cargo la brigada de topografía, la cual se encarga de la localización física de los puntos que conforman el eje del proyecto, de igual forma se localizarán los puntos, referencias y bancos de nivel, en dado caso de no encontrar estos puntos, se revivirá el eje con estacas a cada 20m y se colocarán nuevas mojoneras de referencias y bancos de nivel; Estos elementos servirán para la localización y desplante de la Infraestructura Carretera (DGST, 2018). Ver Figura siguiente.

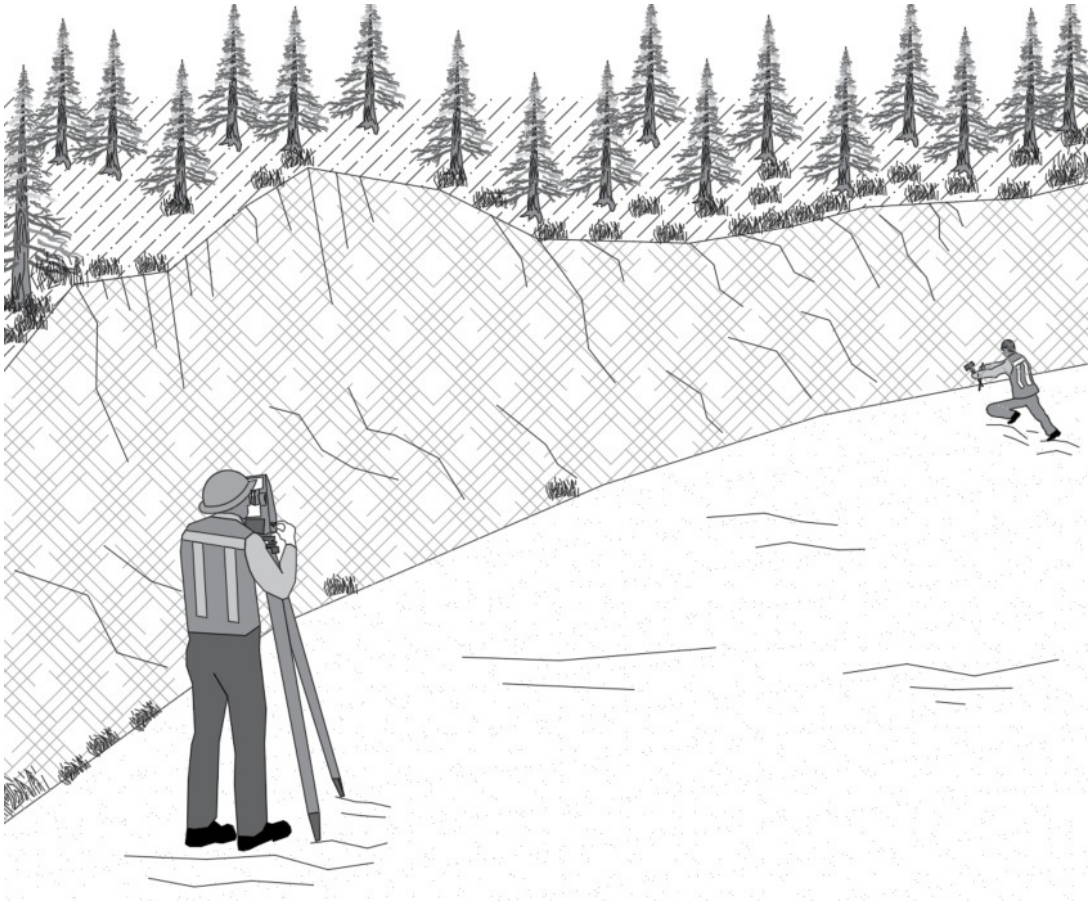


Figura 2.4.
Ejemplo ilustrado de replanteo del eje de una carretera.
Fuente: Elaboración propia.

2.2.3. Etapa de construcción

- **Desmonte.** Esta actividad consiste en la remoción de 20cm aproximadamente de la capa vegetal existente removiendo arbustos y maleza, además de la tala de árboles y extracción de tocones con raíces, estos trabajos abarcarán el derecho de vía, bancos de material y escurrimientos hidráulicos; estos trabajos tienen como objetivo la eliminación de materia vegetal par así impedir el daño futuro a la estructura del cuerpo del terraplén, terracerías y pavimentos de la Infraestructura Carretera. Dentro de estos trabajos se incluye la actividad de extracción y trasplante de individuos arbóreos, además del traslado a un vivero temporal para su cuidado para su posterior trasplante en el sitio establecido por la dependencia. El desmonte se realiza con apoyo de maquinaria pesada como la excavadora, retroexcavadora, tractor y trascabo; el material producto del desmonte se trasladará en camiones tipo Torton para su disposición final a un banco de tiro indicado en el Proyecto Ejecutivo y autorizado por la dependencia. (Norma N-CTR-CAR-1-01-001/00). Ver Figura siguiente.

Figura 2.5.
Ejemplo ilustrado de desmonte.
Fuente: Elaboración propia.

- **Despalme.** Esta actividad consiste en retirar un espesor aproximado de 20cm de la capa de materia vegetal existente en la superficie del terreno natural, a lo largo y ancho del derecho de vía, posterior a la actividad del desmonte; esta actividad se realiza con apoyo de maquinaria pesada como el payloader o trascabo; el material producto del despalme se trasladará en camiones tipo Torton para su disposición final a un banco de tiro indicado en el Proyecto Ejecutivo y autorizado por la dependencia. (Norma N-CTR-CAR-1-01-002/00). Ver Figura siguiente.

Figura 2.6.
Ejemplo ilustrado de despalme.
Fuente: Elaboración propia.

- **Corte y excavación de caja.** Esta actividad se realiza posterior a los trabajos de despalme; los cortes son excavaciones que se realizan a cielo abierto sobre el terreno natural, estas excavaciones tienen como objetivo alojar el cuerpo de terraplén, de igual manera ampliar taludes, rebajar la corona y preparar y dar forma a la sección de carretera; estos trabajos se realizarán con el apoyo de maquinaria pesada como la excavadora, y el material producto del corte se trasladará al banco de tiro

autorizado por la dependencia; la profundidad y niveles estarán a cargo de la brigada de topografía de acuerdo con lo especificado en el Proyecto Ejecutivo. (Norma N-CTR-CAR-1-01-003/11). Ver figura siguiente.

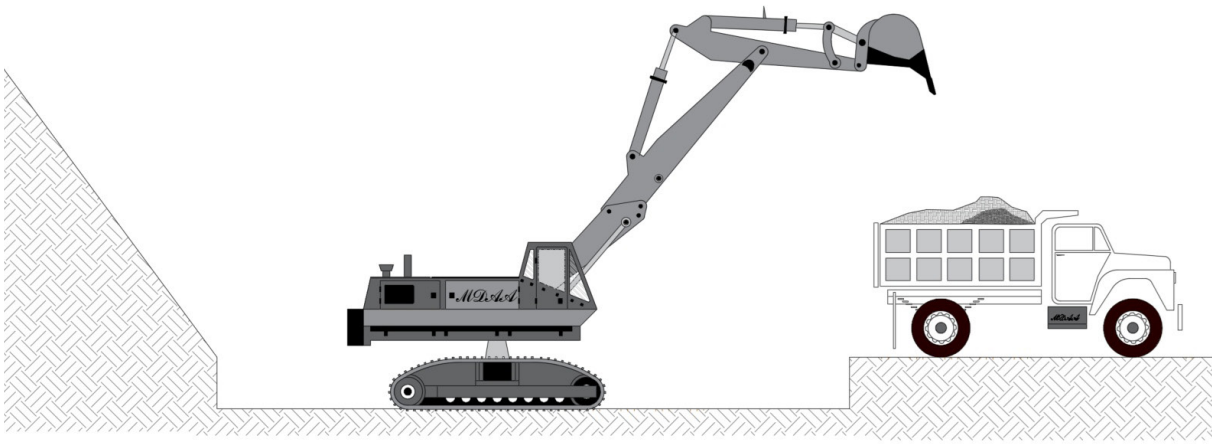


Figura 2.7.
Ejemplo ilustrado de corte y excavación de caja.
Fuente: Elaboración propia.

- **Nivelación y compactación al fondo de la excavación.** Esta actividad se realiza posterior al corte y excavación; la brigada de topografía se encargará de dar el nivel para su posterior compactación con el apoyo de maquinaria pesada como el rodillo pata de cabra o vibro compactador, realizando riegos con una pipa de agua para lograr una compactación del 95% al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM), de acuerdo con lo especificado en el Proyecto Ejecutivo (DGST, 2018).
- **Construcción del cuerpo de terraplén.** Esta actividad se realiza una vez concluido los trabajos de compactación del fondo de la caja de excavación y consiste en el suministro tendido y compactación del material, este material puede ser producto de los cortes de taludes o bien de bancos de préstamo de materiales; en ocasiones se puede realizar un pedraplén para dar estabilidad al suelo; estos trabajos estarán a cargo de la brigada de topografía la cual colocará los niveles de desplante y termino del terraplén y estarán apoyados por maquinaria pesada tales como la motoconformadora, vibrocompactador rodillo pata de cabra o rodillo liso, apoyados por una pipa de agua se les dará el riego necesario para logar una humectación y compactación del material del 95% al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM), de acuerdo con lo especificado en el Proyecto Ejecutivo. (Norma N-CTR-CAR-1-01-009/11 SICT).
- **Construcción de la capa subyacente.** Esta actividad se realiza posterior al término de los trabajos de conformación del cuerpo de terraplén; la brigada de topografía realizará el marcaje y nivelación del término de la capa subyacente; esta capa se conformará por material producto del banco, se suministrará y tenderá en capas sensiblemente horizontales, con espesores no mayores de 20cm compactada del

95% al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM), hasta llegar al nivel indicado en el Proyecto Ejecutivo. Esta actividad se llevará acabo con el apoyo de maquinaria pesada como motoconformadora, vibrocompactador y pipa de agua. (Norma N-CMT-1-02-21: Instituto Mexicano del Transporte).

- **Construcción de la capa subrasante.** Esta actividad se realiza posterior al término de los trabajos de conformación de la capa subyacente; estos trabajos estarán a cargo de la brigada de topografía, la cual se encargará de dar niveles de desplante y término de la capa de subrasante, los cuales estarán indicados en el Proyecto Ejecutivo. Esta capa se conformará por material producto del banco, la cual se suministrará y tenderá en capas sensiblemente horizontales, con espesores no mayores de 20cm compactada del 95% al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM), hasta llegar al nivel de terminación. El suministro se realizará mediante camiones tipo Torton y para su tendido y compactación se requerirá de maquinaria pesada como la motoconformadora, vibrocompactador y pipa de agua. (Norma N-CMT-1-03-21: Instituto Mexicano del Transporte).
- **Construcción de la capa subbase.** Esta actividad se realiza posterior al término de los trabajos de conformación de la capa subrasante; estos trabajos estarán a cargo de la brigada de topografía, la cual se encargará de dar niveles de desplante y término de dicha capa, los cuales estarán indicados en el Proyecto Ejecutivo. Esta capa se conformará por material producto del banco, la cual se suministrará y tenderá en capas sensiblemente horizontales, con espesores no mayores de 20cm compactada del 95% al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM), hasta llegar al nivel de terminación. El suministro se realizará mediante camiones tipo Torton y para su tendido y compactación se requerirá de maquinaria pesada como la motoconformadora, vibrocompactador y pipa de agua. (Norma N-CTR-CAR-1-04-002/00; Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, SICT).
- **Construcción de la capa base.** Esta actividad se realiza posterior al término de los trabajos de conformación de la capa subbase; estos trabajos estarán a cargo de la brigada de topografía, la cual se encargará de dar niveles de desplante y término de dicha capa, los cuales estarán indicados en el Proyecto Ejecutivo. Esta capa se conformará por material producto del banco, la cual se suministrará y tenderá en capas sensiblemente horizontales, con espesores no mayores de 20cm compactada del 95% al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM), hasta llegar al nivel de terminación. El suministro se realizará mediante camiones tipo Torton y para su tendido y compactación se requerirá de maquinaria pesada como la motoconformadora, vibrocompactador y pipa de agua. (Norma N-CTR-CAR-1-04-002/00; Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, SICT).
- **Suministro y aplicación de riego de impregnación.** Esta actividad se llevará a cabo posterior al término de los trabajos de conformación de la capa base y se aplicará con equipo especializado siendo en este caso una petrolizadora, la cual se posicionará al inicio de la capa base y comenzará la aplicación del riego de la emulsión asfáltica de rompimiento lento, una vez alcanzado el rompimiento y la absorción de la emulsión en la capa base se comenzará con la aplicación de un manteado con una fina capa de arena que servirá de protección hasta la colocación de la capa de

pavimento. Norma N-CTR-CAR-1-04-004/15; Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, SICT).

- **Suministro y aplicación de riego de liga.** Esta actividad se realizará posterior al riego de impregnación y tiene como objetivo realizar una buena adherencia entre la capa base y el pavimento asfaltico. Estos trabajos se realizarán una vez que esté limpia y libre de material suelto (barrida) la capa de rodamiento; este riego se aplicará con pipa petrolizadora y será de rompimiento rápido o emulsiones asfálticas modificadas, de acuerdo con lo establecido en el Proyecto Ejecutivo. (Norma N-CTR-CAR-1-04-005/15; Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, SICT).
- **Construcción de pavimento asfaltico.** Esta actividad se llevará a cabo posterior al término de los trabajos de la aplicación del riego de liga; estos trabajos se realizarán con el apoyo de maquinaria especializada como la maquina tipo Finisher, rodillo liso y rodillo neumático. El suministro de la mezcla asfáltica se realizará mediante camiones tipo Torton el cual se posicionará de reversa con la caja levantada al frente de la Finisher, la cual comenzará con el tendido del material para su posterior planchado con el rodillo liso y por último se estabiliza con el rodillo neumático para cerrar el poro y evitar filtraciones a las capas de terracerías. La mezcla se elaborará en planta estacionaria y en caliente, utilizando agregado pétreo a tamaño máximo de 1.9 cm (¾”), la cual se extenderá con máquina (tipo Finisher) para lograr un espesor compacto de 5.0 cm a 10 cm de acuerdo con lo establecido en el Proyecto Ejecutivo y garantizando que el grado de compactación sea como mínimo de 95 % con respecto a su peso volumétrico máximo (PVSM) que se obtenga de la prueba Marshall. (Norma N-CTR-CAR-1-04-006/00; Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes). Ver Figura siguiente.

Figura 2.8.
Ejemplo ilustrado de suministro tendido y compactado.
Fuente: Elaboración propia.

- **Construcción de pavimento de concreto hidráulico.** Esta actividad se llevará a cabo posterior al término de los trabajos de conformación de la capa base; estos trabajos estarán a cargo de la brigada de topografía, la cual se encargará de dar niveles de desplante y término de piso de la losa de concreto hidráulico que estarán indicados en el Proyecto Ejecutivo. Para el suministro de esta mezcla se realizará con el apoyo de camiones revolvedora (olla), las cuales se encargarán de ir

suministrando la mezcla a lo largo y ancho del camino, y se tenderá con el apoyo de personal calificado, el cual vibrará el concreto para un mejor suministro y conformación de este evitando oquedades y porosidad al fraguado de este (Norma N-CTR-CAR-1-04-009/00; Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, SICT). Ver Figura siguiente.

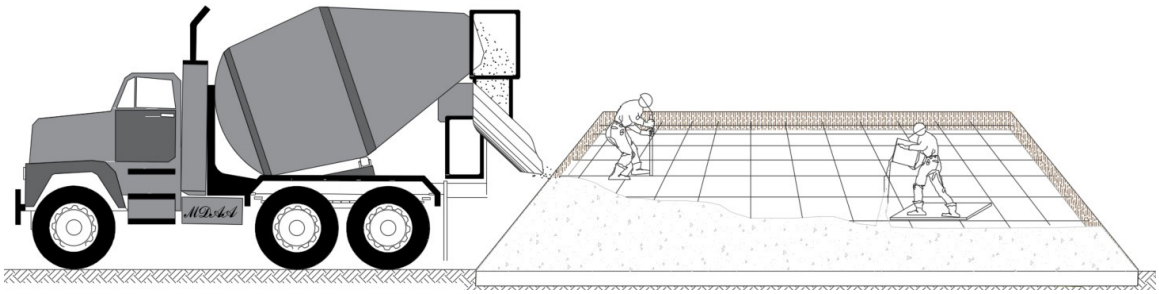


Figura 2.9.
Ejemplo ilustrado de suministro tendido de concreto hidráulico.
Fuente: Elaboración propia.

- **Obras de drenaje.** Estas estructuras se construirán a la par de la conformación del cuerpo de terraplén y se constituyen por diferentes tipos de diseños de alcantarillas tales como tubería de lámina corrugada, tubería de polietileno de alta densidad, tubo de concreto reforzado, losa de concreto hidráulico con muros de mampostería o concreto, cajones de concreto prefabricados y alcantarillas en bóveda. (Norma M-PRY-CAR-04-01-002/16 y M-PRY-CAR-04-01-003/16, Diseño de Estructuras de Drenaje Menor). Estas estructuras cruzan por debajo del terraplén de la infraestructura carretera y su objetivo es el de canalizar el agua de los escurrimientos naturales que cruzan a través de esta y están diseñadas en función del gasto de escorrentía, del nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME), velocidad, tirante, sección hidráulica, pendiente de arrastre hidráulico y capacidad de carga del suelo para el desplante de dichas estructuras.
- **Construcción de obras complementarias de drenaje (cunetas, bordillos y lavaderos).** Las obras complementarias son aquellas obras que ayudan al desalojo y canalización de aguas pluviales, para evitar el encharcamiento en las capas de rodamiento, estas obras se conforman de cunetas, bordillos y lavaderos, estas actividades se realizan posterior a los trabajos de la colocación de la carpeta de pavimentos rígidos o flexibles y se componen de concreto simple, Norma N PRY CAR 4 02 003/16. Ver Figura siguiente.

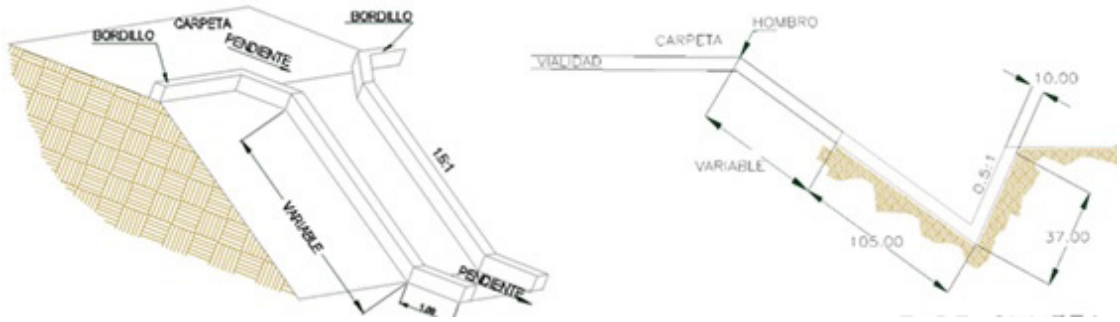


Figura 2.10.
Ejemplo ilustrado de cunetas, bordillos y lavaderos.
Fuente: Elaboración propia.

- **Colocación de señalamiento horizontal.** El señalamiento horizontal es la colocación de marcas en pavimento, que sirve para delimitar los carriles mediante la aplicación de pintura con microesfera, rodamientos y vialetas. Esta actividad se comienza al término de los trabajos de colocación de las capas de pavimentos ya sea rígidos o flexibles y se realizan con apoyo de una maquina pinta rallas y personal calificado; las principales marcas son la raya separadora de carriles, raya en la orilla izquierda y orilla derecha, (NOM-086-SCT2-2023).
- **Colocación de señalamiento vertical.** Esta actividad se realiza una vez terminada la colocación de las capas de pavimentos y a la par de la colocación del señalamiento horizontal. Estos trabajos consisten en la colocación de señalética informativa, preventiva y restrictiva, defensa metálica y fantasmas. Las señales verticales se deben de instalar en los lugares señalados en el Proyecto, debiendo cumplir con lo especificado respecto a su altura, distancia lateral, posición y ángulo de colocación, de acuerdo con el Manual de Dispositivos para el control de calles y carreteras. Además de cumplir con las especificaciones respecto a las características de los materiales para su fabricación. También se deben considerar las características de las señales elevadas para definir el cálculo estructural tanto de su estructura como de las cimentaciones de estas, (NOM-086-SCT2-2023). Ver Figura siguiente.

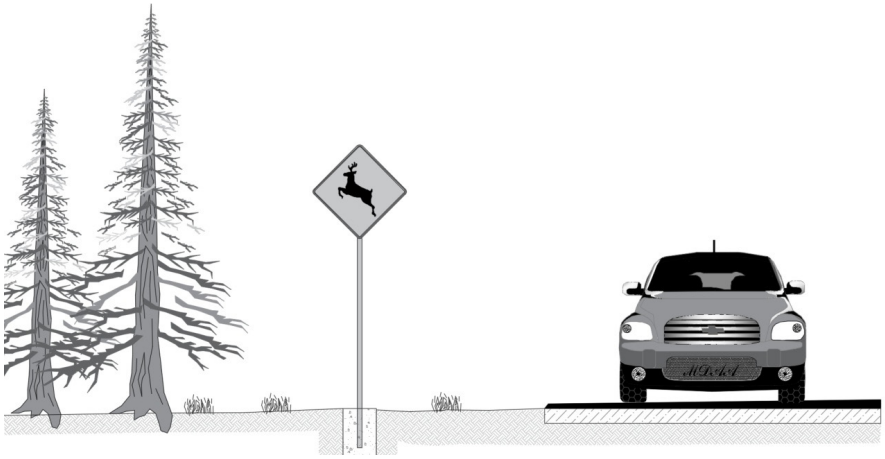


Figura 2.11.
Ejemplo ilustrado de señalamiento vertical.
Fuente: Elaboración propia.

- **Instalación y desmantelamiento de instalaciones u obras provisionales (servicios auxiliares).** Las obras provisionales son aquellas que prestan utilidad exclusivamente durante el proceso de construcción y se retiran una vez que la obra principal ha finalizado. Su finalidad es dar soporte logístico y funcional a la obra en la zona de trabajo, dentro del área de labores[2]**.** Una vez que las actividades referentes a la construcción del proyecto hayan concluido, se deberán desmantelar todas las obras provisionales como almacenes, patios de maniobras y oficinas que hayan sido utilizadas. Se deberá tomar en cuenta la remoción de residuos de manejo especial que pudieran haber quedado en el terreno natural. Ver Figura siguiente.

Figura 2.12.
Ejemplo ilustrado de señalamiento vertical.
Fuente: Elaboración propia.

2 Dirección General de Servicios Técnicos (2023). Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, SICT, 1ra edición, México.

- **Manejo y disposición final de residuos peligrosos.** En la construcción de toda obra civil se debe tomar en cuenta la generación de residuos contaminantes producto del uso de maquinaria y mano de obra. La disposición final de los residuos se manejará de acuerdo con las leyes y reglamentos de protección ecológica. Se utilizarán contenedores con tapa para los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores y estos serán ubicados en los frentes de trabajo, separando dichos residuos en materia orgánica e inorgánica. Para su disposición final, la constructora podrá contratar un servicio privado encargado de la recolección y disposición final, mismos que deberán cumplir con la legislación local, (LGPGIR[3] y su Reglamento)

2.2.4. Etapa de operación y monitoreo (conservación) falta desarrollar

La etapa de operación de un proyecto de infraestructura carretera inicia una vez que la construcción ha finalizado en su totalidad. Durante esta fase, la circulación continua de vehículos sobre la carpeta asfáltica, por ejemplo, genera un desgaste progresivo, lo que puede ocasionar erosión del pavimento, compactación del suelo adyacente y alteración de los ecosistemas cercanos. Por ello, la conservación de la infraestructura no solo busca mantener su funcionalidad y prolongar su vida útil, sino también minimizar los impactos ambientales derivados del tránsito y del deterioro de la vía es dicha etapa. Para ello, se deben considerar los lineamientos establecidos en los Programas de Conservación Preventiva y Correctiva de la SICT, que permiten planificar inspecciones y mantenimiento oportunos, evitando intervenciones mayores que afecten la vegetación, los suelos y la hidrología circundante, y *perse* a que pueden considerarse como acciones de prevención y mitigación como parte de la estrategia de mitigación, deberán considerarse como parte del catálogo de conceptos ambientales.

Programa de conservación preventiva y correctiva. Implica inspecciones periódicas y mantenimiento de pavimentos, taludes, drenajes, señalización y áreas adyacentes. Estas actividades permiten identificar y corregir deterioros antes de que requieran intervenciones mayores, reduciendo movimientos de tierra, erosión del suelo y alteraciones en la topografía. La limpieza de superficies y drenajes evita la acumulación de sedimentos y residuos que podrían obstruir cursos de agua y afectar la biodiversidad local. La reparación de taludes, pavimentos y estructuras de drenaje contribuye a estabilizar el terreno y minimizar riesgos de derrumbes o escarificaciones, mientras que el mantenimiento de vegetación y barreras de protección preserva los hábitats y la integridad del entorno natural. En conjunto, estas acciones optimizan la durabilidad de la infraestructura y limitan los impactos negativos sobre los ecosistemas circundantes (SICT, 2013; Navarro & Turrión, 2015; Alvarado Roldán, 2018), destacando que en si mismas las acciones de conservación se pueden considerar como medidas de mitigación que deberán ser contempladas como parte del catálogo de conceptos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento.

3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada en el DOF el 08 de octubre del 2003, última publicación publicada el 8 de mayo de 2023.

2.2.4.1. Conceptos de obra, presupuesto de obra y programa de obra.

La elaboración de un presupuesto de obra es necesario para poder llevar el control de los gastos que implican realizar un determinado Proyecto. Un presupuesto de obra es un cálculo monetario que implica la construcción de un Proyecto determinado. Este presupuesto está formado por cada una de las partidas que componen el proyecto de construcción, descritos de forma cuantitativa y cualitativa, por ello es necesario tomar en cuenta los precios de cada elemento en la construcción del Proyecto. Las partidas que forman el proyecto de construcción se ordenan según la secuencia constructiva del mismo.

El presupuesto de obra debe detallar el monto monetario necesario para la construcción del Proyecto, además, el presupuesto de obra cumple con varias funciones en el proyecto, sirve como base para la licitación, para el control de costos y para la elaboración del programa de obra.

Para poder elaborar un presupuesto de obra, es necesario conocer los planos, especificaciones del proyecto a construir, la ubicación del proyecto, el clima de la zona, los servicios públicos, disponibilidad de materiales, disponibilidad de mano de obra.

Para llevar a cabo la construcción de una obra, es necesario tener una estrategia y planificación de cada una de las partidas o actividades a realizar en la obra, también es necesario llevar un seguimiento de cada una de estas actividades y para ello se utiliza el programa de obra, el cual es un conjunto de las actividades y procedimientos necesarios para organizar, gestionar y ejecutar cada una de las actividades del proyecto, tomando en cuenta el tiempo de ejecución mediante una calendarización.

El programa de obra no solo sirve para el control de tiempos y costos, sino que además es necesario para preparar la obra, definir la metodología de trabajo y conocer si se ha planificado correctamente.

El objetivo del programa de obra es tener un panorama amplio sobre el progreso de cada una de las actividades del proyecto, permitiendo así detectar algún posible error o atraso en alguna de ellas, para poder corregir, reprogramando las actividades detectadas en dicho error o atraso. El programa de obra debe contar con los siguientes elementos:

1. Cronograma de obra detallado, este incluye fechas de inicio y termino de cada actividad y la secuencia de estas.
2. Presupuesto asignado para cada actividad.
3. Diagrama de Gantt, que indica la temporalidad de cada actividad en el proyecto.

En la Tabla 3.1, se muestra un ejemplo de un programa de obra “por etapa ambiental”, para la ejecución de un proyecto de infraestructura carretera “Tipo”, en donde las actividades marcadas en verde corresponden a actividades o medidas de control, prevención, mitigación y/o compensación.

Tabla 2. 1.

Ejemplo de programa de obra para la implementación de un proyecto “Tipo” de infraestructura carretera.

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe	Fecha de inicio	Fecha de termino	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
							Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Preparacion del sitio (desmonte)																		
Rescate de flora silvestre																		
Recorrido y delimitación de las áreas afectadas, así como marcaje de los individuos a rescatar y/o paracolectar el germoplasma	Mes																	
Construcción y habilitación del vivero temporal y área de acondicionamiento temporal para las plantas provenien-tes del rescate.	Habilitación																	
Mantenimiento de plantas en el vivero y el área de acondicionamiento temporal, resguardo de ejemplares rescatados, propagación de individuos para reforestación y reposición, riego, control de plagas y enfermedades y monitoreo en vivero.	Servicio																	
Ahuyentado y rescate de fauna silvestre																		
Ahuyentado de fauna, previo al inicio del desmonte y durante el periodo que dure el desmonte y despalme del proyecto.																		
Rescate y reubicación de fauna	Servicio																	
Trazo y nivelación																		
Riego mediante aspersores. Para evitar levantamiento de polvos	Riego																	
Construcción de instalaciones auxilia-res, préstamos y vertederos, y accesos de obra.	m2																	

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe	Fecha de inicio	Fecha de termino	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
							Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Construcción																		
Consiste en el trazo y despalme quitar pate de suelo (esrcatar fauna y flora), construccion de terracerias cortes, construccion de terraplenes.	ha																	
Rescate de individuos y de germoplasma que inicia previamente y durante el desmonte, así como colectas de germoplasma posteriores para asegurar la continua producción de planta vigorosa para etapas posteriores de la reforestación.	pza																	
Rescate y reubicación de fauna, previo al inicio del desmonte y durante el periodo que dure el desmote y despalme del proyecto.	ha																	
Construcción de terraplenes	m^3																	
Construccion de almacenes de residuos	m2																	
Drenaje																		
Excavación para estructuras	m^3																	
Suministro y tendido de concreto hidráulico para obras de drenaje	m^3																	
Suministro y colocado de acero de refuerzo en estructuras	kg																	
Rellenos en obras de drenaje	m^3																	
Construcción de pasos de fauna indicados en el proyecto.	m^3																	
Suministro y colocación de tubos de concreto	m																	
Subdrenaje																		
Construcción de lavaderos, bordillos y cunetas	m																	
Pavimentos																		
Construcción de subbase y bases, p.u.o.t.	m^3																	

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe	Fecha de inicio	Fecha de termino	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
							Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Riego de impregnación sobre capa base, p.u.o.t.	lt																	
Riego de liga, p.u.o.t.	lt																	
Carpetas asfálticas con mezcla en caliente, p.u.o.t.	m^3																	
Señalización																		
Colocación de señalamiento horizontal	m																	
Colocación de señalamiento vertical	Pza																	
Limpieza y desmantelamientos																		
Desmantelamiento de obras provisionales (campamentos, talleres, almacenes y baños portátiles.)	m^3																	
Limpieza de superficies donde se colocaron las obras provisionales	m^3																	
Recuperación y acamellonamiento de suelo producto del despalme	m^3																	
Troceo de reiduos vegetales	m^3																	
Adición de abonos verdes	ha																	
Escarificación del área afectada	ha																	
Revegetación con especies endémicas																		
Tendido de suelo orgánico acamellonado	ha																	
Suministro de especimenes designados para la reforestación de áreas, incluye plantación, acarreo de la planta, fertilizante y cajete	Individuo																	
Mantenimiento en campo de individuos reforestados	Sevicio																	
Manejo y disposición final de residuos peligrosos.																		
Manejo de residuos solidos	Ton																	
Manejo de residuos líquidos.	lt																	

2.3. Importancia de los proyectos de infraestructura carretera respecto a la formulación de un catálogo de conceptos ambientales

La clasificación de la infraestructura carretera es fundamental no solo para fines administrativos y de diseño, sino también para identificar la magnitud y nivel de los impactos ambientales asociados a cada tipo de vía o proyecto de infraestructura carretera como para diseñar la estrategia de mitigación a platear. Bajo este contexto, carreteras de la red primaria o troncal, por ejemplo, requieren mayor ancho, cortes y rellenos más extensos, lo que implica una mayor alteración de la topografía, fragmentación de ecosistemas y afectación a la vegetación y fauna local. En cambio, redes secundarias o colectoras generan impactos más localizados, con menor alteración del suelo y menor huella ecológica. Conocer el tipo de carretera permite planificar medidas de conservación y mitigación adecuadas, optimizando la integración de la infraestructura en el entorno natural y reduciendo efectos negativos sobre el paisaje, cursos de agua y biodiversidad circundante (Navarro & Turrión, 2015; Ocampo, 2017), y dependiendo de la estrategia de mitigación por ejecutar, también dependerá el nivel de complejidad del catálogo de conceptos ambientales.

Los proyectos de infraestructura carretera son un caso de estudio fundamental para la gestión ambiental integral. Su naturaleza, que abarca un ciclo de vida completo (planeación y diseño, preparación del sitio, construcción, operación y conservación), expone una amplia y compleja gama de impactos sobre los sistemas naturales y sociales. Por esta razón, la elaboración de un Catálogo de Conceptos Ambientales se nutre directamente de la experiencia de estos proyectos.

En el proyecto de implementación de cualquier tipo de infraestructura carretera, es necesario tomar en cuenta el impacto ambiental que se pudiera generar en el entorno. Por lo que es importante, realizar una evaluación del impacto, esta evaluación es un proceso de predicción y valoración de los daños que puedan ser causados por la construcción del proyecto previsto. Se deben de identificar las medidas de mitigación, los costos que tendrán las mismas, así como sus efectos en el ambiente.

La evaluación de impacto ambiental comprende tres etapas:

- **Etapa de análisis.** En esta etapa se analiza y estudia el proyecto, sus etapas y desarrollo, se identifica la situación actual del entorno donde se construirá el proyecto y cuáles serán las posibles consecuencias de la construcción de este.
- **Etapa de valoración.** En esta etapa se analizan y valoran los alcances de las consecuencias de la construcción de la obra y se analizan además alternativas de mitigación del impacto ambiental que pueda surgir.
- **Etapa de mitigación.** En esta etapa se presenta el proyecto de medidas de mitigación de impacto ambiental, que son acciones que ayudan a reducir los efectos negativos que pueda generar la construcción del Proyecto de infraestructura carretera.

La caracterización de proyectos y obras en el contexto de la evaluación de impacto ambiental (EIA) es un proceso fundamental que requiere una comprensión exhaustiva de las características y potenciales efectos ambientales de cada iniciativa. Este proceso se basa en identificar, describir y clasificar los proyectos y obras que están siendo considerados para su implementación, y analizar sus posibles impactos en el medio ambiente y las comunidades locales.

Para empezar, es necesario realizar una identificación exhaustiva de todos los proyectos y obras asociados con la actividad propuesta. La descripción detallada de cada proyecto y obra es crucial para comprender la naturaleza y alcance de las actividades planificadas. Por ejemplo, en el caso de un proyecto de construcción de una carretera, la caracterización de los proyectos podría incluir detalles sobre la extensión de la carretera, los tipos de materiales de construcción a utilizar, las técnicas de construcción propuestas, y cualquier otra actividad relacionada, como la construcción de puentes o túneles (Sadler, 1996).

Posteriormente se deben identificar los posibles impactos ambientales y sociales asociados con cada proyecto y obra. Esto puede incluir la pérdida de hábitat natural, la contaminación del agua y del aire, la generación de residuos, la alteración del paisaje, el aumento del tráfico vehicular, entre otros. Estos impactos deben ser cuidadosamente evaluados para determinar su magnitud, importancia y significancia para el medio ambiente y las comunidades locales (Turner et al., 2003).

Una vez que se ha identificado y caracterizado el proyecto y obras asociadas a este, los impactos ambientales adversos que podría provocar, la estrategia de mitigación a ejecutar, además de las disposiciones sobre el cumplimiento ambiental establecidas en las autorizaciones ambientales, dicha información se utiliza para elaborar el catálogo de conceptos ambientales que servirá como base para el monitoreo y seguimiento del cumplimiento ambiental de un proyecto de infraestructura carretera. El catálogo de conceptos es un documento que contiene una lista detallada de todos los impactos ambientales y sociales potenciales del proyecto, así como las medidas de mitigación y manejo propuestas para cada impacto (Fisher et al., 2009). De esta forma las fases en la construcción de un catálogo de conceptos ambientales es la siguiente:

- **Identificación de proyectos y obras**

Para comenzar, es crucial identificar el proyecto de infraestructura carretera y las obras y actividades que se pretenden ejecutar. Según Morgan (2012), este paso implica una revisión exhaustiva de las propuestas de desarrollo, infraestructura, construcción y otros proyectos que puedan tener un impacto significativo en el entorno natural y humano.

- **Clasificación por categorías**

Los proyectos y obras pueden clasificarse en diferentes categorías según su naturaleza y características específicas, incluso los proyectos de infraestructura carretera podrían clasificarse por su nivel de complejidad y por el trámite ambiental que le corresponde para obtener la autorización en dicha materia, aunque esta clasificación es meramente opcional. Esta clasificación podrá ayuda a organizar y categorizar la información específica del proyecto en este caso de infraestructura carretera, facilitando el análisis y la evaluación de los impactos ambientales (Weston, 2000), para la elaboración del catálogo de conceptos ambientales.

- **Descripción detallada**

El proyecto, sus obras y actividades deberá ser descrito minuciosamente, incluyendo su propósito, ubicación geográfica precisa, tamaño, duración estimada, etapas de desarrollo planificadas y tecnologías propuestas para su implementación. Esta descripción

detallada es fundamental para comprender la naturaleza y el alcance del proyecto, así como para identificar los posibles impactos ambientales generados (Sadler, 1996). Es importante señalar que dicha descripción se realiza normalmente en los estudios ambientales que se someten a evaluación en materia ambiental.

- **Identificación de impactos potenciales**

Una vez que el proyecto y sus obras específicas han sido identificados y descritos, es importante identificar los posibles impactos ambientales que podrían surgir durante su ciclo de vida completo. Esto incluye los impactos durante las etapas ambientales de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, tal y como las considera la SEMARNAT en la "Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental". Los impactos pueden abarcar aspectos como la pérdida de hábitat, contaminación del aire y agua, generación de residuos, alteración del paisaje, entre otros (Bond y Pope, 2012).

Conceptos Clave Específicos: Los proyectos de infraestructura carretera son la principal fuente de la que se nutre el catálogo de conceptos ambientales, ya que exigen la definición de términos específicos para su gestión debido a su escala y complejidad por lo que es importante utilizar el lenguaje técnico y legal que se ha impuesto tanto por las autoridades ambientales, como organizaciones en materia de la evaluación del impacto ambiental, así como en la protección y conservación de ecosistemas, tales como los siguientes ejemplos:

Impactos en la biodiversidad: Se deben conocer conceptos como "fragmentación de hábitat" y "corredores biológicos" para describir y gestionar los efectos en la flora y fauna local en el desarrollo de un proyecto de infraestructura carretera. El catálogo debe incluir términos como pasos para fauna o medidas de compensación que indican las soluciones.

Impactos en recursos hídricos: Los conceptos de calidad del agua, erosión del suelo y modificación de cauces son vitales para describir cómo la infraestructura carretera afecta los sistemas hidrológicos y cómo se pueden implementar soluciones de drenaje y manejo de sedimentos.

Impactos en la atmósfera: Las carreteras son una fuente de contaminación por emisiones de vehículos y material particulado durante la construcción. El catálogo debe definir los conceptos de contaminación atmosférica y monitoreo de la calidad del aire para su control.

- **Análisis de riesgos**

Además de identificar los impactos ambientales, también es importante analizar los riesgos asociados con cada proyecto u obra. Esto puede incluir la evaluación de riesgos de accidentes, fugas de sustancias peligrosas, conflictos sociales, entre otros. Este análisis de riesgos proporciona información valiosa para la toma de decisiones y la identificación de medidas de mitigación y manejo ambiental (IAIA, 2007), que podrían influir en el detalle del catálogo de conceptos ambientales.

De las fases antes descritas vale la pena ampliar la explicación sobre la importancia en la caracterización ambiental de la zona de estudio en un proyecto de infraestructura carretera, de donde se deriva la complejidad del análisis de impactos ambientales y del

nivel de la estrategia de mitigación planteada, lo que a su vez se reflejará en el catálogo de conceptos ambientales

2.4. Análisis y caracterización ambiental general de la zona de estudio para un proyecto

2.4.1. Definición de los rasgos y criterios de análisis de medio abiótico, biótico y social de una zona de estudio de un proyecto que se deben considerar en un proyecto

La caracterización ambiental general de una zona de estudio para un proyecto es esencial para comprender el contexto ambiental en el que se llevará a cabo la actividad propuesta. Según Morgan (2012), este proceso implica una evaluación exhaustiva de los aspectos naturales y humanos de la zona, con el fin de identificar y comprender los posibles impactos ambientales que podrían surgir como resultado del proyecto. Este análisis proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de mitigación adecuadas.

Es fundamental recopilar información detallada sobre los aspectos abióticos de la zona de estudio, como la geología y la topografía de la zona. Según Weston (2000), esto incluye la identificación de formaciones geológicas, características del suelo y la pendiente del terreno, que pueden influir en la estabilidad del sitio y la susceptibilidad a la erosión y los deslizamientos de tierra, entre otros. Además, se debe evaluar la hidrología de la zona, incluyendo la identificación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos, así como el análisis de los patrones de flujo de agua y la calidad del agua. Según Bond y Pope (2012), esto es crucial para comprender el uso y la disponibilidad de recursos hídricos, así como los posibles impactos de la actividad humana en los ecosistemas acuáticos, cuando es el caso. Además, es importante evaluar el clima y la calidad del aire de la zona. Según Bina (2007), esto implica el análisis de datos meteorológicos históricos, así como la medición de la calidad del aire y la identificación de fuentes de contaminación atmosférica. Este análisis ayuda a identificar posibles impactos en la salud humana y el medio ambiente debido a la contaminación del aire.

Y finalmente se debe realizar un análisis detallado de los aspectos bióticos como la flora y la fauna silvestre en la zona de estudio, según el alcance solicitado en el estudio de impacto ambiental que deba realizarse para el proyecto de infraestructura carretera. Según Sadler (1996), esto implica la identificación de especies vegetales y animales presentes en el área, así como la evaluación de los hábitats y la biodiversidad local. Este análisis ayuda a identificar áreas de alto valor ecológico que deben protegerse durante el desarrollo del proyecto.

Adicionalmente, se debe considerar la dimensión socioeconómica y cultural de la zona. Según IAIA (2007), esto implica la evaluación de la demografía local, las actividades económicas y culturales, así como la identificación de grupos vulnerables y la consulta con las comunidades locales. Este análisis ayuda a comprender los posibles impactos sociales y culturales del proyecto, así como a identificar medidas de mitigación adecuadas para abordarlos.

2.4.2. Valoración de los recursos y servicios ambientales que pueden quedar comprometidos por el desarrollo del proyecto para la toma de decisiones

La valoración de los recursos y servicios ambientales que podrían verse comprometidos por el desarrollo de un proyecto es fundamental para la toma de decisiones informadas y la gestión sustentable de los recursos naturales (Kumar, 2010). Este proceso implica identificar y evaluar los recursos naturales presentes en la zona de estudio, así como los servicios ecosistémicos que proporcionan, como la regulación del clima, la provisión de agua limpia, la polinización de cultivos y la recreación (Costanza et al., 1997), este proceso se realiza durante el desarrollo de los estudios ambientales que son necesarios para obtener las autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental, así como en materia de cambio de uso del suelo en terrenos forestales por excepción, y su análisis resulta benéfico durante la elaboración del catálogo de conceptos ambientales, a fin de comprender el alcance y necesidades que requiere cada uno de estos conceptos, para su cumplimiento en la materia.

Según Alcamo et al. (2003), esto implica evaluar tanto los impactos directos como los indirectos del proyecto de infraestructura carretera que pretende desarrollarse, y su influencia respecto a los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, así como su importancia para el bienestar humano y la salud del medio ambiente.

Uno de los enfoques más utilizados para la valoración de los recursos y servicios ambientales es el enfoque de valoración económica, que busca asignar valores monetarios a los beneficios proporcionados por los ecosistemas (Turner et al., 2000). Este enfoque permite comparar los beneficios económicos de un proyecto con sus costos ambientales y sociales, ayudando así a tomar decisiones informadas sobre su viabilidad y sostenibilidad (Fisher et al., 2009).

Además de la valoración económica, es importante tener en cuenta otros enfoques de valoración, como el enfoque de valoración participativa, que involucra a las comunidades locales en la identificación y evaluación de los recursos y servicios ambientales (Reed et al., 2008). Este enfoque ayuda a garantizar que se tengan en cuenta las perspectivas y valores de las partes interesadas en la toma de decisiones sobre el proyecto.

2.5. Descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación

2.5.1. Impactos ambientales

En el contexto actual de desarrollo y crecimiento urbano, la preocupación por los impactos ambientales se ha convertido en un tema central y de urgente atención. Las actividades humanas, especialmente aquellas relacionadas con la industrialización, la urbanización y la infraestructura, han generado efectos significativos sobre los ecosistemas y los recursos naturales del planeta.

Los impactos ambientales abarcan una amplia gama de consecuencias adversas, que van desde la contaminación del aire, agua y suelo, hasta la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la degradación de paisajes naturales. Estos efectos no solo afectan la salud y el bienestar de los seres humanos, sino también la estabilidad de los ecosistemas y la capacidad de la Tierra para mantener la vida en todas sus formas.

En el ámbito de la planificación y ejecución de proyectos, como son las carreteras, la evaluación de impacto ambiental se vuelve esencial. Esta evaluación busca identificar, prevenir y mitigar los efectos adversos que las actividades humanas puedan tener sobre el entorno natural y las comunidades locales. Así, se busca lograr un equilibrio entre el desarrollo socioeconómico y la conservación ambiental, promoviendo prácticas sostenibles y responsables.

La definición formal de "impacto ambiental" de acuerdo con la SEMARNAT es la "Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza". En la Tabla siguiente se enlistan los diferentes tipos de impacto ambiental.

Tabla 2.2.
Tipos de impacto ambiental.

Tipos de impacto ambiental
Impacto ambiental positivo
Impacto ambiental negativo
Impacto ambiental temporal
Impacto ambiental permanente
Impacto ambiental directo
Impacto ambiental indirecto
Impacto ambiental sinérgico
Impacto ambiental acumulativo
Impacto ambiental reversible
Impacto ambiental irreversible

La definición de cada tipo de impacto ambiental de acuerdo con la SEMARNAT, se muestra a continuación:

- **Impacto ambiental positivo:** Son aquellas acciones que ayudan a la mejora del entorno del medio ambiente, como por ejemplo reforestación, poda de vegetación, recuperación de ríos, etc.
- **Impacto ambiental negativo:** Son aquellas actividades realizadas para el desarrollo de un proyecto, que provocan efectos adversos al medio ambiente, tales como la contaminación acústica, el derrame de combustibles, el mal manejo de residuos provenientes de la obra en construcción, deforestaciones, contaminación de ríos, etc.
- **Impacto ambiental temporal:** Son aquellos que tienen una duración determinada y no provocan daños graves al medio ambiente, por ejemplo, la contaminación acústica provocada por la maquinaria durante la etapa de construcción del proyecto, la instalación de patios de maniobras, que, una vez terminada la etapa de construcción, son desmantelados, entre otros.

- **Impacto ambiental permanente:** Este tipo de impacto se presenta cuando el daño al medio ambiente es más grave y durante tiempo indefinido. Este tipo de impacto ambiental es irreversible, por ejemplo, la extinción de alguna especie de flora o fauna del sitio donde se ejecuta la construcción del Proyecto.
- **Impacto ambiental directo:** Este impacto se presenta de manera inmediata por la acción del hombre o de la naturaleza, por ejemplo, al inicio de la construcción de la obra se realiza un desmonte, esta acción altera inmediatamente el entono o el paso de un huracán o un deslave, que son acciones de la naturaleza.
- **Impacto ambiental indirecto:** Son aquellas acciones que altera al medio ambiente y no son notables de manera inmediata, los efectos de este tipo de impacto se notan con el paso del tiempo, por ejemplo, los desechos de acciones humanas que no son tratadas de manera correcta, los desechos que se generan durante la construcción del Proyecto.
- **Impacto ambiental sinérgico:** Este tipo de impacto se da cuando varios impactos ambientales se presentan al mismo tiempo, lo cual genera un daño más grave al medio ambiente, por ejemplo, al comenzar con la construcción del proyecto se presenta el impacto ambiental irreversible, también el impacto directo, ya que la construcción del proyecto cambia por completo el entorno, si el sitio del Proyecto es tratado correctamente, se puede presentar también el impacto ambiental positivo.
- **Impacto ambiental acumulativo:** Son aquellos impactos ambientales que se presentan uno después del otro. Cuando se lleva a cabo la construcción del Proyecto, se puede presentar el impacto ambiental directo, si los residuos generados por la construcción del proyecto no son tratados correctamente, se puede presentar después el impacto ambiental indirecto.
- **Impacto ambiental reversible.** Se presenta cuando se llevan a cabo acciones que pueden revertir el daño causado al medio ambiente debido a la construcción del Proyecto, por ejemplo, la reforestación de la zona afectada.
- **Impacto ambiental irreversible:** Este tipo de impacto se presentan cuando las afectaciones al medio ambiente son tan graves que no pueden ser revertidas o no puede realizarse una recuperación del entorno a su estado inicial.

A continuación, se realiza una tabla con algunos impactos ambientales derivados de la construcción de carreteras, señalando que esta información no es limitativa y cada proyecto al ser específico, podrá generar impactos específicos que deberán analizarse por especialistas en la materia como parte de los estudios de impacto ambiental correspondientes, no obstante, con el conocimiento de los impactos que podrían generarse por un proyecto de infraestructura carretera, se podrá establecer la estrategia de mitigación a ejecutar para reducir el efecto adverso hacía los componentes ambientales, lo que da origen al catálogo de conceptos ambientales cuando desde el inicio, las medidas que componen la estrategia de mitigación se organizan y sistematizan de forma ordenada a fin de plantear el periodo, insumos y costos de su ejecución.

Tabla 2. 3.
Impactos ambientales ocasionados por la construcción de carreteras

Componente	Impacto Ambiental	Afectación al medio ambiente
Fauna	Atropellamiento de animales en las carreteras	En el caso de proyectos relacionados con la infraestructura carretera, para el caso de fauna silvestre como lo describe Arroyave M.D., (2006), algunos proyectos de este sector producen fragmentación del hábitat lo cual genera dos efectos principales que amenazan la persistencia de las especies, denominados el efecto barrera y el efecto de borde de la siguiente manera: El efecto barrera se produce cuando se impide la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas, lo que trae como consecuencia limitar el potencial de los organismos para su dispersión y colonización y las barreras también pueden restringir la habilidad de los organismos de encontrar sus parejas, lo que puede llevar a la pérdida de su potencial reproductivo. El efecto de borde se presenta cuando un ecosistema es fragmentado y se cambian las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos y de la matriz circundante (Kattan, 2002 citado por Arroyave M.D., 2006). En el caso de carreteras este efecto se presentará en las inmediaciones o borde de la vía, donde se crearán condiciones con mayor temperatura, menor humedad, mayor radiación y susceptibilidad al viento. El principal impacto del atropellamiento de animales se ve reflejado en la afectación de las poblaciones de las especies involucradas, más que todo en aquellas especies que se encuentran amenazadas o son vulnerables y, en menor medida, las especies más comunes y abundantes. El grado de perjuicio depende del tamaño de la población y de la capacidad reproductiva de la especie (Taylor y Goldingay, 2004 citado por Arroyave, M. D, 2006).
	Fragmentación del hábitat	Tomando en cuenta el efecto borde y efecto barrera mencionado con anterioridad, la fragmentación del hábitat y el consecuente aislamiento de poblaciones es el impacto más significativo, ya que el efecto barrera y el efecto de borde afectan la disponibilidad de alimento y el potencial reproductivo de las especies Arroyave, M. D., Gómez, C, (2006).

Componente	Impacto Ambiental	Afectación al medio ambiente
Atmósfera	Contaminación atmosférica por gases y polvos.	El desarrollo de la etapa constructiva del proyecto puede generar una serie de efectos negativos en el aire, como la emisión de polvo y gases originados por el movimiento de tierras o el tránsito de vehículos sobre los caminos y/o vías de acceso al área del proyecto y sus áreas aledañas (Navas de García, Reyes Gil, & Galván Rico, 2015; Giani, 2017). Regulado de acuerdo con SEMARNAT en su *Guía para la elaboración de la cedula de operación anual- - Tratamiento de Residuos Peligrosos* que menciona que el Artículo 17 y 21 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEEGEPA) en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (PyCCA); el Artículo 9 y 10 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEEGEPA) en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, en su más reciente y los Artículos 3, 4 y 12 del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en Materia de Registro Nacional de Emisiones.
	Incremento en los niveles de ruido.	Debido a la naturaleza del proyecto, se generará ruido en prácticamente todas las actividades a desarrollar en la etapa constructiva. El ruido será producido por el movimiento de materiales, remoción de vegetación, demolición de estructuras o el funcionamiento de la maquinaria y equipos (Giani, 2017). El ruido durante la construcción será generado principalmente por la maquinaria y equipo pesado utilizado en las labores diarias, impactando el “nivel sonoro” del área de influencia, que pueden representar molestias a la comunidad vecina y trabajadores. Como aclaración el sonido se define como toda variación de presión en cualquier medio, capaz de ser detectada por el ser humano (Conesa, 2000, citado por Giani, 2017; Flores, 2021).

Componente	Impacto Ambiental	Afectación al medio ambiente
Suelo	Perdida de la cobertura vegetal del suelo y erosión	Al perder los suelos su cobertura natural se presenta, en seguida, una serie de cambios que repercuten de manera negativa en la fertilidad y la productividad natural del suelo; se ha demostrado la importancia de la cubierta vegetal en la conservación de los suelos (Albaladejo et al., 1998 citado por Muñoz-Iniesta 2009). También implica el cambio en la morfología y topografía de la zona impactada y afectación sobre la estabilidad estructural del terreno del área de estudio que puede generar cierto grado de inestabilidad geológica dependiendo del movimiento de tierras (pendiente de taludes y terraplenes) y la incidencia de las otras actividades (Giani, 2017). Cuando la perdida de la superficie del suelo expuesta a los agentes erosivos e interrumpe el aporte de restos vegetales al suelo. (Muñoz-Iniestra, D. J., López, G. F., Hernández, M. M., Soler, A. A., & López, G. J.; 2009 citado por Giani,2017). Procesos de erosión: Arrastre de partículas constituyentes del suelo. La acción antrópica acelera la erosión geológica mediante acciones que el hombre realiza y que determinan un aumento en la degradación y erosión del suelo (FAO, s.f citado por Giani, 2017).).
	Contaminación producida por residuos y derrames de líquidos peligrosos y no peligrosos	La construcción es una de las mayores generadoras de residuos en la actualidad, se presenta en la mayoría de sus procesos: desde la extracción, la fabricación de los materiales, hasta las diferentes actividades desarrolladas en la construcción de las obras civiles (Pacheco & Fuentes, 2017).El Manejo adecuado de los residuos debe ser en base a la NOM-165 SEMARNAT 2013 que contiene una lista de 200 sustancias RETC, mencionadas en la *Guía para la elaboración de la cedula de operación anual- - Tratamiento de Residuos Peligrosos* SEMARNAT
Hidrología	Modificación del patrón natural de drenaje y contaminación y obstrucción de cauces	Según Giani (2017), durante la construcción, “las actividades como el transporte de insumos y equipos, así como el movimiento y compactación del suelo, alteran la topografía y el flujo del agua superficial. Esto aumenta el riesgo de obstrucciones con materiales de construcción y puede cambiar la morfología del cuerpo de agua. Además, hay riesgos de contaminación por aumento de sedimentos, posibles derrames y erosión del suelo, afectando la vida acuática” (p. 133).

Componente	Impacto Ambiental	Afectación al medio ambiente
Paisaje	Calidad escénica y del paisaje	Corresponde al valor intrínseco de un paisaje desde el punto de vista visual, considera la fragilidad del paisaje como el riesgo de deterioro del mismo a consecuencia de la implantación de actividades humanas. Centeno, J citado en (Ferrando & de Luca, 2011 citado por Giani , 2017).
Entorno socioeconómico	Empleo e integración económica de las comunidades aledañas a los beneficios de comunicación y traslado del proyecto	Según Giani (2017), las actividades de construcción del proyecto se traducirán en una fuente temporal de empleo durante la etapa de construcción, lo que representa un impacto directo positivo. Aumento del valor de las tierras de los terrenos colindantes. Además, se espera la generación de empleo indirecto, que incluirá personal de empresas que brindan bienes y servicios al contratista. La integración social y económica de la población abarca aspectos como la interacción de la comunidad vecina con el proyecto, la calidad de vida de la población local, el tráfico local y la percepción individual de la calidad de vida, definida como la percepción de la propia posición en la vida dentro del contexto cultural y de valores en el que se vive (OMS, 2002, citado por Cardona & Byron Agudelo, 2005 y Giani, 2017)).
Vegetación	Pérdida de vegetación	Según Primack (1998), citado por Arroyave M.D., (2006), las vías rompen la continuidad del dosel (estrato), con lo que se pierde vegetación en una región determinada. Según la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, Sector Vías Generales de Comunicación y Cambio de Uso de Suelo, "Construcción de la Carretera Tipo A2 Cuapiaxtla – Cuacnopalan y Ramal a Ciudad Serdán", estados de Tlaxcala y Puebla (2011) La vegetación se ve afectada por el desmonte parcial de ejemplares de árboles y arbustos incrementando a su vez la fragmentación del hábitat.

Fuente: Elaboración propia con las fuentes citadas.

2.5.2. Medidas de mitigación

Para poder reducir el impacto ambiental en un proyecto, es necesario plantear una estrategia conformada por medidas y acciones que pueden clasificarse en medidas de prevención, medidas de mitigación y medidas de compensación. .

De acuerdo con la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), todas las medidas utilizadas en un proyecto y en este caso de infraestructura carretera, estarán sujetas a una evaluación y a su autorización o incluso se podrán condicionar de

forma específica a como lo establezca la autoridad ambiental, por lo que normalmente se incluye para su análisis información respecto a su costo, duración, insumos, herramientas y métodos de ejecución, requisitos de capacitación, etc.

2.5.2.1. Ejemplos de acciones y medidas de mitigación.

Durante todas las etapas de implementación y funcionamiento de un proyecto de infraestructura carretera (que incluye la preparación del sitio, la construcción y la operación y mantenimiento), se pueden generar impactos ambientales, sobre los componentes ambientales incluyendo aire, suelo, agua, paisaje, vegetación y fauna, etc. Por tal motivo se debe diseñar una estrategia de mitigación bajo los fundamentos de los principios preventivo y precautorio, para salvaguardar el entorno natural al proyecto.

La estrategia de mitigación normalmente incluye medidas de prevención, mitigación y compensación, las cuales deberán integrarse en el catálogo de conceptos.

Las medidas preventivas y las de mitigación tienen como finalidad evitar y minimizar el efecto adverso de los impactos ambientales que se pueden generar en cualquiera de las etapas de implementación y funcionamiento de la infraestructura carretera. Las medidas de compensación son aquellas acciones que se realizan para recuperar las condiciones ecológicas del entorno donde se realizó la obra, pero pueden aplicarse en otro sitio de la región del proyecto.

Por lo anterior, es fundamental para establecer la estrategia de mitigación el análisis de cada uno de los procesos de construcción y conservación y sus actividades inherentes, desarrollar los siguientes puntos:

1. Identificar los posibles impactos ambientales que puede generar el proyecto de infraestructura carretera en cualquiera de sus etapas.
2. Evaluar la magnitud, la importancia y la probabilidad de los impactos identificados.
3. Establecer los objetivos para mitigar los impactos identificados.
4. Monitorear, controlar e informar de los resultados obtenidos con las medidas aplicadas para la mitigación.

Para poder ejecutar la estrategia de mitigación, es necesario llevar a cabo un seguimiento y control de todas las medidas propuestas en el estudio de impacto ambiental correspondiente, así como en los términos y condicionantes establecidas en la autorización.

La tabla a continuación presenta de manera resumida factores ambientales que normalmente resultan afectados en un proyecto de infraestructura carretera, posibles impactos ambientales que se generan en este tipo de proyectos y ejemplos de medidas de mitigación recomendadas para reducir y controlar dichos impactos y que son con las que se elabora el catálogo de conceptos ambientales.

Tabla 2. 4.
Ejemplos de acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación a ejecutar en un proyecto de infraestructura carretera.

Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Etapa del proyecto en la que se presenta el impacto	Acciones y Medidas de prevención, mitigación y compensación
Aire	Calidad del aire	Contaminación atmosférica por emisión gases y polvos.	Preparación del sitio/ Construcción	Control de emisiones de contaminantes y polvo mediante riegos de aspersión. Plan de manejo de los desechos no peligrosos y peligrosos. Clasificación, almacenamiento y deposición final (Navas de García, Reyes Gil, & Galván Rico, 2015).
	Ruido	Incremento en los niveles de ruido.	Preparación del sitio/ Construcción	Acciones de prevención y control de ruido. Realizar mantenimiento en los equipos y maquinaria de trabajo. Sustituir equipos en mal funcionamiento por otros menos ruidosos. Planificar el trabajo en horarios donde no se expongan personas ajenas a la obra Reducir los tiempos de exposición a los trabajadores con rotaciones del personal en otras actividades. (Giani, 2017 y Flores 2021).
Suelo	Calidad del suelo	Pérdida del horizonte orgánico del suelo	Preparación del sitio/ Construcción	Conservar el suelo despalmado en sitios asignados de forma específica y agregar abonos verdes
		Contaminación por dispersión de residuos y derrames o fugas de residuos peligrosos	Preparación del sitio/ Construcción	Prevención de la contaminación del suelo con el apoyo de la ejecución de un programa para el manejo integral de residuos. Ejecución de un programa de mantenimiento a maquinaria y equipos (en donde se incluya la ejecución de estas actividades en patios de maquinaria asociados al proyecto, pero de forma específica para la actividad.

Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Etapa del proyecto en la que se presenta el impacto	Acciones y Medidas de prevención, mitigación y compensación
Hidrología	Escurrimientos naturales y/o cuerpos de agua	Modificación del drenaje natural	Preparación del sitio/ Construcción/Operación y mantenimiento	Implementación de obras de drenaje adecuadas para el tipo de escurrimiento y proporcionar el mantenimiento periódico de forma adecuada Llevar a cabo monitoreos continuos del agua durante la etapa constructiva. Colocar barreras anti-sedimentos en caso de ser necesario cuando hay desvíos. Ejecutar el manejo integral de todos los residuos de forma adecuada, tanto en la etapa constructiva como durante la conservación de la infraestructura carretera.
		Contaminación y obstrucción de cauces	Preparación del sitio/ Construcción	Evitar la instalación de obras provisionales (almacenes, patios de maquinaria, sanitarios móviles, etc.) en los márgenes de ríos o arroyos. Prevención de la contaminación del agua, mediante la ejecución de acciones para el manejo Integral de residuos generados en obra en la etapa constructiva o en la etapa de conservación. Ejecutar el programa de mantenimiento a maquinaria y equipos. Uso de barreras contenedoras de materiales y/o residuos cuando se realicen trabajos en agua.
Paisaje	Calidad del Paisaje	Modificación de paisaje	Preparación del sitio/ Construcción	Implementar acciones para el manejo integral de residuos de obra en la etapa constructiva y en la de conservación. Monitorear el buen funcionamiento de los servicios sanitarios, Ejecutar el programa de mantenimiento preventivo, correctivo y de sustitución de maquinaria, equipo y vehículos pesados. Capacitar al personal de obra para la correcta ejecución de las obras y actividades Rehabilitar los sitios usados de forma provisional en los derechos de vías. Ejecutar el manejo integral de todos los residuos de forma adecuada, tanto en la etapa constructiva como durante la conservación de la infraestructura carretera a fin de dejar libre de residuos todo el derecho de vía antes de que entre en operación cualquier proyecto de infraestructura carretera.

Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Etapa del proyecto en la que se presenta el impacto	Acciones y Medidas de prevención, mitigación y compensación
Vegetación	Cubierta vegetal	Pérdida de cubierta vegetal (incluye la vegetación forestal y la no forestal)	Preparación del sitio	Delimitación de las zonas de trabajo a fin de evitar invadir otras superficies y extender el impacto. Implementar un programa de rescate y reubicación de individuos de la vegetación que estén listados con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies endémicas y nativas de la región, que se debe ejecutar antes de los desmontes y despalmes. Implementar acciones para el manejo integral de los residuos de desmontes y despalmes. Impartir concientización ambiental al personal de obra para Implementar un programa compensación de vegetación para minimizar los efectos ambientales derivados de la pérdida de vegetación en la superficie directa del proyecto en otro sitio, que permitirá restituir la vegetación y el paisaje resultado de la intervención por efectos de la construcción de la obra (Giani, 1017).
		Modificación y disminución de servicios ambientales del ecosistema por despalme de la vegetación forestal	Preparación del sitio	
Fauna	Diversidad y abundancia de especies	Pérdida del hábitat	Preparación del sitio	Implementar un programa que incluya acciones de ahuyentado de fauna de forma periódica, rescate y reubicación de individuos de especies de lento desplazamiento, con hábitos fosoriales, de talla pequeña y mediana de ser el caso, así como el rescate de crías, polluelos y/o nidos. Adaptación de obras de drenaje como pasos para fauna o en su caso diseñar pasos para fauna específicos. Capacitar al personal de obra sobre la protección y conservación de la fauna, a fin de evitar caza, tráfico, o comercio de fauna silvestre. Colocar señalamientos para la reducción de la velocidad en sitios en donde se hayan estudiado rutas de desplazamiento de fauna silvestre.
		Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010		

Fuente: Elaboración propia en base a estudios de impacto ambiental.

Adicionalmente, es importante señalar que para mayor detalle de los impactos ambientales y las medidas de prevención, mitigación y compensación se puede consultar el Manual para Estudios, Gestión y Atención Ambiental en Carreteras, (2016), en donde además se indica que la implementación de “buenas prácticas ambientales” y de una “supervisión ambiental de obras” es vital tanto para evitar que se presenten algunos de los impactos ambientales, como para vigilar que la implementación de la estrategia de mitigación se lleve a cabo de forma adecuada); el Manual de Diseño de Pasos para Fauna Silvestre en Carreteras (2020) en donde se detallan varios tipos de diseño de pasos para fauna según las características ambientales y el tipo de fauna a conservar; así como el Manual de Revegetación y Reforestación en la Infraestructura Carretera, (2021), en donde se establecen las particularidades para poder proponer una medida de compensación para recuperar la vegetación afectada por proyectos de infraestructura carretera, de la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes.

CAPÍTULO 3

Análisis de planes y programas de cumplimiento ambiental para diferentes tipos de proyectos ejecutivos y obras para identificar acciones a desarrollar

3.1. Análisis de autorizaciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales

El análisis de autorizaciones en materia de impactos ambientales y cambio de uso de suelo en terrenos forestales es un proceso fundamental dentro del marco de la gestión ambiental y territorial. Este procedimiento implica la evaluación detallada de los requisitos normativos y legales que regulan la conversión de áreas forestales para diversos tipos de proyectos, incluidas las infraestructuras viales.

En el contexto específico de los proyectos carreteros, las autorizaciones ambientales y los cambios de uso de suelo deben cumplir con estrictas normativas destinadas a proteger la biodiversidad, gestionar adecuadamente los recursos naturales y mitigar los posibles impactos ambientales adversos. Según las regulaciones establecidas por las autoridades ambientales competentes, como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en México, estos procesos requieren estudios técnicos especializados, evaluaciones de impacto ambiental y la implementación de programas de compensación y restauración ecológica cuando sea necesario (SEMARNAT, 2023).

El objetivo primordial de analizar estas autorizaciones es asegurar que los proyectos en terrenos forestales se desarrollen de manera responsable y sostenible, minimizando los efectos negativos sobre los ecosistemas naturales y garantizando la participación informada del público. Además, se busca promover el uso eficiente de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad, aspectos cruciales para mantener los servicios ambientales que proporcionan los bosques a largo plazo.

Según la SEMARNAT (2018), un impacto ambiental se define como la “modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se establece como el instrumento legal que se enfoca en evaluar los impactos ambientales que podrían surgir de proyectos o actividades en etapa de planificación (impactos potenciales). Es decir, la EIA anticipa y evalúa los efectos ambientales adversos antes de que se inicien las obras, proporcionando una base sólida

para la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas preventivas y correctivas.

Entendiéndose el impacto ambiental como la "modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza" SEMARNAT (2018) y la evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el instrumento legal o jurídico que se orienta en los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto (impactos potenciales), es decir, que no han sido iniciados (*Op cit*).

El objetivo de la evaluación de Impacto Ambiental es buscar la sustentabilidad de un proyecto además de considerar la factibilidad económica y el beneficio social SEMARNAT (2018). Y el organismo encargado de avalar, supervisar y en su caso autorizar en materia ambiental dicho proyecto es la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión (2024), su Reglamento y Normas Oficiales aplicables, esto a nivel federal.

Sin embargo, estos proyectos también deben cumplir con los requisitos que señalan a las secretarias estatales y municipales donde se quiera desarrollar la propuesta.

La Secretaría es la encargada de revisar la Manifestación de Impacto Ambiental de acuerdo a los artículos de la Ley LGEEPA (*Op cit*) y emitir la resolución de dicho proyecto

Sin embargo, la Ley LGEEPA en su ARTÍCULO 5, señala las facultades de la Federación para emitir una resolución de una Manifestación de Impacto Ambiental:

> I. La formulación y conducción de la política ambiental nacional;
>
> II. La aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, en los términos en ella establecidos, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal;
>
> III. La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional o en las zonas sujetas a la soberanía y jurisdicción de la nación, originados en el territorio o zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de otros Estados, o en zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier Estado;
>
> IV. La atención de los asuntos que, originados en el territorio nacional o las zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de la nación afecten el equilibrio ecológico del territorio o de las zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de otros Estados, o a las zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier Estado;
>
> V. La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley;
>
> VI. La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los

recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias;

VII. La participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan;

VIII. El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia federal;

IX. La formulación, aplicación y evaluación de los programas de ordenamiento ecológico general del territorio y de los programas de ordenamiento ecológico marino a que se refiere el artículo 19 BIS de esta Ley;

X. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

XI. La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia. Fracción reformada DOF 25-02-2003

XII. La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal;

XIII. El fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios; así como el establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos;

XIV. La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, substancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente;

XV. La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente; Fracción reformada DOF 18-01-2021

XVI. La promoción de la participación de la sociedad en materia ambiental, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley; XVII.- La integración del Sistema Nacional de

> Información Ambiental y de Recursos Naturales y su puesta a disposición al público en los términos de la presente Ley;
>
> XVIII. La emisión de recomendaciones a autoridades Federales, Estatales y Municipales, con el propósito de promover el cumplimiento de la legislación ambiental;
>
> XIX. La vigilancia y promoción, en el ámbito de su competencia, del cumplimiento de esta Ley y los demás ordenamientos que de ella se deriven; XX.- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más entidades federativas; Fracción reformada DOF 28-01-2011
>
> XXI. La formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, y Fracción adicionada DOF 28-01-2011

Por su parte el Artículo 7 señala prácticamente con los mismos numerales la participación que tienen los estados para conducir las autorizaciones ambientales a nivel estatal.

Y el Artículo 8 señala lo referente a las obligaciones y autorizaciones que pueden otorgar los Ayuntamientos sobre proyectos a nivel Municipal.

Recapitulando, estos tres artículos mencionan que para otorgar una resolución de manifestación de impacto ambiental se requerirá de la aprobación de los tres niveles de gobierno, el Federal, Estatal y Municipal.

Continuando con el análisis de esta Ley en lo referente a las resoluciones, la sección V es sobre la Evaluación de Impacto Ambiental.

> Artículo 28 La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría. Párrafo reformado DOF 23-02-2005:
>
> I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; ...
>
> VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; ...
>
> X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales...
>
> XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; Fracción reformada DOF 23-02-2005...

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

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

> Para los efectos a que se refiere la fracción XIII del presente artículo, la Secretaría notificará a los interesados su determinación para que sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la obra o actividad que corresponda, explicando las razones que lo justifiquen, con el propósito de que aquéllos presenten los informes, dictámenes y consideraciones que juzguen convenientes, en un plazo no mayor a diez días. Una vez recibida la documentación de los interesados, la Secretaría, en un plazo no mayor a treinta días, les comunicará si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo para hacerlo. Transcurrido el plazo señalado, sin que la Secretaría emita la comunicación correspondiente, se entenderá que no es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental.

El artículo antes mencionado describe el procedimiento general que debe tener la Secretaría sobre cualquier proyecto que requiera de una aprobación en materia de impacto ambiental.

El Artículo 29 señala que, si los impactos negativos al ambiente que pudieran causar las obras o actividades y no requieren de un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, estarán sujetos al cumplimiento de reglamentos, normas oficiales mexicanas y legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable.

El Artículo 30 señala que para obtener una autorización...,los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

> El Artículo 33 señala que para las facciones IV, VII, IX y XI del artículo 28 la secretaria notificará a las entidades federal, municipales o cualquier otro según corresponda de haber recibido la manifestación de impacto ambiental, sin embargo, no obligará a estas autoridades locales a expedir sus autorizaciones correspondientes.

Finalmente, establece el ARTÍCULO 35:

> Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.
>
> Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.
>
> Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.
>
> Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:
>
> I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;
>
> II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o
>
> III.- Negar la autorización solicitada.

Recapitulando, lo que menciona esta ley es la dirección que se debe seguir para que cualquier obra pueda presentar o no (según sea el caso) la Manifestación de Impacto Ambiental, así como los impactos potenciales que puede ocasionar y las medidas correctivas, de mitigación y de compensación que va a realizar en caso de aprobarse.

Sin embargo, es facultad de la secretaria a través de esta ley misma, de su reglamento y de todas las leyes y normas aplicables realizar la evaluación de la manifestación y en su caso, autorizarla en sus términos, o autorizarla con condiciones o no autorizarla.

Con lo anterior se analizará en los siguientes numerales los términos de las resoluciones que llegan a tener la Autorizaciones en materia de impacto ambiental.

Por su parte, los Cambios de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) están reguladas por el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Suprema Corte de Justicia de la Nación (última reforma, 2016):

> "Artículo 27.- La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originalmente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada."

Este artículo reglamenta a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, 2024) y el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS, 2020).

En dicha ley, en su Artículo 7 en distintas facciones definen conceptos relacionados con el CUSTF que son importantes a considerar.

> VI Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales.
>
> XII Compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales: Las obras y actividades de restauración de suelos, reforestación, protección y mantenimiento, que se realizan con el fin de rehabilitar ecosistemas forestales deteriorados, de controlar o evitar los procesos de degradación de los mismos y de recuperar parcial o totalmente las condiciones que propicien su persistencia y evolución.
>
> XX. Depósito por Compensación Ambiental: Es el monto económico que deposita el promovente de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para obtener la autorización.

De lo relacionado en materia forestal están los Artículos.

- Artículo 9: Atribuciones y distribución de competencias de la Federación, Entidades Federativas, Municipios, Demarcaciones territoriales y Ciudad de México.
- Artículo 10, facción XXX: Atribución de la Federación para expedir autorización.
- Artículo 14 fracción XI. La Secretaría ejercerá la atribución de expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Artículo 42. Inscripción y registro en el Registro Forestal Nacional (Facc III). Las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.
- Artículo 65. Suspensión por la causa de incumplimiento a las condiciones y requisitos establecidos en las autorizaciones otorgadas, incluyendo las de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Artículo 68 facción I. La Secretaría emitirá actos y autorizaciones: I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción.
- Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo

Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento.

En dicho estudio se demostrará entre otras cosas

1. biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga,
2. erosión de los suelos,
3. la capacidad de almacenamiento de carbono,
4. el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

La Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento.

Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable.

Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.

- Artículo 94. Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro.
- Artículo 95. La Secretaría podrá autorizar la modificación de una autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o bien, la ampliación del plazo de ejecución del cambio de uso de suelo establecido en la autorización respectiva, siempre que lo solicite el interesado, en los términos que se establezcan en el Reglamento de la presente Ley.
- Artículo 96. Los titulares de autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del mismo, en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley.
- Artículo 97. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales donde la pérdida de cubierta forestal fue ocasionada por incendio, tala o desmonte sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.
- Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de

restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

- Artículo 100. La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con diversas entidades públicas, acciones conjuntas para armonizar y eficientar los programas de construcciones de los sectores eléctrico, hidráulico y de comunicaciones, con el cumplimiento de la normatividad correspondiente.
- Artículo 155. Facción VII. Son infracciones a lo establecido en esta Ley: Cambiar el uso de suelo de los terrenos forestales, sin contar con la autorización correspondiente.

3.1.1. Análisis de los términos del resolutivo de la MIA

Para que una Manifestación de Impacto Ambiental sea autorizada en sus mismos términos en los cuales se ha realizado, es necesario contar con un proyecto claro y concreto con alcances y propuestas bien definidos con el objeto de que al momento de realizar el estudio de los impactos ambientales estos sean perfectamente medibles y reales.

En el capítulo 3 Reglamento de la Ley LGEEPA, Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión (2014) que habla del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental describe en sus capítulos 12 y 13 el contenido que deberá tener las distintas modalidades que las manifestaciones de impacto ambiental deben presentar:

> ARTÍCULO 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:
>
> I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
>
> II. Descripción del proyecto;
>
> III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
>
> IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
>
> V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
>
> VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
>
> VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
>
> VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

ARTÍCULO 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Para poder presentar una manifestación de impacto ambiental adecuada y susceptible de ser aprobada, la misma Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales pone a disposición una:

1. Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional SEMARNAT (2022), en la que se señala la estructura y los análisis que debe incluir el documento entre lo que destacan:
   - Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.
   - Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.
   - Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.
   - Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.
   - Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.
   - Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.
   - Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas.

- Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la manifestación de impacto ambiental.

2. y la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector Vías Generales de Comunicación Modalidad Regional SEMARNAT (*2002*) que menciona la estructura general que debe tener el estudio, entre lo que se destaca:
3.
   - Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
   - Descripción del proyecto;
   - Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
   - Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
   - Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
   - Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
   - Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Con estos documentos como apoyo se espera que al presentar una Manifestación de Impacto Ambiental en cualquier modalidad la autoridad competente Federal e incluso Estatal, pueda tener todos los elementos suficientes para emitir su autorización sin condicionantes, aunque en la práctica la mayoría de las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental van acompañas de condicionantes que principalmente se pide incluir información adicional muy precisa.

3.1.2. Análisis de las condicionantes del resolutivo de la MIA

Si la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) es autorizada, la mayoría de las veces es condicionada, debido a la solicitud de información adicional que hace la Secretaria, aun así, es conveniente analizar y mejorar el proyecto, sí como el análisis de los impactos y sus medidas correctivas o preventivas no fueron bien analizadas y que puede ser necesario presentar nuevas propuestas para mitigar los impactos potenciales.

Los requerimientos que hace la autoridad para autorizar una MIA de manera condicionada pueden ser tan variados que se tendrían que recurrir a cada resolutivo en particular. Sin embargo, Del Razo (2022) enlista las principales condicionantes que la autoridad impone:

1. Presentación de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) aprobado por la propia SEMARNAT o a la secretaría estatal, en su caso, para asegurar el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de control, prevención, compensación y mitigación que se proponen en la Manifestación de Impacto Ambiental.
2. Presentación de informes periódicos (normalmente semestrales o anuales) para documentar pormenorizadamente el cumplimiento de los términos y condicionantes contenidos en la autorización de impacto ambiental otorgada a la empresa. Los informes incluyen referencias a evidencias documentales, manifiestos, fotografías

y otro material que se estime como pertinente para acreditar el cumplimiento de las medidas previstas en la MIA y en la propia autorización. A nivel federal, estos informes se entregan tanto a la SEMARNAT como ante la oficina de representación (otrora delegaciones) de la PROFEPA del estado en el que se realice el proyecto. A nivel estatal, el informe se entrega a la secretaría de medio ambiente competente y a la procuraduría ambiental estatal (en alguno de los 20 estados que cuentan con dicha dependencia).

3. Asignación de un supervisor ambiental independiente durante toda la vida del proyecto para dar cumplimiento a las condicionantes de la autorización y las medidas comprometidas en la MIA. Usualmente estos supervisores son consultores ambientales técnicos, aunque esta supervisión ambiental también puede ser brindada por universidades o centros de investigación. En ciertos proyectos de jurisdicción estatal, se requiere que el supervisor en cuestión se encuentre inscrito en un padrón de prestadores de servicios (lo que resulte igualmente aplicable para firmar y presentar a nombre de una empresa o proyecto la correspondiente MIA).
4. Contratación de un instrumento de garantía (normalmente para esto el promovente del proyecto contrata una fianza, aunque también habría posibilidad de extender un billete de depósito a favor de la tesorería federal o estatal) que asegure el debido cumplimiento de las condicionantes enunciadas en la autorización de impacto ambiental y la atención de posibles contingencias que pudieran generarse durante las diferentes actividades que involucra el proyecto. A nivel federal, esta garantía se contrata una vez que la SEMARNAT aprueba un estudio que se denomina: Estudio Técnico Económico, el cual contiene una descripción del costo de las medidas de mitigación y prevención propuestas para el proyecto en cuestión, mismo que se puede contratar y actualizar en función de la etapa en que se encuentre el proyecto.
5. Realización de un Programa de Cierre y Restauración Ambiental al finalizar el proyecto, con el objetivo de sistematizar y estructurar las acciones y actividades tendientes al desmantelamiento de la infraestructura que se encuentre instalada, dejando el predio libre de pasivos ambientales y residuos, para luego proceder a la aplicación de programas de restauración y reforestación, según corresponda.
6. Aviso a la SEMARNAT de las fechas de inicio y conclusión de las diferentes etapas de cada una de las fases requeridas para el proyecto, cuando este comprenda varias etapas (siendo lo usual que al menos se contemplen tres: (i) preparación de sitio y construcción, (ii) operaciones y mantenimiento, y (iii) cierre de las instalaciones y restauración).

3.1.3. Análisis para la obtención de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a través del estudio técnico justificativo

En el caso de las autorizaciones de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSFT) (2024), el Reglamento de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2020) a través de sus artículos definen el proceso para presentar el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correctamente de cualquier proyecto de infraestructura. Estos artículos son:

- Artículo 138. Los Terrenos forestales seguirán considerándose como tales, aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, Plagas, Enfermedades, Incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa.
- Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:
  I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;
  II. Lugar y fecha;
  III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y
  IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

  A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:

  I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;
  II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;
  III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;
  IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y
  V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital. Para efectos previstos en el inciso c) del presente artículo, cuando se trate de las instalaciones, actividades y proyectos del Sector Hidrocarburos, los interesados deberán acreditar la propiedad, posesión o derecho para su realización, con la documentación señalada en el artículo 31 del presente Reglamento.

- Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

  I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;
  II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM;
  III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;

IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;
V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;
VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;
VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;
VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;
IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;
X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;
XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;
XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;
XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;
XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y
XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir:

- El nombre de las especies a rescatar,
- La densidad de plantación,
- El Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo,
- Las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies,
- Los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.
- Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que

emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.

Después de presentar el ETJ y sus programas propuestos, es competencia de la Secretaria dará el veredicto de autorización mediante un resolutivo, basándose en los siguientes artículos del Reglamento de la LGDFS

- Artículo 142. La Secretaría, con la participación de la Comisión, propondrá a las dependencias competentes de la Administración Pública Federal en la regulación y control de los sectores a que se refiere el artículo 100 de la Ley, mecanismos que tendrán por objeto coordinar a las autoridades, en sus respectivos ámbitos de competencia, a través de planes, directrices, órganos, instancias o procedimientos que promuevan la simplificación, mejora y no duplicidad en la emisión de regulaciones, trámites y servicios y que faciliten a los interesados el cumplimiento de sus obligaciones y el ejercicio de sus derechos.
- Artículo 143. La Secretaría o, en su caso la ASEA, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 140, segundo párrafo, resolverá las solicitudes de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, conforme al procedimiento siguiente:

  I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá por única vez al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que presente la información o documentación faltante, la cual deberá entregarse dentro del término de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
  II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
  III. La Secretaría o la ASEA enviarán copia del estudio técnico justificativo al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión técnica dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción. En caso de no emitir dicha opinión dentro del plazo establecido, se entenderá que no tiene objeción. En las autorizaciones de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, la Secretaría o la ASEA deberán dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate;
  IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría o la ASEA notificarán al solicitante de la visita técnica al área objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación. Al término de la visita técnica se levantará un acta circunstanciada debidamente firmada por el solicitante o por quién este designe y por el personal autorizado por la Secretaría o la ASEA para la realización de la visita, y
  V. Realizada la visita técnica, la Secretaría o la ASEA dentro de los quince días hábiles siguientes y sólo en caso de que el Cambio de uso de suelo solicitado actualice los supuestos a que se refiere el primer párrafo del artículo 93 de la Ley, determinará el monto de la Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 144 del presente Reglamento. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría o la ASEA haya formulado el requerimiento de depósito ante el Fondo, se entenderá que la solicitud se resolvió en sentido negativo.

Cuando en cualquier estado del procedimiento previsto en el presente artículo, se considere que alguno de los actos no reúne los requisitos necesarios, la Secretaría o la ASEA lo pondrán en conocimiento de la parte interesada, concediéndole un plazo de cinco días para su cumplimiento. Los interesados que no cumplan con lo dispuesto en este artículo, se les podrá declarar la caducidad del ejercicio de su derecho, en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Finalmente, para obtener la autorización de CUSTF la Secretaria actuará con los lineamientos de los siguientes artículos:

- Artículo 144. La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación. Una vez que el solicitante haya comprobado que realizó el Depósito a que se refiere el párrafo anterior, mediante copia simple de la ficha de depósito o del comprobante de transferencia electrónica, la Secretaría o la ASEA, expedirán la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, esta se entenderá concedida. La solicitud de autorización será negada en caso de que el interesado no acredite ante la Secretaría o la ASEA haber realizado el Depósito en los términos previstos en el presente artículo.
- Artículo 145. La autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las Materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento. La Secretaría o la ASEA asignarán el Código de identificación y lo informarán al particular en el mismo oficio de autorización del Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales.
- Artículo 146. Los interesados en que se modifique la autorización de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales presentarán ante la Secretaría o la ASEA, la solicitud en el formato que para tal efecto se expida, en la cual señale la modificación requerida, expondrá las causas que motivan la solicitud y adjuntará la documentación técnica y legal que sustenta su petición. En el caso de que la modificación propuesta incida en alguno de los contenidos del estudio técnico justificativo previstos en el artículo 141 del presente Reglamento, adjuntará la actualización correspondiente. La Secretaría o la ASEA, en un plazo no mayor de quince diez días hábiles, procederán a: I. Solicitar información adicional para evaluar las modificaciones propuestas, o II. Requerir la presentación de una nueva solicitud de autorización cuando las modificaciones propuestas representen un cambio sustancial en términos originalmente autorizados.
- Artículo 147. En el caso previsto en la fracción I del artículo anterior, la Secretaría o la ASEA, podrán resolver:
  I. Si las modificaciones propuestas no afectan el contenido de la autorización otorgada, o

II. Si la autorización otorgada requiere ser modificada con objeto de imponer nuevas condiciones a la ejecución del Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales de que se trate.

- Artículo 148. La Secretaría o la ASEA, según sea el caso, otorgarán la ampliación de plazo de ejecución de la autorización del Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, siempre que se solicite dentro del período de vigencia de la misma. Para tal efecto, el interesado propondrá, mediante escrito libre el nuevo plazo, justificando la modificación y presentando la programación correspondiente. Dicha modificación se inscribirá en el Registro. La Secretaría o la ASEA, según sea el caso, resolverán sobre la ampliación de plazo solicitada en un término de quince días hábiles contados a partir de la recepción de la solicitud.
- Artículo 149. Conforme a lo establecido en el artículo 96 de la Ley, los titulares de las autorizaciones de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales deberán presentar:

I. Dentro de los primeros treinta días hábiles posteriores al inicio de ejecución de la autorización, un aviso en el cual informen sobre el inicio de la ejecución del Cambio de uso de suelos que les fue autorizado, con relación a lo establecido en la fracción VIII del artículo 141 de este Reglamento, y
II. Dentro de los primeros treinta días hábiles posteriores a su conclusión, un informe que contenga la ejecución y desarrollo del Cambio de uso de suelo, de conformidad con lo establecido en la autorización y con relación al contenido de las fracciones VIII, IX y X del artículo 141 de este Reglamento.

Sin perjuicio de lo anterior, en los casos en que la vigencia de las autorizaciones sea superior a un año, los titulares deberán presentar informes semestrales sobre la ejecución y desarrollo de lo dispuesto en dichas autorizaciones, con relación al contenido de las fracciones VIII, IX y X del artículo 141 de este Reglamento.

Dentro del término de treinta días hábiles siguientes a que se concluya la totalidad de la remoción de la Vegetación forestal presentará el informe de conclusión.

- Artículo 150. En caso de que no se efectúe el Cambio de uso de suelo en el plazo establecido en la autorización y que el interesado no solicite la ampliación a que se refiere el artículo 95 de la Ley caducará la autorización.
- Artículo 151. Tratándose de modificaciones de la autorización y la superficie por autorizar sea mayor que la previamente autorizada, se deberá determinar el incremento del Depósito por Compensación ambiental. Dicho monto económico se comunicará al interesado conforme al procedimiento establecido para la autorización de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales.
- Artículo 152. El monto económico de la Compensación ambiental relativa al Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales a que se refiere el artículo 98 de la Ley, será determinado por la Secretaría o la ASEA considerando lo siguiente:

I. Los costos de referencia para Reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la

metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual, y

II. El nivel de equivalencia para la Compensación ambiental por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría, en los que se considerará la importancia y características del ecosistema donde se realizará el Cambio de uso del suelo. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

Los recursos que se obtengan serán destinados a actividades de Compensación ambiental; preferentemente en la Cuenca hidrográfica en donde se haya autorizado el Cambio de uso del suelo o, cuando esto no fuera técnicamente posible, donde la Comisión determine como área prioritaria para la Reforestación. Estas actividades serán realizadas por la Comisión o por terceros con quienes esta convenga.

- Artículo 153. Los recursos obtenidos por concepto de Compensación ambiental a que se refiere el penúltimo párrafo del artículo 140 de la Ley, también podrán utilizarse para la protección de Recursos forestales tratándose de especies incluidas en alguna categoría de riesgo.

3.2. Definición de programas y planes de cumplimiento ambiental para proyectos carreteros

El deber ser de cualquier proyecto carretero o de cualquier otra índole implica el compromiso que asume el promovente para llevar acciones equitativas, justas, de calidad, de conservación, compensación y mitigación entre otras, para las tres directrices que integran el desarrollo sustentable:

- Con el proyecto mismo (aspecto económico),
- con la población involucrada directa e indirectamente (aspecto social), y
- con el medio físico y biológico (aspecto ambiental) en el que se desarrollará.

Para los fines de este documento, el aspecto que centra la atención es el ambiental, que como ya se ha mencionado dependiendo de los sitios que ocupará el proyecto carretero es el gobierno en los tres niveles a través de sus legislaciones, los encargados de dar o negar la autorización ambiental para implementar la obra.

Para que se pueda aprobar el proyecto es necesario contar con una correcta Manifestación de Impacto Ambiental y Estudio Técnico Justificativo y describir a detalle las medidas de conservación, mitigación y compensación ambiental a través de diversos programas de conservación, rescate, compensación, monitoreo y los que resulten y que se está dispuesto a ejecutar.

Si estas medidas no están claras o son insuficientes, la autoridad puede condicionar la autorización solicitando información complementaria a la información propuesta y solicitar programas adicionales.

Algunos de estos programas integran los componentes bióticos y abióticos desde una perspectiva internacional con los aspectos sociales y técnicos del proyecto. A

continuación, se analizarán distintos tipos de Programas que pueden formar parte del expediente de Manifestación de Impacto Ambiental y del Estudio Técnico Justificativo para el CUSTF o que sea solicitud condicionada de parte de la Autoridad para su aprobación.

3.2.1. Programas de Gestión Ambiental (PGA) aplicado a carreteras

3.2.1.1. Definición de la Gestión Ambiental

Desde un enfoque político, para Barrientos y Pontones (*sin fecha*) la gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible. Convirtiendo así, la protección del medio ambiente, en uno de los retos más importantes para la humanidad.

Por su parte para Valadéz y Landa (2003), la gestión ambiental moderna se estructura en términos del conjunto de acciones que buscan orientar y alentar cambios en las actividades sociales y económicas de productores y consumidores, por medio de lo cual se podrá transitar por el camino del desarrollo sustentable.

El diseño y aplicación de una gestión ambiental adecuada, continua Valadéz y Landa (*Op cit*), debiera considerar una perspectiva global de las interacciones y los impactos que tienen y los procesos globales e interregionales. Así mismo la gestión ambiental debe basarse en políticas ambientales que van más allá de los temas estrictamente sectoriales, es decir, un enfoque integral que tiene más posibilidad de tener un impacto duradero.

Finalmente, para Gutiérrez (2008), la gestión ambiental se refiere a todo el proceso derivado de las necesidades sociales que deben preservar su entorno, y en su caso impedir el mismo. También está enfocada a la creación de leyes tendientes a normar la materia ambiental por el poder legislativo ya sea federal o estatal, con el propósito de regular la problemática y finalmente con la gestión ambiental se hará la aplicación de normas por parte de la autoridad para prevenir y subsanar el deterioro ambiental.

3.2.1.2. La gestión ambiental en México

La Gestión Ambiental en México según Barrientos et al. (2006), ha sido representada por distintas Comisiones y secretarias a partir de la instauración de nuestra Constitución Política Nacional de 1917. Actualmente las instituciones que rigen la Gestión ambiental dentro del sector gubernamental en México existen tres niveles de gobierno (Federal, Estatal y Municipal) dentro del nivel Federal la principal institución está representada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), que se apoya de varias dependencias como:

Instituciones involucradas en la gestión ambiental.

- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente)
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua)
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático)
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas)
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad)
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua)

Todas ellas coadyuvan a establecer políticas y acciones que lleven a que los recursos naturales sean aprovechados de manera sustentable, además de establecer programas para la prevención y control de la contaminación (*Op cit*).

Con lo descrito en los numerales anteriores. Todas estas dependencias realizan su gestión ambiental de acuerdo con su objetivo principal. Sin embargo, resulta confuso describir y definir en si un programa de gestión ambiental unificado o estandarizado para aplicarse en las obras, en este caso las vías de comunicación.

3.2.1.3. Elaboración de un programa de gestión ambiental (ISO 14001:2015)

Una organización privada que ha tenido éxito a nivel mundial por la aplicación de sus normas internacionales es la organización ISO (International Organization for Standardization, Organización Internacional para la Normalización o Estandarización) que surgió en 1947, teniendo su sede en Ginebra, Suiza y que cuenta con la participación de 164 países, ISO (2015).

La ISO 14000 es una serie de normas internacionales para la gestión ambiental, surgida en 1996. Es la primera que permite a las organizaciones de todo el mundo realizar esfuerzos ambientales y medir la actuación de acuerdo con criterios aceptados internacionalmente Díaz (2009, tomado de UAyDM, 2023).

Han sido diseñadas para que puedan ser aplicadas a todo tipo de empresas, de cualquier tamaño, ya que no especifica la tecnología que se deberá de emplear. Su objetivo es facilitar a las empresas metodologías adecuadas para la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), UAyDM (*Op cit*).

Las normas internacionales ISO garantizan que los productos y servicios, sean fiables, seguros y de buena calidad. Para las empresas, son herramientas estratégicas que reducen costos y aumentan la productividad al minimizar residuos y errores. Ayudan a las empresas a acceder a nuevos mercados y facilitar el comercio global libre y justo. (*Op cit*).

De acuerdo con la Norma Internacional ISO 14001 (2015), para integrar un programa de gestión ambiental, es necesario englobarlo en el Sistema de Gestión Ambiental, el cual se integra en la siguiente tabla.

Tabla 3. 1.
Generalidades para considerar en la elaboración del Sistema de Gestión Ambiental de acuerdo con la Norma Internacional ISO 14001.

Orientación para el uso de la ISO 14001	Aspectos por considerar	¿Que se obtendrá?
1 objeto y campo de la aplicación	Instalar un sistema de gestión ambiental aporta valor para el medio ambiente, la organización y sus partes interesadas e incluye:	Mejora del desempeño ambiental
		Conformidad con las obligaciones legales y requisitos voluntarios
		Cumplimiento de objetivos ambientales
2 referencias normativas	Analizar otras Normas ISO 14000 complementarias a esta.	

Orientación para el uso de la ISO 14001	Aspectos por considerar	¿Que se obtendrá?
3 términos y definiciones: (para estandarizar los conceptos, la ISO define los siguientes términos. Que después, son directrices en la elaboración del programa de gestión ambiental)	Definición	Organización
		Alta dirección
		Sistema de gestión
		Sistema de gestión ambiental
		Parte interesada
		Política ambiental
		Información documentada
	Aspectos descriptivos para elaborar el **Programa** de Gestión	Medio ambiente
		Aspecto ambiental
		Impacto ambiental
		Condición ambiental
		Desempeño ambiental
		Prevención de la contaminación
		Ciclo de vida
	Alcances del **Programa** de Gestión	Objetivo
		Objetivo ambiental
		Riesgo
		Competencia
		Eficacia
		Requisito
	Cumplimiento del **Programa** de Gestión	Obligaciones de cumplimiento
		Conformidad
		No Conformidad
		Acción correctiva
		Proceso
		Medición
	Monitoreo del **Programa** de Gestión	Auditoría
		Mejora continua
		Procedimiento
		Seguimiento
		Contratar externamente
		Indicador

Orientación para el uso de la ISO 14001	Aspectos por considerar	¿Que se obtendrá?
4 contexto de la organización (La ISO enfatiza sobre el contexto de la organización para que el sistema tenga éxito en el cumplimiento de sus metas y objetivos)	Conocimiento de la organización y de su contexto	Determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión ambiental.
	Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	Las partes interesadas que son pertinentes al sistema de gestión ambiental
		Las necesidades y expectativas pertinentes (es decir, requisitos) de estas partes interesadas
		Cuáles de estas necesidades y expectativas se convierten en obligaciones de cumplimiento
	Determinación del alcance del sistema de gestión ambiental	Las cuestiones externas e internas referidas
		Las obligaciones de cumplimiento referidas
		Las unidades, funciones y límites físicos de la organización
		Sus actividades, productos y servicios
		Su autoridad y capacidad para ejercer control e influencia
	Una vez que se defina el alcance del sistema de gestión, se deben incluir en él las actividades, productos y servicios que puedan tener aspectos ambientales significativos	
5 liderazgo	Liderazgo y compromiso de la alta dirección	Obligación de rendir cuentas para la eficacia del sistema de gestión ambiental
		Asegurar que se establezca la política ambiental y los objetivos ambientales, y que estos sean compatibles con la dirección estratégica y el contexto de la organización
		Asegurar la integración de los requisitos del sistema de gestión ambiental dentro de los procesos de negocio de la organización
		Comunicar la importancia de una gestión ambiental eficaz y conforme con los requisitos del sistema de gestión
		Asegurar que el sistema de gestión ambiental logre los resultados previstos
		Dirigiendo y apoyando a las personas, para contribuir a la eficacia del sistema de gestión ambiental
		Promover la mejora continua

Orientación para el uso de la ISO 14001	Aspectos por considerar	¿Que se obtendrá?
5 liderazgo	Liderazgo y compromiso de la alta dirección	Apoyando otros roles pertinentes de la dirección, para demostrar su liderazgo aplicado a sus áreas de responsabilidad
		Asignar roles y responsabilidades para asegurarse de que el sistema de gestión es conforme con los requisitos de esta Norma
		Los responsables deben informar a la alta dirección sobre el sistema de gestión y su desempeño
	Política ambiental adecuada a:	El propósito de la organización
		El contexto de la organización, incluida la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios
		Propiciar un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos ambientales
		Incluir compromisos para la protección del medio ambiente, incluida la prevención de la contaminación y otros específicos del contexto de la organización
		Incluir un compromiso de conformidad con las obligaciones de cumplimiento
		Incluir un compromiso de mejora continua del sistema de gestión ambiental para mejorar el desempeño ambiental
		Mantenerse como información documentada
		Comunicarse dentro de la organización, inclusive a las personas que trabajan bajo el control de la organización
		Estar disponible para las partes interesadas
6 planificación (elaboración del programa de gestión ambiental)	Acciones para tratar riesgos asociados con amenazas y oportunidades	Generalidades
		Aspectos ambientales significativos
		Obligaciones de cumplimiento
		Riesgo asociado con amenazas y oportunidades
		Planificación de acciones

Orientación para el uso de la ISO 14001	Aspectos por considerar	¿Que se obtendrá?
6 planificación (elaboración del programa de gestión ambiental)	Objetivos ambientales y planificación para lograrlos	Objetivos ambientales coherentes, medibles, de seguimiento, ser comunicados y actualizados
		Planificación de acciones para cumplir los objetivos ambientales: Cuando se hace la planificación para lograr sus objetivos ambientales, la organización debe determinar: *lo que se va a hacer; *qué recursos se requerirán; *quién será responsable; *cuándo se finalizará; *cómo se evaluarán los resultados, incluidos los indicadores de seguimiento de los avances para el logro de objetivos ambientales mesurables
7 soporte	Recursos	La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios
	Competencia	Determinar la competencia necesaria de las personas que realizan, bajo su control, un trabajo que afecta a su desempeño ambiental; ¾ asegurarse de que estas personas sean competentes, basándose en la educación, formación o experiencia adecuadas; 15 ¾ cuando sea aplicable, tomar acciones para adquirir la competencia necesaria y evaluar la eficacia de las acciones tomadas.
	Toma de conciencia	política ambiental
		Aspectos ambientales significativos y los impactos reales o potenciales relacionados, asociados con su trabajo;
		contribución a la eficacia del sistema de gestión ambiental, incluidos los beneficios de un mejor desempeño ambiental;
		implicaciones de no cumplir los requisitos del sistema de gestión ambiental, incluidas las obligaciones de cumplimiento
	Comunicación	Generalidades: qué comunicar, cuando, a quién y cómo.
	Comunicación interna	Comunicar entre los diversos niveles y funciones de la organización, incluidos los cambios al sistema de gestión ambiental,

Orientación para el uso de la ISO 14001	Aspectos por considerar	¿Que se obtendrá?
7 soporte	Comunicación externa	Información pertinente al sistema de gestión ambiental, según se determine en su proceso de comunicación
	Información documentada	Generalidades
		Creación y actualización
		Control: distribución, acceso, recuperación, uso, almacenamiento, preservación, control de cambios, retención y disposición
8 operación (ejecución del programa de gestión ambiental)	Planificación y control operacional	Planificar, implementar y controlar los procesos necesarios para cumplir los requisitos del sistema
		Implementación del control de los procesos de acuerdo con los criterios y prevenir desviaciones de la política ambiental, de los objetivos ambientales y de las obligaciones de cumplimiento
		Controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones para mitigar los efectos adversos
		Que los procesos contratados externamente estén controlados o que se tenga influencia sobre ellos
	Preparación y respuesta ante emergencias	Responder a situaciones de emergencia y accidentes reales
		Emprender acciones para reducir las consecuencias de las situaciones de emergencia ambiental, apropiadas a la magnitud
		Emprender acciones para evitar que ocurran situaciones de emergencia y accidentes ambientales
		Periódicamente, poner a prueba el procedimiento
		Periódicamente, revisar, y donde sea necesario, actualizar el procedimiento, en particular, después de que hayan ocurrido accidentes

Orientación para el uso de la ISO 14001	Aspectos por considerar	¿Que se obtendrá?
9 evaluación del desempeño	Seguimiento, medición, análisis y evaluación (determinar)	Aquellas operaciones que pueden tener un impacto ambiental significativo
		Obligaciones de cumplimiento
		Controles operacionales
		El progreso con relación a los objetivos ambientales de la organización, mediante el uso de indicadores
	Evaluación del cumplimiento	Determinar la frecuencia con la que se evaluará el cumplimiento
		Evaluar el cumplimiento y emprender las acciones que sean necesarias
		Mantener el conocimiento y la comprensión de su estado de conformidad con las obligaciones de cumplimiento
	Planificación de las auditorías	Cumple: a) los propios requisitos de la organización para su sistema de gestión ambiental; b) los requisitos de esta Norma Internacional; c) está implementado y mantenido eficazmente
	Proceso de auditoría	Planificar, establecer, implementar y mantener la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación, y la elaboración de informes.
		Definir los criterios y el alcance de ésta
		seleccionar los auditores y llevar a cabo auditorías para asegurarse de la objetividad y la imparcialidad del proceso
		Asegurarse de que los resultados de las auditorías se informan a la dirección pertinente
	Revisión por la dirección	Revisar el sistema de gestión ambiental de la organización a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas.

Orientación para el uso de la ISO 14001	Aspectos por considerar	¿Que se obtendrá?
10 mejora	No conformidades y acciones correctivas	Tomar acciones inmediatas para controlarla y corregirla
		Mitigar los impactos ambientales adversos
		Hacer frente a las consecuencias
		Evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad,
		Determinar e implementar cualquier acción correctiva necesaria
		Revisar la eficacia de las acciones correctivas tomadas
		Si es necesario hacer cambios al sistema de gestión ambiental
	Mejora continua	La organización debe mejorar continuamente la idoneidad, adecuación y eficacia del sistema de gestión ambiental, para mejorar el desempeño ambiental

Fuente: Elaboración propia con información de la ISO 14001.

Con la información de la ISO 14001 que está enfocada hacia el sector industrial, la información que contiene se puede considerar como una referencia hacia el sector infraestructura carretera base sólida para elaborar y ajustar un plan de gestión ambiental

3.2.1.4. Plan de gestión ambiental en carreteras

Un Plan de Gestión Ambiental que se ajuste a la construcción de carreteras en México se puede tomar a partir de la obtención de las autorizaciones de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Para ello, el plan de gestión ambiental en carretera deberá responder las siguientes preguntas[1]

- ¿Qué tener en cuenta para implementar un Plan de Gestión Ambiental?
  - Liderazgo y compromiso de la Alta Dirección
  - Planificación
  - Objetivos
  - Obligaciones de cumplimiento
- ¿Qué objetivos tener en cuenta para el Plan de Gestión Ambiental?
- ¿Cómo elaborar el Plan de Gestión Ambiental?
  - Definir los objetivos de la gestión
  - Aceptación, aprobación y compromiso de la Alta Dirección

1 Basado de https://hse.software/2022/12/05/plan-de-gestion-ambiental-objetivos-y-aspectos-a-considerar-para-planificar-el-sistema-corporativo/#%C2%BFQue_tener_en_cuenta_para_implementar_un_Plan_de_Gestion_Ambiental

- Seleccionar un líder del proyecto
- Crear el equipo de trabajo
- Realizar una reunión para presentar el plan
- Elaborar un presupuesto y un cronograma de trabajo
- Revisar el avance del Plan
- Revisar la asignación de recursos
- Involucrar a los trabajadores
- Monitorizar, revisar y comunicar los resultados del Plan

Las primeras preguntas buscarán respuesta en el esquema organizacional involucrado en el proyecto, los estudios ambientales y programas complementarios. Y otras más se resolverán con los resolutivos y autorizaciones.

Como ya se ha mencionado, estas autorizaciones en la mayoría de los proyectos están condicionados, lo que significa que, a partir de las propuestas iniciales de programas de manejo, mitigación, rescate, conservación, compensación y demás que se hayan incluido en los estudios ambientales. La Autoridad (Federal, Estatal, Municipal, según sea el caso) solicitará efectuar una serie de cláusulas en las que se dé seguimiento al cumplimiento tanto ejecutable como normativo, se mida el avance y éxito de aplicación a lo largo de las distintas etapas del proyecto y se reporte periódicamente su avance.

La etapa de ejecución del plan de gestión deberá tener en cuenta toda aquella acción que dé cumplimiento a las condicionantes del resolutivo en las tres etapas del proceso. Y todo este proceso es supervisado y avalado por un tercero que dará veracidad del cumplimiento parcial, y total de las cláusulas y condicionantes del resolutivo dependiendo el tipo de resolutivo a cumplir, su etapa, tipo de medida, componente, acción en la que se esté efectuando.

- Resolutivo
  - Autorización de Manifestación de Impacto Ambiental Regional/Particular
  - Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestales
- Etapa del proyecto
  - Preparación del sitio
  - Construcción
  - Operación
- Medida
  - Conservación
  - Rescate
  - Mitigación
  - Compensación
- Componente ambiental
  - Biótico
    - » Flora
    - » Fauna
  - Abiótico
    - » Suelo
    - » Agua
    - » Aire

- Acciones
  - Para Flora: Rescate, propagación, reubicación, resguardo, germinación, traslado reforestación, mantenimiento, reposición, monitoreo, restauración ecológica, siembra al voleo entre otros.
  - Para Fauna: Rescate, reubicación, colecta, captura, ahuyentamiento, pasos de fauna, cercados restrictivos direccionados, entre otros
  - Para Suelo: Rescate, acamellonamiento, obras de protección, de contención, afine, tendido, contenedores de residuos, áreas y manejo de residuos, entre otros.
  - Para Agua, Sanitarios portátiles, vigilancia control de residuos y no verter agua residual, químicos y otros en cuerpos de agua, tratamiento de aguas, mallado sobre cuerpos de agua, entre otros.
  - Para Aire, humedecer superficies, caminos, mallado en vehículos de acarreo, verificación de vehículos y maquinaria, entre otros.

También se debe tener en cuenta que existe un proceso de cumplimiento normativo que cada obra carretera debe cumplir, el cual, en ocasiones se desconocen pero que forma parte medular en el cumplimiento de la gestión ambiental de cada proyecto. A continuación, se muestran ejemplos del cumplimiento normativo que se debe cumplir para obras con distintas particularidades. Esta información está disponible en la página de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[2]

2 https://www.SEMARNAT.gob.mx/gobmx/transparencia/tguia.html

Para Obtener la Guía de Trámites en Formato PDF dar Clic Aquí

Dar clic en el Nombre del Trámite para ingresar a Trámites y Requisitos

Relación de trámites obligatorios a realizar

NOMBRE	CLAVE COFEMER	PLAZO (EN DÍAS)	COSTO
RECEPCIÓN, EVALUACIÓN Y RESOLUCIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL. MODALIDAD A) NO INCLUYE ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA	SEMARNAT 04-003-A	60 DÍAS HÁBILES	VER PAGO FICHA gob.mx
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES	SEMARNAT 02-001	60 DÍAS HÁBILES	VER PAGO FICHA gob.mx

Relación de trámites que podría realizar posteriormente

NOMBRE	CLAVE COFEMER	PLAZO (EN DÍAS)	COSTO
AVISO DE DESISTIMIENTO DE LA AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL	SEMARNAT 04-005	0 DÍAS HÁBILES	SIN COSTO
MODIFICACIONES A PROYECTOS AUTORIZADOS EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL	SEMARNAT 04-008	10 DÍAS HÁBILES	$ 8,875.00
AVISO DE CAMBIO DE TITULARIDAD DE LA AUTORIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	SEMARNAT 04-009	0 DÍAS HÁBILES	SIN COSTO

Figura 3.1.
Obra infraestructura. Nuevo proyecto de infraestructura carretera.

Resumen de opciones elegidas

INFRAESTRUCTURA
AMPLIACIONES, MODIFICACIONES, SUSTITUCIÓN DE INFRAESTRUCTURA, REHABILITACIÓN Y/O MANTENIMIENTO
NO CUENTA CON AUTORIZACION EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSTRUIDO ANTES DEL 1 DE MARZO DE 1988
LAS ACCIONES POR REALIZAR NO TENGAN RELACIÓN ALGUNA CON EL PROCESO DE PRODUCCIÓN QUE GENERO DICHA AUTORIZACIÓN
NO SE ENCUENTRA CERCANO A UN CUERPO DE AGUA MARINA O SALOBRE
AFECTA VEGETACIÓN FORESTAL
REMOCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LA VEGETACIÓN
NO EXISTIÓ INCENDIO FORESTAL

Para Obtener la Guía de Trámites en Formato PDF dar Clic Aquí

Dar clic en el Nombre del Trámite para ingresar a Trámites y Requisitos

Relación de trámites obligatorios a realizar

NOMBRE	CLAVE COFEMER	PLAZO (EN DÍAS)	COSTO
AVISO DE NO REQUERIMIENTO DE AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL	SEMARNAT 04-007	NO REQUIERE RESPUESTA	SIN COSTO
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES	SEMARNAT 02-001	60 DÍAS HÁBILES	VER PAGO FICHA gob.mx

Figura 3.2.
Obra infraestructura. Ampliación o modificación de un proyecto de infraestructura carretera.

Resumen de opciones elegidas

INFRAESTRUCTURA
PROYECTO NUEVO
VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN
PUENTES
EN SU TOTALIDAD, O EN SU MAYOR PARTE SERÁN CONSTRUIDOS POR LA FEDERACIÓN; CON FONDOS FEDERALES O MEDIANTE CONCESIÓN FEDERAL POR PARTICULARES, ESTADOS O MUNICIPIOS.
SE ENCUENTRA DENTRO O COLINDANTE A ZOFEMAT
REALIZA OBRAS DENTRO O COLINDANTE A ZOFEMAT
REQUIERE DEL USO O APROVECHAMIENTO (CONCESIÓN O DESTINO)
PERSONA FÍSICA O,MORAL
AFECTA VEGETACIÓN FORESTAL
REMOCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LA VEGETACIÓN
NO EXISTIÓ INCENDIO FORESTAL

Para Obtener la Guía de Trámites en Formato PDF dar Clic Aquí

Dar clic en el Nombre del Trámite para ingresar a Trámites y Requisitos

Relación de trámites obligatorios a realizar

NOMBRE	CLAVE COFEMER	PLAZO (EN DÍAS)	COSTO
SOLICITUD DE CONCESIÓN	SEMARNAT 01-001	200 DÍAS NATURALES	$ 2,497.00
RECEPCIÓN, EVALUACIÓN Y RESOLUCIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR. MODALIDAD A) NO INCLUYE ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA	SEMARNAT 04-002-A	60 DÍAS HÁBILES	VER PAGO FICHA gob.mx
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES	SEMARNAT 02-001	60 DÍAS HÁBILES	VER PAGO FICHA gob.mx

Relación de trámites que podría realizar posteriormente

NOMBRE	CLAVE COFEMER	PLAZO (EN DÍAS)	COSTO
SOLICITUD DE CESIÓN DE DERECHOS DE LA CONCESIÓN, O ARRENDAMIENTO O COMODATO DE UNA FRACCIÓN DE LA SUPERFICIE CONCESIONADA.	SEMARNAT 01-004	150 DÍAS NATURALES	$ 5,608.00
SOLICITUD DE DESINCORPORACIÓN DE TERRENOS GANADOS AL MAR O A CUALQUIER OTRO DEPÓSITO DE AGUA MARINA	SEMARNAT 01-014	250 DÍAS NATURALES	$ 2,497.00
AVISO DE DESISTIMIENTO DE LA AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL	SEMARNAT 04-005	0 DÍAS HÁBILES	SIN COSTO
MODIFICACIONES A PROYECTOS AUTORIZADOS EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL	SEMARNAT 04-008	10 DÍAS HÁBILES	$ 8,875.00
AVISO DE CAMBIO DE TITULARIDAD DE LA AUTORIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	SEMARNAT 04-009	0 DÍAS HÁBILES	SIN COSTO

Figura 3. 3.
Obra de infraestructura carretera. Nuevo proyecto, en zona marítima federal, persona física o moral.

3.2.2. Planes de Vigilancia y Manejo Ambiental (PVMA) específicas para carreteras

3.2.2.1. Plan de Vigilancia Ambiental

De acuerdo con la SEMARNAT (2023) en su Guía metodológica para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector vías de comunicación modalidad particular, define un Programa de vigilancia ambiental como un "sistema que garantice el cumplimiento de las acciones y medidas de mitigación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental", el cual debe incluir al menos lo siguiente Martínez-Soto (1999):

1. Objetivos y alcances.
2. Fichas técnicas que se utilizarán para dar seguimiento a cada una de las medidas propuestas.
   Se deben identificar los sistemas afectados, los tipos de impactos y los indicadores seleccionados. Para que el programa sea efectivo los indicadores deben ser pocos, fácilmente medibles y deben estar bien representados dentro del sistema afectado.
3. Indicadores de seguimiento basados en criterios técnicos y/o ecológicos, medibles y verificables en tiempo y espacio, que permitan medir la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación:
   - Recolección y análisis de datos: Este aspecto incluye la recopilación de datos, su almacenamiento, acceso y clasificación por variables. La obtención de datos debe tener una frecuencia temporal adecuada que dependerá de la variable que se esté controlando.
   - Interpretación: El aspecto más importante de un plan de seguimiento es la interpretación de la información recogida. La visión elemental que se tenía anteriormente de que el cambio se podía medir por la desviación respecto a estados anteriores no es totalmente válida; hoy en día se conoce que los sistemas tienen fluctuaciones de diversa amplitud y frecuencia, pudiendo darse la paradoja de que la ausencia de desviaciones sea producto de un cambio importante.

El programa de vigilancia, continua SEMARNAT (2023) "debe estructurarse de lo general a lo particular, indicando:

Objetivo general y las Líneas estratégicas, entendiéndose por líneas estratégicas la agrupación de los impactos potenciales de acuerdo con su tipo, o bien al tipo de medida de mitigación.

Una estrategia buscará la mitigación de cierto tipo de impactos o en ciertas zonas, por lo que se deberá indicar si existen sistemas de mitigación para un impacto o varios, o bien para determinadas zonas vulnerables.

Las medidas y acciones de mitigación deben ordenarse por estrategia e indicar el impacto potencial y la(s) medida(s) adoptada(s) en cada una de las fases (en caso de que el proyecto se realice en varios tiempos) del proyecto.

Para ello se puede construir una matriz de planeación que al menos indique lo siguiente

- Línea estratégica.
- Etapa del proyecto.
- Impacto al que va dirigida la acción.

- Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación.
- Tiempo en el que se instrumentará o duración Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
- Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia”

Para concluir, en la descripción de cada medida de mitigación, se mencionará el grado en que se estima será mitigado cada impacto adverso, tomando como referencia las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas y otros instrumentos normativos existentes para establecer el parámetro o parámetros analizados, así como el estado original de los parámetros ambientales o recursos naturales que se verán afectados. Para lo anterior se utilizarán indicadores ambientales.

3.2.2.2. Sistema de manejo ambiental

Desde hace tiempo la Organización de Estados Americanos (1987) considera que el manejo ambiental se basa en los principios de la ecología., utiliza el análisis de sistemas y métodos de resolución de conflictos para distribuir los costos y beneficios de las actividades de desarrollo en las poblaciones afectadas, y procura proteger a las actividades de desarrollo frente a los riesgos naturales. La identificación de conflictos es una de las tareas más importantes en la planificación del manejo ambiental, y la resolución de estos es una parte fundamental de lo que constituye un “desarrollo ambientalmente adecuado.

Por su parte un sistema de manejo ambiental es un modelo que fomenta conocimientos, actitudes y permite la adopción de cambios de hábitos, respecto a la separación y disposición final de residuos, uso eficiente del agua, uso responsable de la energía, un ambiente laboral armónico y digno, así como del consumo responsable de insumos, Gobierno del Estado de México (2024).

De manera general, un plan de manejo ambiental es un documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta., y consiste en varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto, Cardno (2016).

Los planes de manejo ambiental deben considerar aspectos clave de sustentabilidad, Mendoza-Sánchez (2014), así como incorporar planes complementarios que fortalezcan la correcta ejecución, estos planes pueden son reglamentos internos y protección ambiental, de vigilancia ambiental, de manejo de residuos sólidos urbanos, manejo especial, peligrosos, entre otros; de manejo de material de excavación, de emisión de partículas atmosféricas, de generación de ruido, de reforestación, de restauración ecológica, de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, protección de a cuerpos y flujos de agua, de pasos de fauna SEMARNAT (2021), Autopistas del café S.A. (2021), Secretaria de Comunicaciones y Transportes (2016), León (2011), SEMARNAT (2004).

Con lo antes mencionado un programa de manejo deberá considerar incluir los parámetros que serán monitoreados y señalar claramente los lineamientos para el vigilar el cumplimiento estricto de todas las acciones programadas, así como el señalamiento

de éxito de las medidas de prevención, mitigación, y compensación, establecidas durante las tres etapas de cada proyecto constructivo carretero.

El plan de manejo ambiental debe describir las medidas de manejo, monitoreo e institucionales y el cronograma de ejecución de un proyecto para evitar o controlar los impactos adversos, debe describir las acciones necesarias para implementar las últimas medidas y debe incluir lo siguiente, Quintero (*et al,* 2016):

- Una lista de todas las actividades e impactos relacionados con el proyecto, organizadas por etapa de desarrollo (planificación, construcción, operación y desmantelamiento).
- Las medidas de manejo para los impactos relevantes.
- Un programa de monitoreo que indique la conexión entre los impactos identificados en el informe de la Manifestación de Impacto Ambiental, los indicadores que se van a medir, la metodología a utilizar, los sitios de muestro, la frecuencia de las mediciones, los límites de detección (cuando sea apropiado), y la definición de los umbrales que indicarán la necesidad de acciones correctivas.
- Una lista de las agencias reguladoras involucradas en la implementación del PMA y sus responsabilidades.
- Las medidas remediales y de monitoreo específicas dadas para las actividades y los impactos de la construcción y operación, haciendo hincapié en el uso de las mejores prácticas de ingeniería, el uso de materiales locales en la medida de lo posible, el manejo de los problemas de drenaje, etc. Esto debe presentarse en consulta con los diseñadores viales.
- La consideración de los aspectos ecológicos importantes como las relaciones entre el área y las especies, el diseño de áreas protegidas, la viabilidad poblacional de las especies y la conectividad de los hábitats, cuando sea aplicable.
- El horario, frecuencia, ubicación, y duración de las medidas de mitigación especificadas en el cronograma de ejecución.
- La programación de los informes que incluya una discusión de lo que se va a entregar, a quién y cuándo, así como las estimaciones de costos y las fuentes de financiación, tanto para gastos no recurrentes como para los recurrentes para la implementación del PMA.
- Procedimientos para proporcionar información sobre el progreso y los resultados de las medidas de mitigación y monitoreo.
- Los arreglos institucionales para llevar a cabo las medidas.
- Necesidades y periodicidad de los programas de entrenamiento, e identificación de los posibles instructores.
- Inclusión de los costos de las medidas de mitigación en el financiamiento y los mecanismos del proyecto para asegurar que el financiamiento adecuado de los costos recurrentes se incorpora en la ejecución del proyecto
- Medidas de compensación para los impactos que no se pueden minimizar o mitigar.
- Diseño paisajístico para mejorar la estética visual.
- La evaluación de impactos acumulativos debe producir un Plan de mitigación similar en estructura al PMA, pero que se enfoque en los impactos acumulativos.
- Todas las medidas y actividades incluidas en el PMA deben presupuestarse plenamente y tener una clara definición de las responsabilidades institucionales.

- Debe prepararse un cronograma para estas actividades hecho a la medida de las etapas de planificación, construcción, y operación del proyecto. Más aún, estas actividades deben integrarse en las actividades del proyecto como un todo.
- Como una buena práctica, se debe presupuestar el PMA del proyecto e incluir en los documentos de licitación para garantizar que el contratista lo ejecute. La etapa de diseño por lo general concluye cuando el proceso de licitación del proyecto ha terminado y el contrato de construcción se ha adjudicado a un determinado contratista.

La Organización del Plan de Manejo Ambiental (PMA), Andrade y Diaz (2012) debe incluir a su vez lo siguiente:

- Objetivos del PMA. - Se determina el alcance y finalidad de las medidas de manejo ambiental planteadas en cada programa y las metas que se busca alcanzar con la aplicación de estas.
- Impactos y actividades por mitigar. - Se identifican las actividades que generan impactos y los impactos a manejar a través de las acciones propuestas en el programa, para cada elemento sobre el cual recaería el efecto de acuerdo con los resultados de la evaluación ambiental del proyecto.
- Normatividad Ambiental aplicable. - En este punto se menciona la normatividad de carácter ambiental que aplica para cada programa.
- Medidas de mitigación. - En esta parte se describen las actividades y acciones de prevención, mitigación y compensación a desarrollar en procura de cumplir los objetivos planteados para el programa.
- Localización. - Hace referencia al lugar de aplicación de las medidas de control, mitigación y compensación establecidas dentro de cada programa de manejo ambiental.
- Programas. - contendrá lo siguiente:
  - Plan de prevención y mitigación de impactos
  - Plan de contingencias y riesgos
  - Plan de capacitación y entrenamiento
  - Plan de manejo integral de residuos (de todo tipo en obra)
  - Programas especiales, como por ejemplo, los siguientes programas que se enuncian aunque no de forma limitativa, son los principales programas que se pueden proponer para la recuperación de los componentes ambientales afectados por el proyecto de infraestructura carretera que se pretenda desarrollar para la protección y conservación del suelo, agua, flora y fauna entre otros (como los Programas de: conservación y protección del suelo, protección de recursos hídricos, rescate y reubicación de flora y/o fauna silvestre, reforestación, ubicación y diseño de pasos para fauna, etc.)
  - Programa de rehabilitación de áreas afectadas (de restauración)
  - Programa de gestión comunitaria en su caso
  - Programa de monitoreo, control y seguimiento ambiental o como se denomina en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental “Programa de Vigilancia Ambiental”
- Responsables de la ejecución. - Se definen el o los responsables de la ejecución de las acciones presentadas en cada programa.

- Responsable del seguimiento (supervisión ambiental). - Establece a quién le corresponde realizar las labores de seguimiento o verificación de la aplicación de las medidas propuestas en cada programa.

3.2.2.3. Monitoreo ambiental

El monitoreo ambiental en carreteras es un sistema mediante el cual se evalúa el impacto ambiental ocasionado, mediante mediciones periódicas y la utilización de indicadores ambientales. Es comúnmente utilizado para el seguimiento y control de los impactos ambientales durante la operación de infraestructura del transporte, aunque también se incluyen en las etapas de construcción, Mendoza (2010).

El propósito del monitoreo ambiental es obtener información sobre el estado que guardan los diferentes componentes ambientales en el área de influencia de una carretera, incluyendo la medición de la efectividad de las medidas de mitigación preventivas o correctivas implementadas, considerando los estándares establecidos en las legislaciones de cada país, con las técnicas e indicadores referidos en la misma legislación.

El programa de monitoreo ambiental evalúa de manera periódica, integrada y permanente el estado de los recursos ambientales, con el fin de obtener información para la toma de decisiones dirigidas a la preservación del medio ambiente y a la sustentabilidad de la infraestructura para el transporte.

Los componentes ambientales considerados en el monitoreo ambiental, es el agua, el aire, el suelo y la biodiversidad; los aspectos como el ruido son incluidos en la componente ambiental “aire”, y los sitios contaminados son abordados en el componente ambiental “suelo”.

- AGUA. El monitoreo del agua, tanto superficial como subterránea es poco evaluada en México, específicamente por el impacto que sufre por la operación de las carreteras.
- AIRE. El factor aire es regularmente afectado en su calidad por las emisiones, debido a que la operación del transporte es el principal generador de este tipo de emisiones, incluyendo las de efecto invernadero, que contribuyen al calentamiento global.
- SUELO. La infraestructura carretera contribuye a la contaminación del suelo, tanto en la construcción, como en la operación de esta. El principal factor de cambio en el suelo es el uso original que ha tenido de forma natural. Este cambio de uso de suelo es comúnmente evaluado por las autoridades ambientales en los estudios de impacto ambiental y estudios técnicos justificativos para el cambio de uso del suelo.
- BIODIVERSIDAD. La pérdida de biodiversidad ha sido considerada una prioridad por la Asamblea General de las Naciones Unidas (AGNU de la ONU, por sus siglas en español). Para ello se han firmado diferentes tratados para la protección de la diversidad, generando así una serie de lineamientos obligatorios y guías de cumplimiento para la protección de las especies de flora y fauna, y áreas naturales protegidas que por su valor ambiental requieren protección especial.

Aunque el monitoreo de la flora y la fauna ha sido motivo de estudio de manera general, en algunos países se han incluido programas específicos para monitorear el posible

efecto que ocasionan las carreteras a la biodiversidad. Las técnicas pueden ser el inventario de especies, la evaluación por cuadrantes, muestreos aleatorios finitos, muestreos lineales. Observación de flujo de especies, efectividad de pasos de fauna, atropellos.

En proyectos carreteros en México se ha incluido el monitoreo ambiental mediante programas establecidos para la protección de la flora ya sea para fines de protección conforme a las normas vigentes o con fines de restauración para la implementación de las medidas de mitigación.

3.2.3. Planes y programas específicos de mitigación ambiental

Como ya se ha venido mencionando en todas las etapas del ciclo del proyecto de infraestructura carretera (desde la planificación hasta la operación) se requiere una evaluación de los impactos sobre el medio ambiente y las comunidades. Cuando estos impactos ocasionados al medio físico, biológico y social son asociados con el proyecto es importante entender la naturaleza y el alcance de estos cambios para poder predecir la forma de reducir, mitigar y compensar la afectación estos impactos adecuadamente.

A partir de la identificación y evaluación de impactos ambientales se diseñan planes y programas dirigidos a implementar las acciones preventivas y correctivas que permitan mitigar, evitar, corregir y compensar los daños ocasionados por el proyecto en sus distintas fases, construcción, operación y mantenimiento, Martínez (2014).

Se requiere un enfoque sistemático para integrar plenamente las consideraciones ambientales en el desarrollo de infraestructura carretera. Idealmente, los proyectos en primera instancia deben evitar la generación de impactos ambientales, posteriormente minimizar las causas que puedan ocasionar impactos ambientales, en caso de no poder hacerlo se deberá diseñar una estrategia para restaurar las condiciones del medio antes del proyecto, y finalmente (cuando se hayan agotado las opciones anteriores) se deberá de igual forma diseñar una estrategia para compensar en algún sitio perteneciente al sistema ambiental, por los impactos ambientales ocasionados para lograr una pérdida neta cero de la biodiversidad. Esto se conoce como la "*Jerarquía de mitigación*" Quintero (*et al,* 2016) y BBOP (2009). Estas consideraciones se describen a continuación.

- *Evitar*: Para evitar el impacto en áreas sensibles, lo mejor es excluirlas de la consideración para determinar la ubicación del proyecto. Esta debe ser la opción preferida que debe tomarse para evitar la creación de impactos desde un principio y un concepto útil para determinar el uso del suelo y para los planificadores de la infraestructura.
- *Minimizar:* Reducir el impacto potencial a través de actividades que protejan la biodiversidad y la función ecosistémica. Incluye, en la medida en que sea factible, las medidas que deben tomarse para reducir la duración, la intensidad, o la extensión de los impactos que no pueden evitarse completamente.
- *Rehabilitar*: Acciones para dejar las zonas afectadas (donde los impactos no se pudieron evitar o minimizar completamente) en condiciones similares o mejores a las que fueron verificadas con anterioridad a la ejecución de las actividades del proyecto.
- *Compensar:* Medidas adoptadas para compensar, a través de diferentes medios, los impactos adversos significativos residuales que no pueden evitarse, minimizarse, y/o rehabilitarse o restaurarse, con el fin de lograr una pérdida o ganancia netas cero de biodiversidad.

Derivado de lo anterior, el propósito de los planes y programas mitigación es generar acciones destinadas a llevar a niveles aceptables los impactos ambientales de una acción humana. En complemento, las medidas de compensación buscan producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso. Sólo se lleva a cabo en las áreas o lugares en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse. (Espinoza 2001).

Un programa de mitigación incluye el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, o disminuir los impactos negativos que un proyecto pueda generar sobre el entorno humano y natural; incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se reestablecen al menos las propiedades básicas iniciales (Espinoza 2001).

A continuación, se describen los programas ambientales más comunes aplicados a las carreteras.

3.2.3.1. Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre

El programa de rescate y reubicación de flora y fauna busca resarcir los impactos negativos generados al medio biótico específicamente en plantas y animales que son ocasionados por los proyectos carreteros, entre otros. Con su implementación se busca la conservación de especies con alguna categoría de riesgo que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza por sus siglas en español), CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, por sus siglas en español) y aquellas que son de importancia biocultural para la región.

El Programa que se diseñe debe ser con el objetivo de reubicar ejemplares susceptibles de rescate y que habitan en el área de afectación del Proyecto.

Las principales actividades para desarrollar son:

- Colecta, captura e identificación de los individuos, que incluye mediciones morfométricas;
- La obtención de germoplasma para la propagación vegetativa de especies protegidas,
- Traslado y reubicación de las especies rescatadas a un área ecológicamente similar, las características que los sitios deben poseer para asegurar el éxito del rescate son:

1. Que el sitio destino presente condiciones y recursos adecuados para la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares reubicados,
2. Que el sitio se encuentre a una distancia lo más cercana posible para disminuir el estrés de los organismos a relocalizar, y
3. Que el sitio de reubicación cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación de los ejemplares o que puedan poner en riesgo a las personas, cuando se trata de especies venenosas (ej. serpientes) o que entran en conflicto con el humano.

Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, que tiene como finalidad ahuyentar, rescatar y reubicar a los ejemplares de las especies vegetales y de vertebrados para su protección y conservación, distribuidas en del área del Proyecto.

Este programa se planea desde la recolección de información de campo para los estudios de autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso del suelo, y se hace con inspección visual.

Se contempla como una actividad prioritaria, estableciendo la ubicación de las áreas de rescate y áreas de relocalización, superficies involucradas. Se sugiere contemplar como mínimo las siguientes actividades; Rosado (2011):

1. Capacitación y educación ambiental:

A realizar antes y durante el proceso constructivo, involucrando a todo el personal de obra. Se orienta a crear conciencia sobre los siguientes aspectos:

- Normas generales de conducta durante el desarrollo de la obra.
- Especies de fauna silvestre predominante en la zona y su función en el ecosistema.
- Manejo para seguir ante la presencia de fauna silvestre.
- Información sobre especies en veda, endémicas, vulnerables o en peligro de extinción, y la importancia de preservarlas.
- Sanciones para los infractores de las normas ambientales.
- Metodología y procedimientos para rescate y relocalización.
- Precauciones en cuanto a la persecución, ahuyentamiento, manejo de sitios de nidificación.

2. Delimitación del área de intervención

Se debe delimitar el área a intervenir por las obras, indicando los sitios de presencia de fauna, en los cuales debe establecer: Control de ruido generado por la maquinaria y equipos, los cuales deben estar provistos de silenciadores.

Prohibir el tránsito de maquinaria fuera de los frentes de obra.

Prohibir el uso o porte de armas de fuego dentro de la obra, con excepción del personal de vigilancia autorizado.

Prohibir la caza, pesca y compra de cualquier especie de fauna silvestre.

Minimizar la afectación sobre la cobertura vegetal, para proteger los hábitats y la subsistencia de la fauna local.

3. Medidas para el rescate y reubicación de la fauna

Como primera medida se debe revisar información bibliográfica para establecer las características (distribución, dieta alimenticia, rutas migratorias, etc.) de las especies a rescatar, para así evaluar los posibles riesgos que las puedan afectar y elaborar un plano del área del proyecto donde se establezca los sitios con presencia de fauna, sitios de captura y áreas de relocalización.

Como segunda medida, se recomienda realizar visitas nocturnas al área de trabajo con el fin de encontrar indicios de tránsito de fauna, poder escuchar ruidos de movimientos, observar rutas de desplazamiento, sitios de nidificación, madrigueras u otros

elementos que sirvan para confirmar la presencia y la necesidad de rescatar y relocalizar las especies presentes.

Por último, se debe presentar ante la autoridad ambiental el Plan de rescate y relocalización para concertar los sitios donde se realizará tanto la captura como la liberación, y gestionar los permisos.

Estrategias para el rescate:

a. Perturbación de áreas forestales:

Esta estrategia tiene como finalidad inducir a la migración para expulsar a la fauna presente hacia otras áreas donde no se prevea afectación y donde puedan establecerse.

Además de esta manera, se evita al máximo la manipulación de animales y se minimiza el riesgo de accidentes tanto de animales como del personal de la obra. Se realiza mediante ahuyentamiento, remoción selectiva de la biomasa existente e intervención controlada.

El ahuyentamiento es una estrategia que se realiza por intervención directa sobre los hábitats mediante la producción de ruidos y movimientos realizados por el personal encargado de esta actividad.

Para realizar la remoción selectiva de la biomasa se deben buscar los posibles refugios de fauna con el fin de remover la vegetación que crea condiciones óptimas para el albergue de fauna, esta actividad se realiza mediante el retiro de vegetación, orientando la caída hacia zonas donde la fauna pueda iniciar su desplazamiento. Previamente, se deben ubicar nidos con huevos, nidos de aves crías de mamíferos, reptiles o anfibios; especies con alto valor de conservación que puedan ser afectados por las actividades propias del proyecto para reubicarlos o trasladarlos a áreas cercanas en las cuales no se prevea afectación y se generen condiciones similares de microhábitat.

b. Medidas para el rescate de aves:

Al encontrar aves en nidos con polluelos, debe capturarse primero los adultos utilizando “redes de niebla” que se instalan muy cerca del nido. Para desplazamientos cortos las aves se pueden transportar en bolsas de tela o tomándolas adecuadamente de las patas evitando quebrarlas. Para desplazamientos más largos se deben utilizar jaulas o cajas oscuras con sustrato blando; los nidos deben transportarse en cajas para evitar que se deformen.

Cuando sea posible se debe usar la técnica de “arrobamiento” mediante la cual se induce que los padres sigan al nido con polluelos o huevos, para que en la nueva ubicación continúen criando la nidada, así los padres originales o un ave que actuará como nodriza, continuarán con la incubación o cría, sin necesidad de hacerlo artificialmente, aumentando así las posibilidades de supervivencia.

c. Medidas para el rescate de reptiles:

Se debe identificar su peligrosidad para tomar las medidas preventivas del personal encargado del rescate. Dotar de elementos apropiados para capturar los animales, como varas largas de pinzas plásticas en la punta y control en el mango o simplemente con varas suficientemente largas, con las que se pueda remover piedras, troncos y plantas.

Los especímenes se transportarán en bolsas de tela gruesa y en caso de serpientes venenosas es preferible usar recipientes rígidos con una tapa que se pueda asegurar. No se colocarán ejemplares de distintas especies en un mismo contenedor o bolsa.

Es recomendable realizar la captura en días soleados, entre las 10:00 a.m y la 1:00 de la tarde y entre las 5:00 p.m y las 7:00 p.m.

Ningún ejemplar puede estar en cautiverio por más de 24 horas.

d. Medidas para el rescate de mamíferos

Cuando se encuentran animales heridos o enfermos, deben ser entregados a la autoridad ambiental, el acta debe contener la especie, lugar de captura, estado del individuo al momento de la entrega y funcionario que lo recibe.

El procedimiento para la captura de animales depende del tipo de animal y el peligro que representa para la persona encargada de la captura. Para mamíferos es recomendable utilizar jaulas con cebo en su interior, que se cierran automáticamente en el momento que se activa un resorte cuando el animal toma el cebo dispuesto en su interior.

El transporte de algunos ejemplares debe ser en jaulas individuales para evitar agresiones entre ellos. Las jaulas deben cumplir exigencias mínimas como: dimensiones adecuadas de tal manera que el animal quede cómodo, rejillas para asegurar su ventilación, la puerta de entrada es preferible que sea corrediza y asegurarla con candados.

Las jaulas deben tener un espacio mínimo de 2 veces el tamaño del animal, tener ventilación, ser recubiertas con materiales porosos (tela), estar protegidas de las inclemencias del clima y ser revisadas constantemente durante el transporte. Para mamíferos que por alguna razón no pueden trasladarse por sí mismos, se debe buscar la forma de bloquearle la visión con una tela gruesa, y movilizarlos sin causarles lesiones y llevarlos a una caja que permita movilizarlos fácilmente. Los medicamentos anestésicos o sedantes solo se deben hacer cuando se realicen bajo la dirección de un veterinario experto.

Para la captura de especies que habitan en madrigueras es necesario contar al menos con una pala o un palín con la que se pueda cavar alrededor de la entrada de la madriguera siguiendo el túnel hasta lograr extraer el espécimen. Para asegurar la sobrevivencia de los especímenes es importante contar con los elementos apropiados para su captura (jaulas, redes, sustancias tranquilizantes, medicamentos veterinarios y farmacéuticos) y elementos que garanticen la seguridad de los encargados de la captura (guantes apropiados, cinturón de seguridad, linternas, escaleras de madera para evitar choques eléctricos, tijera podadora manual, etc.).

Se llevará registro fotográfico de estas actividades y se anexará en el informe mensual ambiental, en donde se presentará el listado de las especies encontradas –nombre científico y vulgar– número de especímenes por especie rescatados, y la localización de los sitios.

Estas acciones se desarrollarán durante todas las actividades del proyecto que impliquen intervención de vegetación arbórea o arbustiva, de manera que siempre que se detecte un ejemplar se proceda a su rescate.

El rescate se enfocará en las especies con alto valor de conservación, que puedan ser afectados por las actividades propias del proyecto. Se seleccionarán los sitios a

rescatar, de acuerdo a su importancia como hábitat de individuos de fauna silvestre. Se deberá establecer señalización que indique la presencia de fauna en la zona, obligando a los conductores a disminuir la velocidad para evitar la muerte de individuos por atropellamiento.

Cada persona encargada de adelantar este programa debe contar con una bitácora de observaciones para registrar todos los datos como área de recolección, fecha, especies observadas, especies rescatadas, especies muertas, especies relocalizadas, estado, entre otros aspectos.

e. Medidas para el rescate de anfibios:

Cuando el proyecto afecte ambientes húmedos como quebradas, arroyos, vegas, entre otros, se deben realizar recorridos nocturnos para escuchar vocalizaciones que determinen la presencia de estos animales.

La captura se puede realizar manualmente o con redes y deben ser depositados temporalmente en contenedores plásticos con agua o recipientes refrigerantes que garanticen buenas condiciones.

Es recomendable que la captura se realice durante el atardecer y crepúsculo. Los ejemplares capturados se identificarán por tamaño y especie para caracterizar la población intervenida y reportarlo en el correspondiente informe ambiental.

En caso dado que la autoridad ambiental requiera el marcaje de los animales con la finalidad de evaluar el éxito de la relocalización, ésta se puede realizar con pintura acrílica o etiquetas subcutáneas.

Una vez terminada la captura, se debe destruir los refugios con el fin de evitar la recolonización del área.

En zonas de importancia faunística, el contratista puede concertar con la Autoridad Ambiental la vinculación a los proyectos que dicha autoridad promueva para la protección y conservación de la fauna.

4. Selección de áreas de reubicación

Los sitios seleccionados para la relocalización de los animales rescatados deben cumplir con ciertas condiciones, tales como:

Tengan un entorno similar al del punto de captura o rescate para garantizar las mismas condiciones de hábitat.

Se observe la presencia de poblaciones de la misma especie a liberar.

En lo posible, los sitios estén localizados en la misma cuenca para no alterar la composición genética de las poblaciones receptoras.

Se deben identificar previamente los puntos de liberación, las rutas de llegada, que no sean sitios muy cercanos para que los especímenes no puedan regresar fácilmente al área de afectación. Estos sitios deben ser concertados previamente con la autoridad ambiental.

3.2.3.2. Programa de conservación y protección de suelos

El suelo ha sido, en general, un recurso natural poco atendido tanto por los gobiernos como por la sociedad en general, al grado de que la orientación de los programas de apoyo se dirige hacia fines productivos como los agrícolas, pecuarios y forestales. De

esta manera dichos programas no han considerado, o sólo lo han hecho superficialmente, su conservación y la mejora de sus propiedades. Incluso, cuando se realizan acciones con fines de restauración ambiental, en su mayoría están enfocadas a la protección o ampliación de la vegetación más que a la protección del suelo como su objetivo principal (Gardi *et al.*, 2014).

Para realizar un programa de conservación y rescate de suelo se debe considerar el marco legal como lo es, al menos, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), las cuales regular de la conservación del suelo y lo consideran como recurso fundamental.

La evaluación técnica de lo que se tiene que hacer durante el proyecto para realizar el rescate y conservación será llevado a cabo mediante el Manual de Obras Prácticas para la Protección, Restauración, y Conservación de Suelo Forestales CONAFOR (2018). Dicho manual menciona las acciones que se requieren para disminuir la erosión, principalmente laminar y el control que se debe considerar dependiendo el grado de la pendiente y del daño presente.

En obras de construcción carretera se debe considerar durante la etapa de preparación de sitio el rescate de suelo y su resguardo en una zona libre de construcción para su posterior extendido.

En la etapa constructiva del proyecto, se deben realizar acciones para el control de la erosión laminar y que ocasionan cárcavas. Conjuntamente se estará ejecutando el plan de mitigación de los impactos ambientales, como ejemplo, la regulación y correcto servicio mecánico para evitar el derrame de aceites de al suelo.

Después de finalizar la etapa constructiva se considerará la restauración del suelo en las zonas asignadas de compensación y conservación del proyecto. Estas acciones se mencionan dentro del manual ya citado.

3.2.3.3. Programa de protección de recursos hídricos

Las carreteras pueden ocasionar la modificación de los causes de las aguas subterráneas o superficiales, así como a una degradación de la calidad del agua.

Estos cambios en los caudales pueden afectar la hidrología y los hábitats de la flora y la fauna. Deben evitarse las áreas sensibles. Cuando esto no sea posible, se debe dar prioridad a rutas alternas con una alteración mínima para el ecosistema acuático.

Adicionalmente, las actividades de construcción y mantenimiento pueden alterar los procesos hidrológicos aguas abajo y las condiciones geomorfológicas. Por ejemplo, la construcción de carreteras puede incluir la reubicación de canales, la obstrucción de humedales (que afectan la prevención de inundaciones), y la construcción de diques, drenajes, cortes y rellenos que pueden afectar negativamente la hidrología local.

Las actividades mal planificadas pueden conducir a la erosión y la sedimentación de los cuerpos de agua.

Además, los efectos de la erosión por las carreteras facilitan el desarrollo de cárcavas por debajo de sus estructuras de drenaje y pueden dar lugar a la extensión de los canales, el desvío de cauces fluviales existentes, y el aumento en la densidad del drenaje, Quintero (2012 en Quintero 2016).

Estos impactos pueden, con el tiempo, dañar las condiciones acuáticas naturales, afectar la reproducción de las especies acuáticas, y la vida útil de la infraestructura

aguas abajo (por ejemplo, embalses y puentes), y cambiar los sistemas de abastecimiento de agua que dependen de los ecosistemas de los hábitats naturales Elliot, Foltz, y Luce (1997, en Quintero, 2016).

El desarrollo de infraestructura carretera a menudo acelera los cambios de uso de la tierra, lo que resulta en la perdida permanente de hábitats. Los hábitats naturales pueden ser transformados en zonas para la agricultura, la minería, la acuicultura, los asentamientos humanos, y otros fines industriales ya que las carreteras mejoran las oportunidades para la explotación económica de los recursos en estas áreas (Quintero 2012).

Dentro de los requerimientos que debe incluir el programa de protección los cuerpos de agua se deben considerar lo siguiente, Quintero (2016):

- Evitar alineaciones que sean susceptibles a la erosión como aquellas que cruzan pendientes muy grandes.
- Reducir al mínimo el número de cruces de cuerpos de agua siempre que sea posible.
- Utilizar solo materiales de relleno limpios alrededor de los escurrimientos de agua.
- Dejar zonas de amortiguación con vegetación sin afectar (el ancho debe aumentar en proporción a la pendiente) entre la carretera y los cuerpos de agua.
- Pavimentar secciones de carreteras de tierra o grava que son propensas a la erosión cerca de cuerpos de agua para reducir la cantidad de sedimentos.
- Instalar y mantener controles temporales contra la erosión y la sedimentación a lo largo del derecho de vía donde las actividades de la construcción puedan perturbar los suelos cerca de los cursos de agua.
- Mantener el caudal de los cursos de agua mediante la instalación correcta de culverts o obra de drenaje del tamaño apropiado.
- Utilizar puentes con luces más largas y reducir o eliminar muelles para ayudar a limitar los efectos sobre los sistemas acuáticos.
- Diseñar puentes y obras de drenaje con características hidráulicas que permitan que los organismos acuáticos pasen a través de ellos en ambas direcciones, según sea apropiado para las diferentes etapas de su vida.

3.2.3.4. Programa de reforestación por compensación

La reforestación se define como la actividad forestal de gran importancia para restaurar y volver productivas las áreas deforestadas y degradadas, Wightman y Cruz, (2003). La reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles CONAFOR (2010).

El proceso de planeación en el desarrollo de una reforestación depende de cinco factores fundamentales:

1. La selección correcta de especies en el sitio a reforestar.
2. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.

5. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Se deben considerar los siguientes puntos para obtener un mayor éxito en el programa de reforestación CONAFOR (2010):

a) Elección del sitio
Las áreas que se elijan para reforestar deben reunir características ambientales mínimas que aseguren la viabilidad del trabajo. En México es muy común que la reforestación se intente en terrenos completamente degradados, se recomienda hacer recorridos de campo para conocer y analizar cuidadosamente las características sociales y ecológicas del predio, así como determinar cuáles son los factores adversos del medio ambiente a los que habrá que enfrentarse para lograr una reforestación efectiva.

b) Elección de especies
Dependerá del uso deseable del área a reforestar, con fines de restauración, conviene elegir especies de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras, Arriaga (et al, 1994).

c) Trabajos previos a la reforestación
El objeto de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia y facilitar las labores de plantación. Esta actividad se debe realizar antes de la reforestación.

Estas actividades que se ejecutan antes son:

- **Accesibilidad del predio**

Todo predio donde se vaya a establecer una reforestación ha de contar con un buen acceso para facilitar los trabajos de plantación y mantenimiento (CONAFOR, 2010).

- **Limpieza del terreno**

El terreno se limpia en su totalidad de las malezas, dejando aquellos árboles producto de la regeneración natural, así como los parches con vegetación existentes. En el caso de terrenos invadidos por paja blanca, en algunos sitios, donde sea permitido, se utilizan herbicidas para ayudar al control de la maleza (Autoridad del Canal de Panamá, 2006).

- **Preparación del terreno**

Por lo general los trabajos de preparación se realizan con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras. Estos trabajos son útiles en terrenos muy accidentados y son recomendables para superficies menores de 10 hectáreas (ha) (CONAFOR, 2010).

Los métodos de preparación del terreno varían según características del sitio (topografía y uso actual). Si la topografía del sitio lo permite, la limpieza inicial puede ser mecanizada o manual (Saldaña Garibaldo J., 2016).

d) Diseño de la plantación

En esta parte del proceso se determina en qué puntos del terreno se van a plantar los árboles de acuerdo con las diferentes condiciones topográficas del mismo. Es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta CONAFOR (2010).

e) Establecimiento de la plantación

El adecuado establecimiento de una plantación considera una serie de etapas o actividades orientadas a modificar el sitio hacia una mejor condición de suelo y mejoramiento de sus factores limitantes, de tal forma de concentrar los recursos disponibles para favorecer el crecimiento inicial, sobrevivencia y desarrollo posterior de la planta.

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía, CONAFOR (2010).

El momento de plantar debe ser óptimo, es decir, después del inicio de las lluvias y 60 días, por lo menos, antes del tiempo en que las lluvias finalizan; esta cantidad de agua permite garantizar una altura de las plantas y un desarrollo de sus raíces muy satisfactorios antes de la época seca, cuando se hace muy difícil el desarrollo de las plantas (Wightman, Cornelius, Ugarte-Guerra, 2006).

Algunas herramientas utilizadas pueden ser: •pala recta, pala plantadora, •barra o barreta plantadora, azadón, talacho, barrena con motor, maquinaria pesada CONAFOR (2010).

f) Plantación

La plantación puede realizarse con diferentes herramientas según las técnicas, el tipo de planta, los recursos y el personal disponible. Y el más común es el sistema de cepa común que consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra, CONAFOR (2010).

g) Protección

Para evitar que la plantación sea afectada por fauna aledaña al sitio se establecerá al menos un cerco con alambres de púas y postes de madera. CONAFOR (2010).

h) Mantenimiento

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la reforestación, para asegurar su permanencia CONAFOR (2010).

i) Evaluación y seguimiento

Dependiendo de cuál es la variable de interés, será la etapa adecuada para realizar la evaluación. Si lo que se busca es evaluar la sobrevivencia, se requiere efectuarla después

del primer periodo de sequía. Además de la sobrevivencia, se pueden obtener diferentes variables al momento de la toma de datos en campo, como estado sanitario y vigor de la planta CONAFOR (2010).

3.2.3.5. Estudio de ubicación y diseño de pasos para fauna

La modificación de hábitats, incluso la fragmentación, es una de las principales causas de la degradación del medio ambiente, especialmente en las áreas sensibles. Se pueden tomar medidas para proporcionar vínculos directos entre hábitats fraccionados por la infraestructura carretera, tales como estructuras para el cruce de la vida silvestre o pasos para fauna, junto con medidas dirigidas a mejorar la seguridad vial y a reducir el impacto del tráfico en las poblaciones de animales, para disminuir así la mortalidad relacionada con el tráfico. Impactos atenuantes pueden involucrar una combinación de estas medidas. Las cercas funcionan bien en combinación con pasos de fauna para compensar su efecto de barrera y dirigir la fauna hacia el paso, Iuell (*et al*. 2003 en Quintero, 2016).

Dependiendo de la finalidad de la medida de la mitigación y la fauna presente en la zona, se pueden usar diferentes métodos pueden minimizar los efectos de las carreteras. Sin embargo, cabe señalar que la inclusión de medidas de mitigación en un proyecto de infraestructura carretera propuesto no significa automáticamente que todos los efectos se habrán mitigado y que el proyecto debe continuar.

En los cruces importantes, se pueden utilizar túneles o puentes para la fauna para reducir las tasas de colisión, especialmente para las especies protegidas o en peligro de extinción. Se pueden utilizar culverts, puentes y túneles u otras estructuras hidráulicas para el cruce de la fauna.

Los cruces de fauna específicos para cada especie pueden ser costosos y deben usarse solamente en unos pocos lugares en los cuales se justifican tanto por la importancia de la población animal como por la ruta de la vía. La imposición de límites de velocidad, así como el uso de medidas reducir la velocidad, los topes pueden reducir las colisiones de vehículos con animales. La intención es reducir la velocidad vehicular para reducir al mínimo los atropellos, Gleeson y Gleeson (2012 en Quintero, 2016).

Las estructuras de cruce tienen que construirse de tal manera que los animales sean capaces de usarlas. Deben existir hábitats adecuados para las especies en ambos lados de la estructura de cruce, tanto a escala local como del paisaje. A escala local, la cobertura vegetal debe estar presente cerca de las entradas para darles a los animales seguridad y para reducir los efectos negativos de la iluminación y el ruido.

Las estructuras de cruce sólo serán eficaces en la medida en que lo sean las estrategias para el manejo de la tierra y los recursos alrededor de ellas. Además, al menos una estructura debe construirse dentro del rango de hábitat de un individuo. Por ejemplo, como los reptiles, los pequeños mamíferos y los anfibios suelen tener rangos de hábitat pequeños, deben instalarse culverts a intervalos de unos 150 a 300 metros, Quintero (2016)

3.2.3.6. Supervisión Ambiental de Obra

Para minimizar los impactos sobre el medio ambiente durante la construcción de carreteras, es esencial una supervisión ambiental, Quintero (2016). Esto puede llevarse a cabo como parte de la supervisión de ingeniería o por un equipo ambiental independiente.

Se recomienda la supervisión ambiental independiente para asegurar el cumplimiento de todas las disposiciones del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), en particular en zonas sensibles.

Durante la inspección de supervisión, debe llevarse a cabo un monitoreo y un seguimiento de la construcción de la carretera, los puentes, los túneles y demás obras de infraestructura carretera para garantizar el cumplimiento con el PVA o cualquier otra medida de mitigación

ambiental desarrollada, así como con las especificaciones técnicas del proyecto y los documentos contractuales.

Se requieren inspecciones periódicas para revisar el estado de las medidas de protección ambiental y de la eficacia de las medidas de mitigación ambiental, así como el desempeño ambiental del proyecto. Cuando sea necesario, el supervisor ambiental deberá recomendar alternativas con el menor impacto ambiental.

Deben seguirse los parámetros, la ubicación y la frecuencia de los monitoreos previstos en el PVA y, de ser necesario, se deben hacer cambios. Expertos calificados deben llevar a cabo el monitoreo y las muestras deben manejarse y analizarse adecuadamente.

Finalmente, para visualizar los actores claves durante el desarrollo del proyecto, sus funciones primordiales y la participación fundamental de la supervisión ambiental se pueden resumir en la siguiente figura (Fuente Atkins, 2007 en Quintero, 2016):

Actores claves	Responsabilidades generales
Proponente del proyecto	Desarrolla el PMA específico para el proyecto con base en los resultados del proceso la EIA y los requisitos para las medidas de mitigación y los mecanismos de control. El PMA específico para el proyecto debe formar parte de las especificaciones del contrato del proyecto. El proponente del proyecto tiene la responsabilidad final de desempeño ambiental del proyecto durante las etapas de construcción y operación. Debe emplear a un ***representante de los ingenieros*** que deberá actuar como su representante para supervisar las obras del proyecto.
Agencia ambiental	Monitorea el cumplimiento de los requisitos de la EIA, y los requisitos de las licencias ambientales.
Compañía de ingenieros supervisores / Supervisor ambiental	Supervisa los trabajos de construcción del proyecto y los trabajos realizados por los contratistas y por el ***Equipo ambiental*** del contratista con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones y los requisitos contractuales.
Equipo ambiental establecido por el contratista	Implementa y maneja el programa del PMA y los trabajos requeridos de monitoreo ambiental.
Contratista	Cumple con los requisitos legales ambientales pertinentes; trabaja en el ámbito de los requisitos contractuales y otras condiciones de la licitación; participa en las inspecciones conjuntas organizadas por el Equipo ambiental y se compromete a ejecutar cualquier acción correctiva a instrucción del ***Equipo ambiental***, del supervisor ambiental o del ***representante de los ingenieros***; proporciona y actualiza la información entregada al ***Equipo ambiental*** en relación con las actividades de construcción que pueden contribuir a la generación de impactos ambientales adversos; detiene las actividades de construcción que generan impactos adversos según instrucciones del ***Equipo ambiental***, del ***supervisor ambiental*** o del ***representante de los ingenieros***; se adhiere a los procedimientos para la investigación de quejas.
Experto ambiental independiente	Comprueba, revisa, verifica, y valida el desempeño ambiental general del proyecto mediante auditorias, inspecciones, y revisiones periódicas de los informes producidos por el proyecto.
Organismos multilaterales y otros prestatarios	Supervisa las obras del proyecto, lleva a cabo auditorías periódicas, revisa los informes presentados y los resultados de las auditorías realizadas por el ***Experto ambiental*** independiente, y asegura que el proyecto se lleva a cabo de acuerdo con las especificaciones del contrato y cumple con las políticas y procedimientos internos.

Figura 3. 4.
Responsabilidades en el plan de vigilancia ambiental y la participación de la supervisión ambiental

CAPÍTULO 4

Integración del catálogo de conceptos ambientales con sus especificaciones técnicas para infraestructura carretera

El "Catálogo de Conceptos Ambientales con sus Especificaciones Técnicas" es una herramienta para guiar los proyectos hacia una mayor sustentabilidad ambiental. Este catálogo ofrece un marco integral para integrar prácticas ambientales efectivas en todas las etapas "ambientales" de los proyectos de infraestructura carretera y que ya se han descrito en los apartados anteriores de este manual (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento aunque se conoce que a nivel de la SICT esta parte de esta etapa se conoce como "conservación", etapas que son distintas a las etapas de desarrollo del Proyecto Ejecutivo de un proyecto de infraestructura carretera), categorizándolas por cada componente ambiental afectado. Proporciona una recopilación detallada de elementos ambientales y sus requisitos técnicos, su forma de aplicación en unidad y tiempo estimado y facilita la incorporación de prácticas que van más allá del mero cumplimiento normativo.

El capítulo se enfoca en la aplicación del catálogo a lo largo de todas las fases del proyecto, desde la preparación inicial del sitio hasta la fase final de construcción. Se resalta la importancia de considerar aspectos esenciales como la evaluación del impacto ambiental y la selección de materiales y técnicas constructivas que reduzcan los efectos negativos sobre el entorno. Esta integración no solo garantiza el cumplimiento de las normativas vigentes, sino que también fomenta una gestión ambiental más efectiva y sostenible.

4.1. Evaluación de impacto ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) no se limita a identificar impactos o definir medidas de prevención y mitigación. También constituye la base técnica y normativa para elaborar el *Catálogo de Conceptos Ambientales*. Este catálogo convierte las medidas ambientales en actividades específicas, cuantificables y con costo en el caso de catálogos con estimación económica, lo que permite integrarlas formalmente en el presupuesto y en la planeación de la infraestructura carretera. De esta manera, las acciones de conservación, protección y mitigación pasan del plano teórico a partidas ejecutables

y verificables. En síntesis, el Catálogo de Conceptos Ambientales actúa como vínculo entre la planeación ambiental de la EIA y la implementación efectiva de las medidas en campo, garantizando el cumplimiento normativo y fomentando un desarrollo carretero sostenible.

Evaluación de impacto ambiental

En su fase inicial, la Evaluación de Impacto Ambiental realiza una identificación del proyecto, detallando sus objetivos, alcances y actividades previstas. Este paso permite entender el contexto en el que el proyecto se desenvolverá y los recursos naturales que podrían verse afectados directa o indirectamente. A partir de aquí, se procede a una rigurosa recopilación de información ambiental, que incluye estudios de biodiversidad, calidad del aire, agua y suelo, así como aspectos socioeconómicos y culturales relevantes de la región influenciada por el desarrollo del proyecto carretero (Arboleda González, 2005; Martínez D., 2014)

Posteriormente, se lleva a cabo la predicción de impactos, se evalúan y pronostican los efectos ambientales que cada alternativa podría generar con la elaboración del proyecto. Esto incluye tanto los impactos negativos como los positivos, asegurando una evaluación integral de las implicaciones del proyecto en el entorno natural y humano (Conessa-Ripoll, 2011; Arboleda González, 2005; Martínez D., 2014).

Basado en estos análisis, se desarrollan medidas de mitigación y un plan de manejo, monitoreo y seguimiento ambiental. Estas medidas buscan minimizar, mitigar o compensar los impactos negativos identificados, asegurando que el proyecto se implemente de manera responsable y sostenible (SCT, 2001; Martínez D., 2014).

Finalmente, se prepara una Manifestación de Impacto Ambiental[1], así como Estudio Técnico Justificativo[2] o un Documento Técnico Unificado[3] incluyendo las medidas de mitigación propuestas. Estos documentos sirven como base para la toma de decisiones respecto a las medidas de mitigación a implementar, con el fin de garantizar que el proyecto cumpla con las normativas ambientales vigentes (Arboleda González, 2005; Benítez, Alexander, Pozo-Montuy, & Vargas Contreras, 2019; Martínez D., 2014).

4.1.1. Análisis de acciones de cumplimiento ambiental existentes

Posteriormente se realiza el análisis de acciones a implementar por parte de la autoridad ambiental, en este caso SEMARNAT, con el fin de vigilar el cumplimiento ambiental existente. Esta evaluación exhaustiva busca determinar la efectividad y adecuación de las medidas de mitigación ambiental implementadas por la Promovente, garantizando el cumplimiento de la normativa ambiental y promoviendo prácticas sostenibles (Díaz Carrillo, Vento Tielves, & Cruz Chirolde, 2021).

Este proceso es fundamental para identificar áreas de mejora, fortalecer el compromiso con la responsabilidad ambiental y asegurar el cumplimiento continuo de los requisitos legales (Díaz Carrillo, Vento Tielves, & Cruz Chirolde, 2021; Martínez D., 2014).

1 MIA Estudio técnico que evalúa los efectos ambientales de un proyecto
2 ETJ Estudio que se usa en materia ambiental para justificar el cambio de uso de suelo forestal o alguna intervención sobre recursos naturales
3 DTU Estudio regulatorio que integra la MIA y el ETJ en un solo documento para simplificar trámites

De acuerdo con la etapa de aplicación de cada medida, se integra un programa que garantice su correcta implementación.

Tabla 4. 1.
Etapa de aplicación de las medidas de prevención y mitigación.

Etapa del proyecto	Grupo / Acción	Componentes Ambientales	Observaciones / Detalle
Planeación / Diseño	Elaboración de acciones de atención al impacto generado	Suelo, flora, fauna y otros como hídrico (si aplica)	Identificación de impactos potenciales antes de iniciar la obra y planificación de medidas preventivas.
Construcción	Medidas generales de prevención	Suelo, flora, fauna y otros como hídrico (si aplica)	Implementación de medidas para reducir impactos durante la construcción.
	Manejo ambiental	Todos los componentes afectados	Atención de todos los impactos conforme a la normativa y buenas prácticas ambientales.
Operación / Conservación	Seguimiento y monitoreo ambiental	Suelo, flora, fauna y otros como hídrico (si aplica)	Evaluación de la efectividad de las medidas y ajustes necesarios durante la operación del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de lo anterior, se desarrollan los programas de atención para los distintos componentes ambientales afectados. A continuación, se presenta una tabla con los estudios y acciones que forman parte del cumplimiento ambiental del proyecto, conforme a la normativa legal vigente.

Posteriormente, una vez completado el grupo de estudios ambientales y su programa correspondiente, se elabora la Propuesta Inicial del Catálogo de Conceptos Ambientales *del Catálogo de Conceptos Ambientales*[4]. Este catálogo consolida las acciones, medidas y recursos necesarios para atender los impactos identificados, traduciéndolos en actividades concretas, cuantificables y presupuestables. Este catálogo permite organizar y planifica la gestión ambiental, también facilita la evaluación ambiental del proyecto.

4 Propuesta Inicial del Catálogo de Conceptos Ambientales se elabora una vez completados los estudios y programas ambientales por el promovente. Contiene los conceptos y medidas ambientales identificadas, a modo de propuesta para revisión por SEMARNAT, y sirve como base para organizar y planificar la gestión ambiental, sin incluir estimación económica.

4.2. Beneficios de la integración del catálogo de conceptos ambientales

La integración del "Catálogo de Conceptos Ambientales con sus Especificaciones Técnicas" en proyectos de infraestructura carretera presenta un enfoque integral hacia la construcción sostenible.

Esta integración no solo conlleva a una reducción del impacto ambiental, sino que también promueve la eficiencia en el uso de recursos, mejora la calidad delas obras y contribuye a la preservación de los ecosistemas intervenidos.

Uno de los beneficios más destacados es la minimización de los impactos ambientales. Al considerar desde la etapa inicial del proyecto los aspectos ambientales, se pueden identificar y abordar de manera efectiva reduciendo riesgos ambientales. Esta anticipación reduce la probabilidad de impactos negativos en la biodiversidad, la calidad del agua, el suelo y el aire. Además, la implementación de medidas preventivas tempranas puede evitar posteriores acciones correctivas durante las fases posteriores del proyecto.

La integración del catálogo también favorece la optimización de recursos y la reducción de costos. Al seleccionar cuidadosamente materiales y técnicas de construcción basadas en criterios ambientales, se maximiza la eficiencia en el uso de recursos naturales y se minimiza el desperdicio. (Ecodiseño, 2017). Asimismo, el uso de materiales de alta calidad y técnicas de construcción adecuadas garantiza la durabilidad de las carreteras, lo que reduce la necesidad de reparaciones frecuentes y costosas. Esto no solo beneficia a los usuarios al proporcionar una experiencia de conducción más segura y cómoda, sino que también disminuye la huella ambiental asociada con la construcción y el mantenimiento de carreteras (Cepal, 2019).

Además de los beneficios mencionados anteriormente, la integración del catálogo fomenta la innovación y la colaboración entre diferentes partes interesadas. Al trabajar en conjunto para desarrollar e implementar especificaciones técnicas ambientales, los profesionales del sector vial, los organismos reguladores, las comunidades locales y las organizaciones ambientales pueden compartir conocimientos y mejores prácticas, promoviendo un enfoque más holístico y efectivo hacia la sostenibilidad en la construcción de carreteras (Moreno Gerardo & Morales Morales, 2019).

De tal forma que un "Catálogo de Conceptos Ambientales" en proyectos de infraestructura carretera ofrece una amplia gama de beneficios que van más allá de la simple reducción del impacto ambiental. Comprende desde la minimización de impactos negativos, la mejora en la calidad de las obras y la promoción de la colaboración y la innovación cuidando y preservando el medio ambiente, esta integración de equipos multidisciplinarios es fundamental para promover un desarrollo vial sostenible y responsable que beneficie a las generaciones presentes y futuras (SCT, 2016).

4.3. Pasos para la integración del catálogo de conceptos ambientales

La integración del "Catálogo de Conceptos Ambientales con sus Especificaciones Técnicas" en proyectos de infraestructura vial requiere un proceso sistemático y bien definido (Moreno Gerardo & Morales Morales, 2019), como se detalla en la Figura 1.1 del Capítulo 1, en donde el proceso de desarrollo es secuencial analizando todas las etapas de implementación del proyecto de infraestructura carretera.

El catálogo se presenta en dos fases:

- Propuesta Inicial del Catálogo de Conceptos Ambientales: elaborada por el promovente del proyecto con base en los estudios y programas ambientales. Contiene los conceptos ambientales y medidas de prevención, mitigación y compensación identificadas, a modo de propuesta, y sirve como base para organizar y planificar la gestión ambiental. Esta propuesta no ha sido revisada por SEMARNAT y no necesariamente incluye estimación económica.
- Catálogo Aprobado de Conceptos Ambientales[5]: se genera tras la revisión de la primera propuesta por SEMARNAT, cuando la autoridad emite un resolutivo con Términos y Condicionantes, el cual s convierte en un documento jurídico al que se le debe dar cabal cumplimiento. Estos Términos y Condicionantes pueden requerir ajustes en los programas ambientales y en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), y en consecuencia, modificaciones en el catálogo inicialmente propuesto por el promovente. La segunda propuesta puede incluir estimación económica, si la autoridad lo considera necesario, y sirve para la ejecución formal de las medidas ambientales (Gómez, 2021) y para que la autoridad establezca el monto de la fianzas, seguros o garantías de cumplimiento ambiental, referidas en los Artículos 51, 52 y 53 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Esta versión refleja los Términos y Condicionantes del Resolutivo de Autorización del proyecto emitido por la autoridad, consolidando la propuesta definitiva autorizada.

Como ya se refirió un catálogo de conceptos ambientales, puede ser de dos tipos uno es el listado de conceptos ambientales sin estimación económica y el catálogo de conceptos ambientales con estimación económica el cual está basado en un análisis de precios unitarios que proporciona una lista organizada de términos y definiciones relacionados con los precios por unidad de medida en proyectos. Este tipo de catálogo se usa para la estimación precisa de costos y la planificación en diversas industrias, como la construcción y la ingeniería (Gómez, 2021).

- Definición y Alcance: Explicación de los principios ambientales aplicables a la construcción vial en México (Gómez & Herrera, 2021).
- Normativa y Regulaciones: Información sobre leyes y regulaciones ambientales relevantes para obras viales en México (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [LGEEPA], 2021).

A continuación, se enumeran los aspectos a considerar para integrar el catálogo.

4.3.1. Identificación de conceptos ambientales (propuesta inicial del catálogo de conceptos ambientales)

El primer paso es la identificación de los conceptos ambientales pertinentes para el proyecto en cuestión (Martínez Soto & Damián Hernández, 1999) con base en el análisis de los impactos ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación. Para llevar a cabo esta identificación de manera efectiva, es importante involucrar a un equipo multidisciplinario que incluya expertos en ingeniería civil, ambiental, biología, hidrología, entre otros campos relevantes (Martínez Soto & Damián Hernández, 1999).

5 Este sería el catálogo ajustado, revisado y validado por SEMARNAT, listo para su implementación.

Este equipo puede colaborar para identificar y evaluar una amplia gama de aspectos ambientales, que pueden incluir la calidad del aire, la biodiversidad, la calidad del agua, la gestión de residuos, la erosión del suelo, entre otros.

A modo de ejemplo se presentan en la siguiente tabla, los siguientes conceptos:

Tabla 4. 2.
Descripción de unidades de medición por componente.

Concepto	Descripción	Unidad	Precio Unitario (ejemplo)
Calidad del agua	Evaluación del impacto en la calidad del agua de cuerpos superficiales y subterráneos	Análisis por punto de muestreo	$3000 - $5000 por punto
Gestión de residuos	Manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos generados durante la construcción y mantenimiento	Volumen o tonelada de residuos	$500 - $2000 por tonelada
Paisaje y patrimonio cultural	Identificación y protección de recursos paisajísticos y culturales afectados por la construcción	Evaluación por recurso identificado	$5000 - $20000 por recurso evaluado
Energía y cambio climático	Evaluación del consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero	Evaluación por cantidad de energía consumida o emisiones generadas	$10000 - $30000 por evaluación
Impacto socioeconómico	Análisis de los efectos sociales y económicos de la construcción de la carretera en las comunidades	Evaluación por indicador socioeconómico	$5000 - $15000 por evaluación

Fuente: Environmental Protection Agency (EPA). (2023). *Environmental monitoring guidance for infrastructure projects*. Recuperado de https://www.epa.gov/environmental-monitoring

Una vez identificados los conceptos ambientales clave, es necesario categorizarlos y priorizarlos según su importancia y su potencial impacto en el proyecto (Moreno Gerardo & Morales Morales, 2019). Esta priorización se realiza en la MIA la cual ayudará a enfocar los esfuerzos en aquellos aspectos ambientales que requieran una atención especial y recursos adicionales.

Tomando como base las medidas identificadas en el ejemplo de la Tabla 3.4 (del Capítulo 3) de una MIA, se desarrollan los programas de compensación, protección, conservación y/o mitigación ambiental, enfocados en la protección del medio ambiente. Estos programas deben ser revisados y autorizados por SEMARNAT antes de su ejecución durante las diferentes etapas de construcción y operación del proyecto.

Por otro lado, la estrategia de mitigación que incluye todas las medidas propuestas para evitar, reducir, mitigar y/o compensar se clasificarán según los objetivos específicos y el componente ambiental correspondiente, proponiéndose agruparlas de la siguiente manera:

Tabla 4. 3.
Etapa de aplicación de las medidas de prevención y mitigación.

Etapa	Grupo	Componentes Ambientales
Previo al inicio de Obra	Elaboración de Estudios, Planes y Programas	Suelo, flora y fauna (primordialmente)
Construcción	Obra Ambiental	Suelo, flora y fauna (primordialmente)
	Medidas de Mitigación y Prevención	Suelo, flora y fauna (primordialmente)
	Vigilancia Ambiental	Todos los componentes
Operación y Mantenimiento (Conservación)	Seguimiento Ambiental	Suelo, flora y fauna (primordialmente)
	Medidas de Mitigación y Prevención	Todos los componentes
	Programa de Vigilancia Ambiental	Todos los componentes
	Restauración y Rehabilitación del Sitio	Suelo, flora, fauna y paisaje

Fuente. Elaboración propia.

Además, durante esta fase inicial de identificación y planificación de medidas, es fundamental tomar como base las medidas descritas en la Tabla 3.4 (del Capítulo 3) , y revisar la legislación ambiental y los requisitos normativos aplicables en la jurisdicción donde se llevará a cabo el proyecto de infraestructura carretera que se pretende desarrollar, con el objeto de dar cabal cumplimiento y seguimiento a todos los instrumentos jurídicos y normativos aplicables, incluyendo la Resolución de la Autorización en materia de impacto ambiental (Bermúdez Soto, 2020). Esto garantizará que se cumplan todas las obligaciones legales relacionadas con la protección del medio ambiente y que se integren adecuadamente en el catálogo los requisitos técnicos y las mejores prácticas ambientales establecidas por las autoridades competentes (Leal, 2005).

A continuación, se mencionan los pasos para recopilar la información necesaria y desarrollar el Catálogo de Conceptos Ambientales, permitiendo una planificación integral y fundamentada en criterios técnicos, ambientales y normativos.

4.3.2. Identificación de fuentes de información

La identificación y acceso a diversas fuentes de información relacionadas con el entorno ambiental y los requisitos legales y regulatorios. Incluye los siguientes puntos:

- Estudios ambientales previos realizados en la zona donde se construirá la carretera.
- Informes gubernamentales y bases de datos que contengan información sobre la calidad del aire, agua, suelos, y biodiversidad.

- Mapas topográficos y geológicos.
- Consulta con expertos en temas ambientales y de infraestructura vial para obtener información técnica y experiencia relevante.

4.3.3 Revisión de literatura y documentación técnica

Este proceso implica la obtención de datos relevantes sobre el entorno ambiental y los posibles impactos asociados con las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento (o conservación) del proyecto de infraestructura carretera.

A continuación, se detalla cada paso en este proceso:

1. Realizar una revisión bibliográfica de la literatura científica y técnica relevante. Esto incluye estudios académicos, informes de investigación y documentación técnica relacionada con la construcción de carreteras y sus impactos ambientales (Ramón López, pág. 34)
2. La revisión de literatura proporciona información sobre las mejores prácticas y lecciones aprendidas.
3. Evaluación de tecnologías y medidas de mitigación disponibles (Bermúdez Soto, 2020).

4.3.4 Evaluación de requisitos legales y normativos

Se revisan las regulaciones ambientales y los requisitos legales aplicables en la jurisdicción donde se llevará a cabo el proyecto.

Esto implica revisar legislación nacional y local relacionada con la protección ambiental (Johnson, 2018).

- Normativas específicas para proyectos de infraestructura vial (Bermúdez Soto, 2020).
- Estándares y directrices para la gestión ambiental y la mitigación de impactos Esto asegura que se cumplan todas las obligaciones legales relacionadas con la protección del medio ambiente y la gestión de impactos ambientales. (Reza, y otros, 2021).
- La jerarquización del trabajo normativo para proyectos de infraestructura carretera se establece en el siguiente orden jerárquico:

Tabla 4. 4.
Jerarquización de Leyes, Reglamentos, Normas y Manuales

Nivel	Tipo de Normativa Ambiental	Propósito / Ejemplos
1	Leyes Ambientales	Marco legal superior que establece principios y obligaciones ambientales obligatorias. Ejemplo: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
2	Reglamentos Ambientales	Detallan la aplicación de las leyes ambientales. Ejemplo: Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
3	Normas Oficiales Mexicanas (NOMs)	Especificaciones técnicas obligatorias relacionadas con la protección ambiental, manejo de recursos y especies. Ejemplo: NOM-059-SEMARNAT-2010 (especies en riesgo), NOM-127-SSA1-1994 (agua potable).
4	Normas de Construcción e Instalaciones / SCT (1983-1991)	Criterios específicos de infraestructura carretera que incorporan medidas ambientales.
5	Normativa para la Infraestructura del Transporte	Reglas que integran la protección ambiental en transporte e infraestructura vial.
6	Manuales Ambientales	Guías técnicas para aplicar correctamente las leyes, reglamentos y normas ambientales. Ejemplos: Manual de Planeación, Diseño e Implementación de Infraestructura Verde Vial; Manual de revegetación y reforestación en la infraestructura carretera

4.3.5 Recopilación de datos de campo

Se realizan estudios de campo para recopilar datos específicos sobre el entorno natural y social donde se desarrollará el proyecto de carretera. Esto puede incluir muestreo de suelos y agua, evaluación de la flora y fauna, análisis de calidad del aire y del agua, y evaluación socioeconómica de las comunidades locales.

Como ejemplo de estudios se mencionan a continuación:

- Estudios de campo para recopilar datos específicos sobre el entorno natural y social del área de proyecto. Esto incluye muestreo de suelos y agua para evaluar la calidad y características fisicoquímicas.
- Evaluación de la flora y fauna para identificar especies y hábitats sensibles.
- Análisis de la calidad del aire para medir emisiones y concentraciones de contaminantes.
- Evaluación socioeconómica para comprender el contexto comunitario y las dinámicas sociales.

4.3.6 Consulta con grupos de interés y comunidades locales

Esto puede incluir reuniones con agencias gubernamentales, Organizaciones No Gubernamentales (ONG por sus siglas en español) y grupos comunitarios, encuestas y entrevistas con residentes locales y líderes comunitarios, talleres participativos, diálogo con pueblos indígenas y grupos étnicos minoritarios para integrar conocimientos tradicionales. Este tipo de reuniones permite recopilar información sobre preocupaciones ambientales y sociales, e integrar dichas acciones en el catálogo de conceptos ambientales (Bermúdez Soto, 2020).

4.3.7 Organización y análisis de la información

Finalmente, la información recopilada se organiza y analiza sistemáticamente para identificar patrones y relaciones significativas. Se integran datos de diversas fuentes en una base unificada, y se realiza un análisis estadístico y geoespacial para visualizar los resultados y destacar conceptos y áreas ambientales clave. Este proceso permite identificar posibles impactos negativos y tomar acciones correctivas oportunas, por otro lado, implica la supervisión continua de las actividades del proyecto para asegurar que se implementen las medidas de mitigación acordadas y cumplir con los estándares regulatorios (EPA, 2023). Los hallazgos se presentan en informes técnicos y resúmenes ejecutivos, que son cruciales para desarrollar el catálogo de conceptos ambientales y planificar medidas de mitigación y gestión en el proyecto de construcción de carreteras (Moreno Gerardo & Morales Morales, 2019).

CAPÍTULO 5

Desarrollo de la metodología para la elaboración de un catálogo de conceptos ambientales, en casos generales y específicos

Es este capítulo, se integran todos los puntos descritos de forma detallada en los anteriores capítulos, para integrar el catálogo de conceptos ambientales.

Para la elaboración de un catálogo de conceptos ambientales existen diferentes metodologías, cuya elección depende del alcance y los objetivos del estudio. Cuando únicamente se pretende identificar y describir las medidas ambientales a implementar, puede optarse por un *listado técnico-descriptivo* compuesto por listas simples o descriptivas, que enuncian las acciones sin asociarles costos; este enfoque suele emplearse en planes generales o en documentos normativos donde el análisis financiero no es prioritario.

No obstante, cuando el propósito es desarrollar un instrumento que, además de describir cada acción, permita estimar sus costos y planificar los recursos necesarios para su ejecución, resulta conveniente utilizar el *análisis de precios unitarios*, ya que este desglosa el costo de cada medida ambiental por unidad de medida implementada considerandos materiales, mano de obra, equipo, indirectos y otros insumos. Lo anterior proporciona un análisis técnico y financiero con mayor control, y facilita la presupuestación, licitación, seguimiento y control de las acciones de prevención, mitigación o compensación ambiental del proyecto.

En la planificación y desarrollo de infraestructura carretera es importante diferenciar entre el ciclo de vida de un proyecto y las etapas o fases del proyecto ejecutivo del diseño geométrico, ya que, aunque ambos se relacionan, responden a niveles distintos de análisis y detalle.

El ciclo de la infraestructura carretera hace referencia a la visión global del proyecto en su conjunto, desde la planeación y estudios iniciales, pasando por las etapas ambientales que maneja la SEMARNAT en su “Guía de elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental”, tales son: la preparación del sitio, la construcción, la operación y el mantenimiento, el cual, en Proyecto Ejecutivo se conoce como conservación. Estas fases permiten comprender la trayectoria completa de la infraestructura vial a lo largo de su vida útil de forma ambiental.

Por otro lado, el proyecto ejecutivo de diseño geométrico corresponde a una fase específica dentro de ese ciclo. Aquí el enfoque es técnico y detallado, abarcando actividades como el levantamiento topográfico, el trazado preliminar, el diseño de curvas, pendientes, secciones transversales, así como la integración de planos y memorias de cálculo. Estas etapas buscan garantizar que la carretera cumpla con parámetros de seguridad, funcionalidad y normatividad vigente.

5.1. Definición de partidas y subpartidas de proyectos de infraestructura carretera

En los proyectos de infraestructura carretera, las partidas y subpartidas representan las actividades específicas a ejecutar, tales como levantamientos topográficos, estudios geotécnicos, seccionamiento transversal y replanteo del eje del proyecto. Su definición permite descomponer el proyecto en actividades claras y controlables, lo que facilita la planificación, el presupuesto y el seguimiento de la obra.

Asimismo, las partidas y subpartidas constituyen la base para identificar los posibles impactos ambientales. Aquí entra en juego el Catálogo de Conceptos Ambientales, que traduce cada actividad del proyecto en elementos del medio ambiente susceptibles de afectación (suelo, flora, fauna, agua, aire, ruido, residuos, entre otros), estableciendo medidas de prevención, mitigación o compensación. De esta forma, el proyecto y el catálogo ambiental se complementan, asegurando que cada actividad se ejecute considerando adecuadamente sus efectos sobre el entorno.

Para la elaboración del Proyecto Geométrico de una carretera, se requieren estudios especializados, entre los que destacan:

1. Estudios topográficos

- Nivelación del terreno natural a partir de los vértices de la poligonal de apoyo (VPA).
- Seccionamiento transversal del terreno natural en el área del proyecto.
- Trabajos de gabinete.
- Replanteo del trazo del eje del proyecto y colocación de referencias.
- Informe fotográfico.

2. Estudios geotécnicos o de mecánica de suelos

- Reconocimiento geológico–geotécnico.
- Pozos a cielo abierto (PCA).
- Exploración de bancos de materiales.
- Ensayos de laboratorio de PCA y bancos de material.
- Diseño de pavimentos:
- Pavimentos flexibles.
- Pavimentos rígidos.

3. Estudios hidrológicos e hidráulicos

- Estudio hidrológico.
- Estudio hidráulico.
- Proyecto de drenaje

4. Estudios de impacto ambiental y medidas de mitigación.
Estos estudios tienen como objetivo valorar los impactos que puede generar un proyecto de infraestructura carretera sobre el medio ambiente, tanto en la etapa previa a la construcción, durante la obra y una vez que la infraestructura se encuentre en operación. El propósito es prevenir y minimizar, en la mayor medida posible, los daños ambientales en la zona donde se ejecutará el proyecto.

De acuerdo con la SEMARNAT, existen diversos trámites para obtener la autorización en materia de impacto ambiental y, en su caso, para el cambio de uso de suelo, como se explicó en el Capítulo 4. Para identificar el trámite aplicable a cada proyecto de infraestructura carretera, se puede consultar la siguiente liga:

- Consulta si tu trámite es competencia de la SEMARNAT (Guía de trámites por proyecto) https://www.SEMARNAT.gob.mx/gobmx/transparencia/tguia.html

En la elaboración del estudio se analiza la situación actual de la zona de influencia del proyecto. Esto incluye el levantamiento e inventario de especies de flora y fauna, así como la caracterización de suelos, vegetación, geología e hidrología superficial, considerando tanto los aspectos bióticos como abióticos de la región. Este diagnóstico permite identificar las posibles afectaciones derivadas de la ejecución del proyecto.

Además, se evalúa la interacción del proyecto con su entorno inmediato, considerando factores como la cercanía a cuerpos de agua, áreas de conservación y zonas habitadas, con el fin de identificar riesgos específicos y priorizar medidas preventivas.

Posteriormente, se comparan distintas alternativas de diseño y construcción, seleccionando aquellas que impliquen menor afectación ambiental. A partir de este análisis se formula la estrategia de mitigación de impacto ambiental, que establece medidas preventivas, de manejo y compensación de recursos naturales, así como un plan de seguimiento y monitoreo ambiental, el cual garantiza el cumplimiento de las medidas adoptadas y el control de los impactos durante toda la vida útil de la carretera.

5.2. Importancia del estudio de impacto ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) permite identificar, valorar y prevenir los posibles efectos que la construcción y operación de la vía pueden generar sobre el medio físico, biótico y social. Su análisis proporciona la base técnica para integrar medidas de mitigación, prevención o compensación desde las etapas tempranas del proyecto, sirviendo como fundamento para la elaboración del catálogo de conceptos ambientales. De esta manera, se asegura que las acciones propuestas estén alineadas con la normativa vigente y contribuyan a un desarrollo vial sostenible y responsable con el entorno.

En la siguiente figura, se muestran los aspectos a considerar a fin de valorar y mitigar el impacto ambiental de los proyectos de infraestructura carretera de forma resumida, con el objeto de visualizar la importancia del análisis de los estudios de impacto ambiental para la elaboración del catálogo de conceptos ambientales.

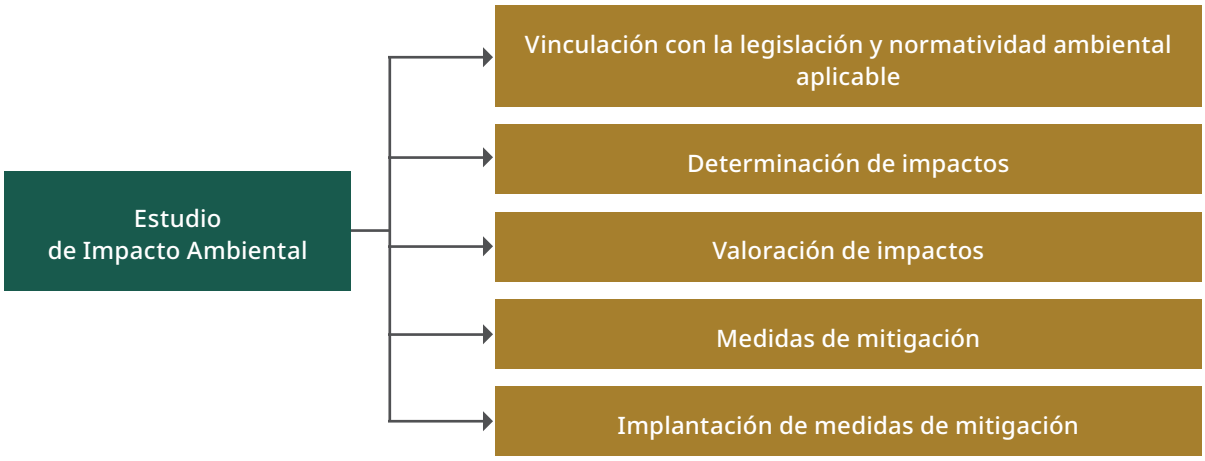


Figura 5. 1.
Aspectos por considerar en el Estudio Impacto Ambiental
Fuente: SCT. Instituto Mexicano de Transportes (tomado de https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=110&IdBoletin=36)

Una vez recopilada la información disponible, se procede a la elaboración de los estudios ambientales correspondientes (MIA – Manifestación de Impacto Ambiental, ETJ – Estudio Técnico Justificativo, IP – Informe Preventivo, DTU – Documento Técnico Unificado), cuyo propósito es realizar el análisis del impacto ambiental y social del proyecto, así como proponer las acciones de mitigación y/o compensación ambiental, derivados de la construcción y operación de la infraestructura carretera.

En esta etapa se integran de manera sistemática los insumos provenientes del trabajo de campo, la revisión bibliográfica, los datos cartográficos y los requerimientos normativos aplicables. El resultado es la generación de estudios técnicos con validez metodológica y científica, que constituyen la base para la evaluación ambiental del proyecto. Dichos estudios permiten identificar, valorar y jerarquizar los impactos potenciales, y a partir de ello, formular medidas de prevención, mitigación y compensación, que se plasman en programas ambientales específicos que atienden los diversos componentes ambientales afectados (suelo, fauna, vegetación, agua, aire) con esta información se realiza la Elaboración de la Primera propuesta de catálogo de conceptos ambientales

Los estudios de impacto ambiental como ya se expuso, son documentos técnicos multidisciplinarios diseñados para anticipar, identificar, evaluar y proponer medidas preventivas o correctivas para los efectos ambientales derivados de actividades humanas específicas (Coria, 2008). Su propósito es proporcionar a las autoridades la información necesaria para tomar decisiones sobre la factibilidad ambiental y social de nuevos proyectos en áreas geográficas específicas.

5.2.1. Integración de resultados del estudio de impacto ambiental en el proyecto ejecutivo

Integrar los resultados del estudio de impacto ambiental (EIA) en el proyecto ejecutivo implica varios pasos y consideraciones clave que se detallan a continuación en base a (SEMARNAT, 2019):

1. Análisis los impactos y mitigación: El primer paso consiste en revisar y analizar detalladamente los impactos en impactos positivos y negativos identificados, así como las medidas de mitigación propuestas para minimizar y/o compensar los efectos adversos.
2. Integración las recomendaciones ambientales en el diseño del proyecto ejecutivo. Esto implica ajustar el diseño arquitectónico a las condiciones ambientales, la planificación de obras civiles y habilitación como pasos de fauna, y las especificaciones técnicas para asegurar que se cumplan los requisitos ambientales y se maximicen los beneficios sociales.
3. Especificaciones técnicas y legales: Durante la integración, es importante considerar tanto aspectos técnicos como legales. Esto puede incluir cumplir con normativas ambientales locales e internacionales, así como asegurar que las soluciones propuestas sean factibles desde un punto de vista técnico y económico.
4. Coordinación interdisciplinaria: Debido a la naturaleza multidisciplinaria, la integración de resultados requiere una coordinación estrecha entre diferentes equipos y especialistas. Ingenieros, arquitectos, biólogos, geólogos y otros profesionales deben colaborar para implementar las medidas de mitigación de manera efectiva.
5. Planificación operativa y de monitoreo: Además de la integración inicial en el diseño, es fundamental desarrollar un plan operativo detallado para la implementación y monitoreo de las medidas ambientales. Esto puede incluir programas de monitoreo ambiental durante la fase de construcción y operación del proyecto, así como procedimientos para ajustar las estrategias de mitigación según sea necesario.

5.3. Estructura del catálogo de conceptos ambientales para infraestructura carretera por componente ambiental afectado

A diferencia de los estudios de impacto ambiental que implican trabajo de campo y análisis técnico para identificar y valorar impactos, el Catálogo de Conceptos Ambientales consolida las medidas autorizadas por la autoridad ambiental, transformándolas en conceptos específicos que pueden integrarse en la preparación del sitio, construcción y operación de la infraestructura.

La organización del catálogo se da en base a los componentes ambientales afectados, lo que permite asociar cada medida de prevención, mitigación, compensación o monitoreo con el componente ambiental correspondiente. Este enfoque facilita el monitoreo y la gestión ambiental, y, cuando se requiere, permite su vinculación con estimaciones económicas y presupuestal.

Algunos Componentes ambientales considerados (es importante considerar que cada catalogo se ajusta a las particularidades del proyecto):

- Suelo: medidas para prevenir erosión, contaminación por residuos y pérdida de capa fértil.
- Agua: acciones de control de escurrimientos, protección de cuerpos de agua y prevención de contaminación por obras y maquinaria.
- Aire: control de emisiones, polvo y ruido generados durante la construcción y operación.

- Flora y fauna: protección, rescate, reubicación y restauración de hábitats naturales.
- Paisaje: integración visual de la carretera, restauración de taludes y reforestación.

A continuación, se presentan dos casos de estudio en donde de las actividades que incluye el proyecto se refieren de forma general para el primer caso en el que el catálogo de conceptos ambientales se ejemplifica sin la estimación de costos, posteriormente se describen las consideraciones para dicha estimación y se termina con el segundo caso de estudio, en donde se presenta un ejemplo de proyecto de infraestructura carretera en el que se considera el catálogo de conceptos ambientales con costos sobre las acciones y/o medidas de mitigación. Cabe mencionar que, en las actividades de proyecto de cada caso, se refieren acciones de control, mitigación o compensación que se prevé implementar; lo anterior, a fin de se comprenda mejor la conformación del catálogo de conceptos para cada caso.

5.3.1. Actividades de obra de la infraestructura carretera, incluyendo la posibilidad de provocar impactos ambientales y la implementación de acciones y medidas de mitigación.

A continuación se presenta un ejemplo de la construcción de una obra de infraestructura carretera, para este ejemplo se considerará un camino tipo A4 que se desarrollara sobre suelo con vegetación de Pastizal inducido; esta comunidad vegetal es dominada por gramíneas o graminoides la cual aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación, las características geométricas de este tipo de camino son velocidad de proyecto de 110km/h, pendiente máxima de 6%, número de carriles de 2 a 4 carriles, acotamientos de 3.0m, ancho de calzada de 7.0m, ancho de corona de 13.0m, de uno a dos cuerpos carreteros y pertenece a la Red Troncal o Primaria, además permite la circulación de todos los tipos de vehículos autorizados con sus máximas dimensiones capacidades y pesos; además de tener un ancho de derecho de vía de 60.0m a 10.0m. Ver Figura siguiente.

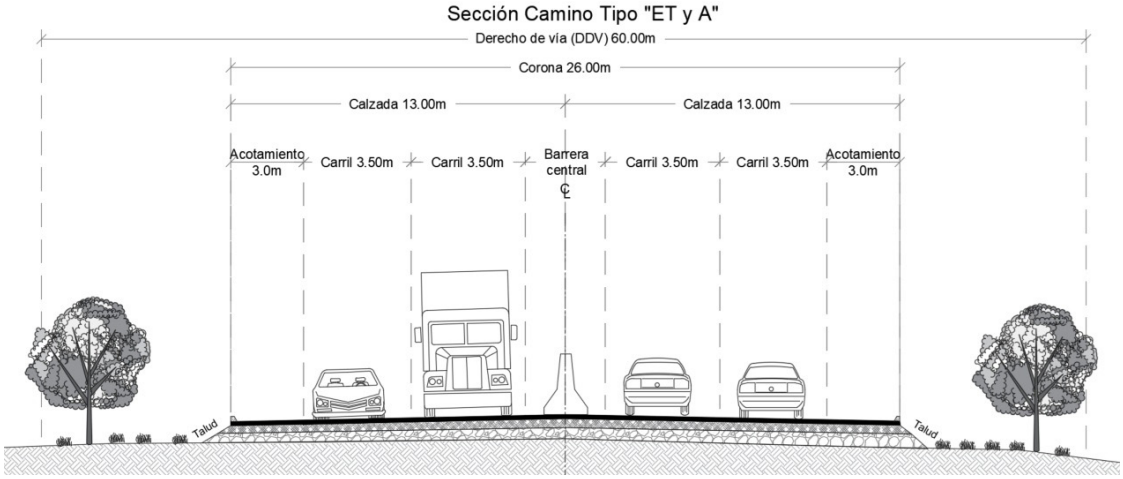


Figura 5. 2.
Ejemplo ilustrado de sección transversal de camino tipo “ET y A”.
Fuente: Elaboración propia.

Etapa de preparación del sitio

Antes de comenzar con los trabajos de construcción le la infraestructura carretera, se realiza la preparación del sitio, los cuales se inician con las medidas de mitigación ambiental del sitio, la señalización de prevención de la obra y la instalación de patios de maniobras, oficinas administrativas móviles y almacenes.

Las actividades por realizar durante la preparación del sitio son las siguientes:

Etapa de preliminares y preparación del sitio

- **Rescate de flora silvestre.** Para el rescate de flora presente en el sitio de la construcción, se instalan viveros provisionales en los cuales serán llevadas las especias de flora rescatadas, mismas que posteriormente se llevarán al sitio designado por el especialista.
- Antes del desmonte y despalme del sitio, se realiza recorrido por el área de Proyecto, mediante personal especializado que cataloga las especies importantes de flora que son susceptibles para rescatarse y ser trasladados a viveros provisionales, hasta el momento de su reubicación.
- Durante la estancia de las especies de flora en el vivero provisional, se debe de dar un mantenimiento, a los individuos de acuerdo con lo indicado por los especialistas de flora, así como el control de plagas y en su caso la propagación dentro del mismo vivero, para más tarde utilizarse en la reubicación de los individuos o en acciones de reforestación, según sea el caso.
- **Ahuyentado y rescate de fauna silvestre.** En esta actividad se implementan técnicas y recorridos de ahuyentamiento mediante una brigada de especialistas en fauna en los frentes de trabajo, antes del inicio de actividades de los trabajos de construcción, como son el desmonte y despalme, se debe ahuyentar la mayor cantidad de individuos del área del Proyecto, también se rescatan la mayor cantidad posible de individuos de las especies de fauna silvestre, haciendo énfasis en las especies registradas bajo alguna categoría por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran permanecer dentro del área del Proyecto. El desmonte es una actividad que obliga a las especies de fauna silvestre como vertebrados terrestres a desplazarse a sitios cercanos, debido a la presencia del ruido provocado por la maquinaria usado para la construcción y el personal que trabaja en la obra. Los especialistas en fauna realizarán el rescate y resguardo de algunas especies que no sea posible ahuyentar con las maniobras especializadas, dichas especies serán trasladados a hábitats con condiciones ambientales mejores o similares al sitio de rescate que no se sometan a modificaciones en el mediano o largo plazo.
- **Oficinas administrativas.** Para las oficinas administrativas pueden usarse cabinas móviles, que también puede ubicarse en comunidades aledañas a la construcción de la infraestructura carretera con lo que esta estructura no tendría alguna influencia negativa sobre el ambiente, y si no fuera posible, se deberá tratar de ubicarlas dentro del derecho de vía del Proyecto, debido a su movilidad, no requieren de un espacio muy extenso, ya que estas, son casetas muy ligeras montadas en un chasis metálico tipo remolque.
- **Almacenes para los frentes de obra.** El almacén de frente de obra es un sito en el cual se depositarán de manera temporal y controlada los materiales a utilizar en la

obra como varillas, cal, cemento, materiales para delimitar el derecho de vía, herramienta menor, combustibles, aditivos y en general todo aquello que sean susceptibles de sufrir deterioro, estos podrán situarse dentro del derecho de vía del proyecto, previendo extender la afectación sobre el suelo o la vegetación e incrementar los impactos ambientales.

- **Señalización de protección de obra.** Antes de comenzar con los trabajos de construcción, es necesario colocar el señalamiento de protección de obra y elementos de seguridad que avisen a la población sobre el desarrollo de las obras; estos se colocan de manera provisional, con el fin de dar seguridad al personal que trabajará en la obra y al usuario que circule por las cercanías de la obra. Este señalamiento consiste en colocar señalética de obligación, de peligro y advertencia, señales de auxilio, protección y equipo contra incendios.
- **Replanteo.** Esta actividad se realiza previo a los trabajos de construcción estando a cargo la brigada de topografía, la cual se encarga de la localización física de los puntos que conforman el eje del proyecto, de igual forma se localizarán los puntos, referencias y bancos de nivel, en dado caso de no encontrar estos puntos, se revivirá el eje con estacas a cada 20 m y se colocarán nuevas mojoneras de referencias y bancos de nivel. Estos elementos servirán para la localización y desplante de la Infraestructura Carretera. Esta actividad es la primera aproximación del personal con los elementos ambientales del área del proyecto, por lo que deberán sujetarse únicamente a abrir brechas sobre la línea exacta del proyecto evitando afectar lo menos posible la vegetación adyacente, esto cuando el proyecto es nuevo principalmente.

Etapa de construcción

- **Desmonte.** En esta actividad se realiza normalmente con la remoción de 20 cm de capa vegetal, removiendo arbustos y maleza, también se realiza la tala de árboles y remoción de tocones con raíces durante esta actividad es cuando se presenta uno de los impactos más significativos con la remoción de la vegetación que tiene una gran cantidad de servicios ambientales y además funge como una capa protectora del suelo. Estos trabajos se realizan dentro del derecho de vía del Proyecto, debido a que el objetivo de este punto es la eliminación de materia orgánica que pueda causar un daño en la estructura del cuerpo de terraplén, terracerías y pavimentos del Proyecto de infraestructura carretera.
- **Despalme.** En esta actividad se retira el material del horizonte orgánico del terreno natural con apoyo de maquinaria pesada como el trascabo, este material se retira en el área del derecho de vía y se lleva para su disposición final a un banco de tiro seleccionado y autorizado en el Proyecto ejecutivo o se puede resguardar también para su reúso en actividades de reforestación o arrope de taludes.
- **Corte y excavación de caja.** Esta actividad consiste en realizar excavaciones a cielo abierto sobre el terreno natural para conformar el cuerpo del terraplén, incluyendo los cortes necesarios para dar forma a la sección de la carretera y ajustar la corona del camino según los niveles indicados por topografía. Durante su ejecución pueden presentarse impactos ambientales como erosión del suelo, alteración de taludes, afectación a cauces de agua y al desplazamiento de la fauna silvestre.

Para reducir estos efectos se debe considerar la implementación de acciones como reposición de la capa vegetal por compensación en sitios distintos al del proyecto, estabilización de taludes, manejo adecuado de los materiales excavados para evitar su dispersión y control de escurrimientos, asegurando que las áreas intervenidas se mantengan estables y puedan recuperarse gradualmente.

- **Nivelación y compactación al fondo de la excavación.** Después de realizar el corte y excavación, se procede a nivelar y compactar el terreno utilizando maquinaria pesada como vibrocompactadores para alcanzar entre el 95 % y 100 % del peso volumétrico seco máximo según el Proyecto Ejecutivo, a fin de reducir la dispersión de partículas suspendidas en el aire se deben contemplar el riego de agua de las superficies a intervenir. Esta actividad puede provocar alteraciones en la estructura del suelo, compactación excesiva que limite la infiltración de agua y generación de polvo o sedimentos. Para minimizar estos impactos se implementarán medidas como riego controlado para reducir el polvo, tránsito ordenado de maquinaria y compactación gradual por etapas, garantizando la estabilidad del terraplén y reduciendo los daños al suelo y al entorno natural.
- **Construcción del cuerpo de terraplén.** Esta actividad consiste en conformar el cuerpo de la carretera usando material térreo rocas u otros materiales autorizados, que pueden provenir de las mismas excavaciones o de cortes de talud de la propia área del proyecto, cortes de terreno cercanos o de bancos de préstamo aprobados. El material se coloca en capas y se compacta, asegurando que la carretera quede estable y segura, utilizando maquinaria pesada y riego controlado para facilitar la compactación, evitando con esto otros impactos que pudieran ocurrir una vez entre en operación la infraestructura carretera. Desde el punto de vista ambiental, esta actividad puede alterar el suelo natural, provocar erosión, generar polvo y afectar la vegetación y en mayor medida cortar las rutas de desplazamiento de la fauna silvestre. Para mitigar estos impactos además de aplicar riegos de agua, acamellonamiento controlado del material (acciones correspondientes a buenas prácticas ambientales, se deben considerar pasos específicos para el cruce de fauna silvestre, reduciendo el cruce de esta por arriba de la carretera y con ello su muerte por atropello e incluso evitar accidentes o percances automovilísticos.
- **Construcción de la capa subyacente.** Esta actividad consiste en preparar la base de la carretera colocando y compactando material en capas horizontales para darle estabilidad, esta actividad puede alterar la calidad del aire, incrementar los niveles de ruido, además de causar impactos que pudieran provocar contaminación del suelo o el agua. Para mitigar estos impactos, se aplicarán medidas como riego controlado para reducir polvo, compactación por etapas, manejo responsable de los materiales y protección de la vegetación cercana, asegurando que la base de la carretera sea estable y ocasiones menos daño ambiental.
- **Construcción de la capa subrasante.** Esta actividad se realiza después de terminar la capa subyacente y consiste en preparar la base de la carretera colocando y compactando material en capas horizontales de hasta 20 cm de espesor para asegurar la estabilidad de la vía. Durante el proceso, se puede alterar el suelo adyacente al área del proyecto, generarse polvos y ruidos, además de hacer un mal uso de recursos cercanos a cauces. Para reducir estos impactos se aplicarán medidas como

riego controlado para disminuir el polvo, compactación por etapas, manejo responsable de los materiales y protección del suelo y la vegetación cercana y adyacente al área del proyecto, garantizando que la base de la carretera quede estable y causando el menor daño ambiental posible.

- **Construcción de la capa base.** Una vez concluida la capa subbase, se procede a colocar y compactar el material que conformará la capa base de la carretera, distribuyéndolo en capas de hasta 20 cm para asegurar una superficie estable y resistente. Durante esta actividad, pueden presentarse impactos como alteración del suelo natural, generación de polvo y sedimentos, compactación excesiva en superficies adyacentes a la de la carretera que reduzca la infiltración de agua y afectaciones a la vegetación y fauna silvestre. Para minimizar estos efectos se implementarán acciones como riego controlado para reducir polvo, compactación gradual por capas, manejo cuidadoso del material y protección de la vegetación cercana, garantizando que la capa base cumpla su función y que el daño al entorno natural sea lo menor posible.
- **Suministro y aplicación de riego de impregnación.** Una vez concluida la construcción de la capa base, se aplicará la emulsión asfáltica mediante una petrolizadora, cubriendo toda la superficie del tramo. Posteriormente, se esparcirá una capa de arena fina para proteger la emulsión hasta la colocación del pavimento. Durante esta actividad pueden presentarse impactos como alteración del suelo, generación de emisiones y olores, posible contaminación por derrames de emulsión y afectación a la vegetación adyacente. Para reducir estos efectos se implementarán acciones como aplicación controlada de la emulsión, manejo adecuado de los materiales, protección de áreas verdes adyacentes y control de derrames, asegurando que la capa base quede preparada para el pavimento y que los impactos sobre el entorno sean mínimos.
- **Suministro y aplicación de riego de liga.** Esta actividad busca asegurar la unión entre la capa base y el pavimento asfáltico. Se llevará a cabo una vez que la superficie esté completamente limpia y libre de residuos, aplicando la emulsión asfáltica de rompimiento rápido o modificada mediante pipa petrolizadora, de acuerdo con lo indicado en el Proyecto Ejecutivo. Durante su ejecución, pueden ocurrir derrames que contaminen el suelo y en su caso el agua, emisiones de gases y olores, así como afectaciones a la vegetación cercana y adyacente a la de la carretera. Para minimizar estos impactos se implementarán acciones como aplicación controlada de la emulsión, manejo seguro de los materiales y protección de la vegetación cercana estableciendo límites de paso, garantizando una correcta adherencia del pavimento y reduciendo al mínimo los efectos sobre el entorno natural.
- **Construcción de pavimento asfáltico.** Una vez aplicado el riego de liga, se procede a colocar y compactar la mezcla asfáltica sobre la capa base, utilizando maquinaria especializada como finisher y rodillos compactadores. La mezcla, elaborada en planta a temperatura controlada y con agregados pétreos de hasta 1.9 cm, se extiende en espesores de 5 a 10 cm y se compacta para cerrar los poros y evitar filtraciones hacia las capas inferiores. Durante este proceso, pueden generarse emisiones de gases, polvo, alteración del suelo, ruido, además de que puede haber contaminación del suelo y agua en zonas adyacentes a la del proyecto, así como afectaciones a

la vegetación cercana. Para reducir estos impactos se aplicarán medidas como control y prevención en la aplicación y manejo de la mezcla, protección de áreas verdes cercanas, riego si es necesario y compactación cuidadosa, además de establecer límites sobre las áreas en las que se tiene autorización de ejecutar las actividades del proyecto a fin de prevenir impactos nuevos, garantizando un pavimento estable y minimizando los efectos sobre el entorno natural.

- **Construcción de pavimento de concreto hidráulico.** Esta actividad se realiza después de concluir la capa base y consiste en colocar y conformar la losa de concreto hidráulico siguiendo los niveles indicados en el Proyecto Ejecutivo. La mezcla se suministra mediante camiones revolvedora y se extiende y vibra con personal calificado para evitar oquedades y garantizar la compactación adecuada. Durante la ejecución pueden generarse impactos ambientales como la generación de polvo y sedimentos, emisiones de maquinaria, ruido, la alteración del suelo y afectación a la vegetación adyacente por el movimiento de maquinaria, incluso a la fauna silvestre. Para minimizar estos efectos se aplicarán medidas como manejo controlado de la mezcla, riego de superficies de ser necesario, cuidado en la compactación y protección de la vegetación cercana estableciendo claramente los límites del proyecto, además de que es recomendable mantener un especialista sobre el manejo de fauna a fin de que haga recorridos en el frente de obra identificando la presencia de fauna silvestre y en su caso acciones de ahuyentado o rescate según sea el caso, asegurando un pavimento estable y reduciendo al mínimo los daños al entorno natural.
- **Obras de drenaje.** Estas estructuras incluyen alcantarillas de tubería corrugada, polietileno de alta densidad, concreto reforzado, losas de concreto con muros de mampostería o concreto, cajones prefabricados y alcantarillas en bóveda, y se construyen simultáneamente con el cuerpo de terraplén. Su función es canalizar el agua de escurrimientos naturales que atraviesan la carretera, considerando el gasto de escorrentía, niveles máximos de agua, pendiente y capacidad del suelo. Durante su construcción pueden producirse alteraciones en cauces naturales por los desvíos o azolves con material térreo mal acamellonado o dispuesto, erosión del suelo, sedimentación, afectación a la vegetación adyacente y fauna acuática y terrestre, además de cambios en la dinámica hídrica local. Para minimizar estos impactos se aplicarán medidas como control y prevención mediante una gestión y manejo integral de materiales y residuos que deberán acamellonarse fuera de los cauces, en caso de desvíos de cauces, estos deberán asegurar que el agua se conduzca de forma adecuada evitando encharcamientos, además de protección de la vegetación ribereña y monitoreo de flujos de agua, asegurando que las obras cumplan su función hidráulica y reduzcan el daño ambiental.
- **Construcción de obras complementarias (cunetas, bordillos y lavaderos).** Estas estructuras facilitan la canalización de aguas pluviales y previenen encharcamientos sobre la carpeta de pavimento, y se construyen una vez finalizada la colocación de pavimentos rígidos o flexibles. La ubicación exacta se determina según el Proyecto Ejecutivo y se marca con la brigada de topografía. Durante su ejecución, pueden presentarse impactos ambientales como erosión del suelo, alteración de cauces naturales, acumulación de sedimentos y encharcamientos. Para reducir estos efectos

se implementarán medidas mediante una gestión y manejo integral de materiales y residuos y control de sedimentos, garantizando que las obras cumplan su función hidráulica y minimicen el daño al entorno natural.

- **Colocación de señalamiento horizontal.** Esta actividad se lleva a cabo una vez concluidas las capas de pavimento y consiste en aplicar pintura con microesferas, rodamiento y vialetas sobre la superficie de rodamiento, utilizando maquinaria especializada según lo indicado en el Proyecto Ejecutivo. Durante su ejecución pueden generarse impactos ambientales como emisión de compuestos de la pintura, generación de residuos peligrosos, contaminación del suelo y el agua. Para minimizar estos efectos se implementarán medidas como manejo adecuado de materiales y residuos de todo tipo incluyendo los residuos peligrosos, control en la aplicación de pintura y protección de vegetación adyacente, asegurando que el señalamiento cumpla su función y se reduzcan al mínimo los impactos sobre el entorno natural.
- **Colocación de señalamiento vertical.** Tras completar el señalamiento horizontal, se procede a instalar las señales verticales, que incluyen indicaciones informativas, preventivas y restrictivas, así como defensas metálicas y postes de soporte ("fantasmas"). La ubicación y características de cada elemento se determinan en el Proyecto Ejecutivo, considerando altura, ángulo, separación lateral y requerimientos estructurales para señales elevadas. Durante la ejecución de esta actividad pueden generarse impactos ambientales como perturbación del suelo, afectación a la vegetación y fauna cercana, generación de residuos y ruidos por maquinaria. Para minimizar estos efectos se aplicarán medidas como manejo adecuado de materiales y residuos, protección de áreas verdes cercanas y control del tránsito de maquinaria, asegurando que el señalamiento cumpla su función y se reduzca al mínimo el impacto sobre el entorno.
- **Desmantelamiento y abandono de las instalaciones temporales.** Al concluir las actividades de construcción del proyecto, se procederá a retirar por completo todas las instalaciones temporales, incluyendo, por ejemplo: almacenes, oficinas, baños portátiles y patios de maniobras. Durante este proceso es importante prestar atención a los residuos y materiales que puedan quedar sobre el suelo natural adyacente tanto en el DDV que haya quedado libre de construcción y fuera de este en áreas adyacentes al proyecto, por lo que se les deberá dar la gestión y manejo integral adecuado en conformidad con la legislación y normatividad ambiental aplicable, para evitar alteraciones en la estructura del suelo, contaminación del suelo y el agua y afectación a la vegetación o fauna silvestre según sea le caso, garantizando que las áreas intervenidas queden en condiciones lo más cercanas posible a su estado original.
- **Manejo y disposición final de residuos peligrosos.** En la construcción de toda obra civil se debe tomar en cuenta la generación de residuos contaminantes producto del uso de maquinaria y mano de obra. El manejo integral durante la construcción y la disposición final de los residuos se manejará de acuerdo con la legislación y normatividad ambiental aplicable. Para su manejo se utilizarán contenedores herméticos con tapa debidamente identificados para los residuos sólidos urbanos generados

por los trabajadores y por diversas actividades de la obra, estos serán ubicados en los frentes de trabajo, separando dichos residuos en materia orgánica e inorgánica. Para su disposición final, la constructora podrá contratar un servicio privado encargado de la recolección y disposición final, mismos que deberán cumplir con la legislación local. De la misma forma se deberán manejar los residuos peligrosos, estos deberán colocarse en contenedores herméticos dentro de un almacén, mismo que deberá desinstalarse al final de la etapa constructiva. En el caso de los residuos de manejo especial, estos deberán manejarse fuera del almacén, pero en sitios previamente establecidos en donde se pueda acamellonar material térreo o de vegetación sobrantes. No obstante, cualquier sea el caso, los residuos de todo tipo siempre tendrán que controlarse, y se tendrán bitácoras de entradas y salidas según su entrega a empresas encargadas de su transporte, valorización posterior o disposición final, cabe señalar que todas estas acciones se deberán reportar como parte de un programa para el manejo integral de los residuos de obra.

- **Acciones de rescate y conservación de suelos.** Una vez realiza la limpieza de las zonas afectadas por las obras temporales y la construcción del Proyecto, se procederá a realizar acciones de rescate y conservación de suelos, los cuales consisten en evidenciar el grado de estabilidad de zonas afectadas por el proyecto, para conocer la susceptibilidad del suelo para su revegetación natural. En la tabla--- se muestran algunas de las acciones para el rescate y conservación de suelos.

5.3.2 Caso de estudio 1: Proyecto. Catálogo de componentes ambientales y actividades del proyecto de infraestructura carretera por etapa, sin estimación económica.

A continuación, se presenta el catálogo de componentes ambientales y actividades correspondientes al Caso de Estudio 1 del Proyecto de Infraestructura Carretera, considerando las fases de preparación del sitio y construcción. Este catálogo describe los componentes ambientales involucrados, las actividades asociadas a cada uno y las medidas de mitigación y conservación aplicables, sin incluir estimación económica.

- Fase: Indica la etapa del proyecto en la que se desarrolla la actividad, por ejemplo, preparación del sitio o construcción.
- Actividad: Describe las tareas específicas que se ejecutan durante cada fase y que pueden generar impactos ambientales, tales como desmonte, despalme, construcción de pavimento, señalización, entre otras.
- Componente Ambiental: Especifica el elemento del entorno afectado o considerado en cada actividad, como suelo, agua, flora, fauna, aire o aspectos socioeconómicos. Algunas actividades pueden involucrar más de un componente.
- Concepto Ambiental: Detalla las acciones o procedimientos implementados dentro de la actividad para minimizar impactos y conservar los recursos ambientales, incluyendo medidas de mitigación, rescate, reubicación, mantenimiento o restauración.

A continuación, se presenta el catálogo sin considerar costos ambientales por etapa del proyecto:

Tabla 5. 1.
Catálogo de Conceptos Ambientales por Actividad en las Fases de Preparación del Sitio y Construcción del Proyecto de Infraestructura Carretera

Actividad	Componente Ambiental	Concepto Ambiental
Fase 1. Preparación del Sitio		
Rescate de flora silvestre	Flora	Instalación de viveros provisionales para trasladar especies rescatadas; mantenimiento, control de plagas y propagación de las especies hasta su reubicación; posterior replantación o reforestación según indicaciones de especialistas.
Ahuyentado y rescate de fauna silvestre	Fauna	Recorridos y técnicas de ahuyentamiento antes del desmonte; rescate de especies no desplazables; traslado a hábitats con condiciones similares para asegurar supervivencia; especial atención a especies protegidas según NOM-059-SEMARNAT-2010.
Oficinas administrativas móviles	Suelo / Flora / Fauna	Ubicación de cabinas móviles dentro del derecho de vía o comunidades cercanas, minimizando impacto sobre suelo y vegetación; fácil remoción al finalizar la obra.
Almacenes para frentes de obra	Suelo / Flora / Fauna	Ubicación de almacenes temporales dentro del derecho de vía; manejo controlado de materiales, combustibles y aditivos; prevención de derrames y contaminación del suelo y agua.
Señalización de protección de obra	Suelo / Seguridad	Instalación de señalamiento provisional de advertencia, obligación y equipo contra incendios; garantiza seguridad de personal y usuarios sin alterar el entorno natural.
Replanteo	Suelo	Localización de puntos de referencia y bancos de nivel por la brigada de topografía; uso de estacas y mojoneras sin alterar significativamente el terreno.
Fase 2: Construcción		
Desmonte	Suelo / Flora / Fauna	Remoción de capa vegetal, arbustos, árboles y tocones; manejo de residuos vegetales; minimización de afectación al suelo y cobertura vegetal dentro del derecho de vía.
Despalme	Suelo	Retiro de material del terreno natural con maquinaria pesada; transporte y disposición en banco de tiro autorizado; control de erosión y sedimentación.
Corte y excavación de caja	Suelo / Flora / Fauna / Agua	Excavaciones a cielo abierto para conformar el terraplén; estabilización de taludes, reposición de capa vegetal, manejo adecuado de materiales, control de escurrimientos y sedimentación.

Actividad	Componente Ambiental	Concepto Ambiental
Nivelación y compactación al fondo de la excavación	Suelo / Agua	Nivelación y compactación con maquinaria y riego controlado; compactación gradual para evitar erosión, excesiva compactación y polvo; protege infiltración y estructura del suelo.
Construcción del cuerpo de terraplén	Suelo / Flora / Fauna	Relleno con materiales autorizados en capas compactadas; uso de pedraplenes donde sea necesario; riego controlado y manejo responsable del material para minimizar erosión, polvo y afectación a flora y fauna.
Construcción de la capa subyacente	Suelo / Agua / Flora / Fauna	Colocación y compactación de material en capas horizontales; riego controlado y compactación gradual; protección de vegetación cercana; evita sedimentos y erosión.
Construcción de la capa subrasante	Suelo / Agua / Flora / Fauna	Preparación de base de la carretera con capas de hasta 20 cm; riego controlado, compactación por etapas y manejo responsable de materiales; protege infiltración de agua y entorno natural.
Construcción de la capa base	Suelo / Agua / Flora / Fauna	Distribución y compactación de material en capas de hasta 20 cm; medidas de control de polvo, sedimentos y protección de vegetación; asegura estabilidad del pavimento y minimiza impactos.
Suministro y aplicación de riego de impregnación	Suelo / Agua / Flora / Fauna	Aplicación controlada de emulsión asfáltica y manteado de arena para proteger la capa; manejo de derrames y protección de áreas verdes; minimiza contaminación del suelo y afectación a fauna.
Suministro y aplicación de riego de liga	Suelo / Agua / Flora / Fauna	Aplicación de emulsión asfáltica de rompimiento rápido o modificada sobre superficie limpia; control de derrames, emisiones y protección de vegetación; asegura adhesión entre capas.
Construcción de pavimento asfáltico	Suelo / Aire / Flora / Fauna	Tendido y compactación de mezcla asfáltica con maquinaria especializada; control de emisiones, polvo y ruido; riego y protección de áreas verdes cercanas.
Construcción de pavimento de concreto hidráulico	Suelo / Aire / Flora / Fauna	Suministro, tendido y vibrado de concreto; control de polvo, sedimentos y emisiones; protección de vegetación cercana y compactación cuidadosa.
Obras de drenaje	Agua / Suelo / Flora / Fauna	Construcción de alcantarillas y estructuras para canalización de escurrimientos; control de sedimentos, manejo de materiales y protección de vegetación ribereña; monitoreo de flujos de agua.
Obras complementarias (cunetas, bordillos y lavaderos)	Agua / Suelo / Flora / Fauna	Canalización de aguas pluviales; manejo de materiales, control de sedimentos y protección de áreas verdes; minimiza erosión y acumulación de sedimentos.

Actividad	Componente Ambiental	Concepto Ambiental
Colocación de señalamiento horizontal	Suelo / Aire / Flora / Fauna	Aplicación de pintura con microesferas y rodamiento; control de compuestos de pintura, residuos y afectación a vegetación; manejo seguro de materiales.
Colocación de señalamiento vertical	Suelo / Flora / Fauna	Instalación de señales, defensas metálicas y postes de soporte; control de residuos, ruidos y tránsito de maquinaria; protección de áreas verdes cercanas.
Desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales	Suelo / Flora / Fauna	Retiro de almacenes, oficinas, baños portátiles y patios; remoción de residuos para restaurar el suelo y proteger la vegetación y fauna local.
Manejo y disposición final de residuos peligrosos	Suelo / Agua / Aire	Separación y disposición de residuos peligrosos y urbanos según legislación; uso de contenedores con tapa; contratación de servicios de recolección autorizados.
Acciones de rescate y conservación de suelos	Suelo / Flora	Evaluación de estabilidad del terreno, revegetación natural y restauración de áreas intervenidas; protección de la estructura del suelo y fomento de recuperación ecológica.

Tabla 5. 2.
Catálogo de Conceptos Ambientales por Fase del Proyecto de Infraestructura Carretera
Fuente: Elaboración Propia

Fase del Proyecto	Actividad	Componente Ambiental	Concepto Ambiental
Planificación	Estudios ambientales preliminares	Todos	Identificación de impactos potenciales, levantamiento de información, estudios de flora, fauna, suelo, agua y socioeconómicos; cumplimiento normativo vigente.
Diseño	Geometría y trazado	Suelo / Flora / Fauna / Agua	Selección de trazado minimizando afectaciones ambientales; definición de estructuras de control, drenajes y medidas de mitigación de impactos.

Fase del Proyecto	Actividad	Componente Ambiental	Concepto Ambiental
Construcción	Replanteo	Suelo	Ubicación de puntos de eje, referencias y bancos de nivel para correcta ejecución y mínima alteración del terreno.
	Almacenes para frentes de obra	Suelo / Residuos	Depósito temporal de materiales y herramientas evitando compactación, erosión y contaminación del suelo.
	Señalización de obra	Socioeconómico / Comunitario	Instalación de señalética para seguridad de trabajadores, usuarios y la comunidad.
	Señalización de fauna	Fauna	Colocación de señalética y barreras preventivas para reducir atropellamientos y alteración de corredores de fauna.
	Desmonte	Suelo / Flora	Retiro controlado de capa vegetal y arbustos, evitando erosión, pérdida de fertilidad y afectación a especies locales.
	Despalme	Suelo	Retiro y almacenamiento temporal de la capa vegetal para su posterior recuperación y reforestación.
	Corte y excavación de caja	Suelo	Excavación y traslado de material a bancos autorizados, minimizando erosión y sedimentación.
	Nivelación y compactación	Suelo	Compactación controlada de terreno, asegurando estabilidad y control de polvo.
	Terraplén, subrasante, subbase y base	Suelo / Agua	Colocación y compactación de materiales según niveles y pendientes; implementación de medidas de control de erosión y escurrimientos.

Fase del Proyecto	Actividad	Componente Ambiental	Concepto Ambiental
Construcción	Riego para control de polvo	Suelo / Agua	Aplicación de agua tratada para reducir dispersión de polvo y proteger la salud de trabajadores y comunidad.
	Movilización y transporte de materiales	Suelo / Atmósfera / Fauna	Transporte por rutas autorizadas para minimizar erosión, emisiones de polvo y disturbios a la fauna.
	Manejo de residuos	Suelo / Agua	Recolección, segregación y disposición adecuada de residuos peligrosos y no peligrosos; evitar contaminación del suelo y cuerpos de agua.
	Control de ruido y vibraciones	Atmósfera / Socioeconómico	Operación de maquinaria con control sonoro para proteger trabajadores, fauna y la comunidad.
	Protección de cauces y drenajes	Agua / Suelo	Implementación de estructuras de control y barreras para prevenir sedimentación, erosión y contaminación hídrica.
Operación	Señalización y mantenimiento de la vía	Socioeconómico / Comunitario	Mantener señalización, dispositivos de seguridad y barreras para usuarios y fauna; garantizar seguridad y orden vial.
	Control de velocidad y medidas preventivas	Fauna / Socioeconómico	Instalación de reductores de velocidad, pasos de fauna y elementos de mitigación de atropellamientos.
	Mantenimiento de drenajes	Agua / Suelo	Conservación de infraestructura hidráulica, limpieza de sedimentos y residuos, evitando inundaciones y erosión.
	Monitoreo ambiental	Todos	Supervisión periódica de impactos ambientales, cumplimiento de normas y aplicación de medidas correctivas según resultados.

Fase del Proyecto	Actividad	Componente Ambiental	Concepto Ambiental
Mantenimiento (Conservación)	Mantenimiento rutinario	Suelo / Agua / Flora / Fauna	Acciones preventivas y correctivas para conservar la integridad del ecosistema, reducir impactos acumulativos y garantizar la sostenibilidad del proyecto.

5.3.3. Catálogo de componentes ambientales del proyecto de infraestructura carretera – actividades y observaciones

Se presenta el catálogo de componentes ambientales del Proyecto de Infraestructura Carretera para el Caso de Estudio 1, señalando las actividades vinculadas a cada componente y las observaciones técnicas pertinentes. Este documento facilita la identificación de los elementos del entorno afectados por las obras y proporciona pautas para minimizar impactos y favorecer la conservación de los recursos naturales y sociales.

- Código: Clave única asignada a cada componente ambiental para su identificación y control durante el desarrollo del proyecto.
- Componente Ambiental: Indica el recurso o elemento del entorno que puede verse afectado por las actividades del proyecto, como suelo, agua, flora, fauna, aire o aspectos socioeconómicos y comunitarios.
- Actividades Relacionadas: Enumera los trabajos o tareas del proyecto que interactúan con cada componente, incluyendo construcción, manejo de recursos, obras auxiliares y medidas de conservación o rescate.
- Concepto Ambiental: Incluye recomendaciones, protocolos y consideraciones técnicas dirigidas a reducir impactos, garantizar la protección ambiental y cumplir con la normativa aplicable. Esto abarca procedimientos de mitigación, reubicación de especies, control de emisiones y polvo, estabilidad de suelos, seguridad y señalización.

Tabla 5. 3.
Catálogo de Conceptos Ambientales por Componente

Código	Componente Ambiental	Actividades Relacionadas	Concepto Ambiental
CA-01	Suelo	Replanteo, Almacenes para frentes de obra, Desmonte, Despalme, Corte y excavación de caja, Nivelación y compactación, Terraplén, subrasante, subbase y base, Riego para control de polvo, Movilización y transporte de materiales, Manejo de residuos, Protección de cauces y drenajes, Mantenimiento de drenajes, Mantenimiento rutinario	Protección de la estructura del suelo; control de erosión; preservación de capa fértil; acondicionamiento de taludes; compactación según especificaciones; recuperación de áreas intervenidas; manejo seguro y disposición adecuada de residuos.
CA-02	Agua	Terraplén, subrasante, subbase y base, Riego para control de polvo, Protección de cauces y drenajes, Manejo de residuos, Mantenimiento de drenajes, Mantenimiento rutinario	Control y manejo de escurrimientos; protección de cuerpos de agua; construcción de drenajes y canalizaciones según normas hidráulicas; monitoreo de calidad de agua; prevención de contaminación por materiales y residuos.
CA-03	Flora	Desmonte, Despalme, Acciones de rescate y conservación de suelos	Inventario de especies; traslado a viveros provisionales; mantenimiento y propagación de plantas; reforestación de áreas intervenidas; minimización de impactos sobre la vegetación nativa.
CA-04	Fauna	Señalización de fauna, Movilización y transporte de materiales, Control de velocidad y medidas preventivas	Aplicación de protocolos de protección; desplazamiento seguro a hábitats adecuados; atención especial a especies protegidas; seguimiento de fauna durante las labores de construcción y operación.

Código	Componente Ambiental	Actividades Relacionadas	Concepto Ambiental
CA-05	Atmósfera / Aire	Riego para control de polvo, Movilización y transporte de materiales, Control de ruido y vibraciones	Control de polvo y emisiones; aplicación de riegos y barreras; reducción de impacto de maquinaria; cumplimiento de límites permisibles de contaminantes atmosféricos; protección de trabajadores y comunidad.
CA-06	Socioeconómico / Comunitario	Señalización de obra, Señalización y mantenimiento de la vía, Control de velocidad y medidas preventivas	Seguridad y protección de personal y usuarios; cumplimiento de normas de tránsito y protección civil; señalización preventiva; mitigación de molestias a la comunidad; restauración de áreas intervenidas tras la obra.
CA-07	Todos	Monitoreo ambiental	Supervisión periódica de impactos ambientales; cumplimiento de normas; aplicación de medidas correctivas según resultados; aseguramiento de sostenibilidad del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.4 Catálogo de conceptos ambientales con estimación económica

Para cuantificar económicamente las acciones ambientales, se utilizan los precios unitarios, que representan el costo por unidad de medida de cada concepto o actividad del proyecto

La Definición de Precios Unitarios. Según las *Reglas Generales numeradas de la 5.1 a la 5.8 de la Sección 5 denominada Lineamientos para la integración de precios unitarios y del procedimiento para el ajuste de los mismos, relativos a la contratación y ejecución de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas para las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal* (1983), la definición de precios unitario es el Importe total por unidad de medida de cada concepto de trabajo, o en otras palabras, los precios unitarios son una herramienta fundamental en la estimación y control de costos en proyectos de construcción (Rojas, 2015 *citado* por López (s.f)).

Representan el costo por unidad de medida de cada una de las partidas o elementos que componen una obra en este caso una actividad de tipo ambiental.

Para analizar las inversión en mitigación ambiental carretera, es esencial analizar la afectación por componente ambiental, en el caso de los salarios y sueldos se tomaran del Manual de Costos y Presupuestos de la Construcción (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2020), y se proseguirá a desglosar los elementos de cada

concepto o actividades necesaria para llevar a cabo la mitigación ambiental por unidad de medida has por ejemplo en reforestación y revegetación, ton, en el caso de tierra rescatada.

El análisis detallado de precios unitarios no solo considera el costo directo de los materiales y equipos, sino también los costos indirectos como mano de obra especializada y la amortización de equipos (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción,2020). Es esencial utilizar herramientas adecuadas de análisis de costos que permitan ajustar los precios unitarios conforme a las condiciones específicas del proyecto y las fluctuaciones del mercado.

El éxito del análisis de precios unitarios radica en la precisión y actualización constante de los datos utilizados, así como en la transparencia en los métodos de cálculo empleados (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2020). Esto asegura una planificación financiera sólida y la optimización de recursos en cada etapa del proyecto de infraestructura vial.

5.3.4.1. Ventajas del análisis de precios unitarios

1. Cumplimiento de normativas ambientales

El catálogo asegura el cumplimiento de la normativa ambiental local y nacional:

- Regulaciones: Los precios unitarios están diseñados para cumplir con las regulaciones establecidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y otras entidades gubernamentales, lo que garantiza la protección del ecosistema y el desarrollo sostenible (SEMARNAT, 2022).

2. Integración en el diseño del proyecto

La información del catálogo se incorpora en el diseño y planificación del proyecto carretero:

- Planificación: Los conceptos ambientales y sus precios unitarios se integran en el diseño del proyecto para asegurar que las medidas de mitigación se contemplen desde el inicio (Benítez, Alexander, Pozo-Montuy, & Vargas Contreras, 2019).
- Presupuesto: Los costos asociados con las medidas ambientales se incluyen en el presupuesto del proyecto, asegurando que se asignen recursos adecuados para la protección del entorno (Carvajal Muñoz & Carmona García, 2016).

El repertorio de conceptos ambientales debe incorporar prácticas ambientales en la planificación y ejecución de proyectos viales en México, garantizando que estos cumplan con los estándares de calidad y seguridad, así como con los requisitos ambientales necesarios para proteger el entorno natural (SEMARNAT, 2022).

- El catálogo de conceptos para un proyecto de infraestructura carretera se desarrolla detallando cada uno de los elementos que especifican las acciones a seguir durante la construcción.

Entre las ventajas que ofrece el cálculo de los precios unitarios se encuentran las siguientes:

- **Estimación precisa de costos**

Desglosar los precios unitarios permite una estimación detallada y precisa de los recursos y costos asociados, lo que resulta en presupuestos más realistas y confiables (Rojas, 2015). Esta precisión es crucial para evitar sobrecostos y asegurar la viabilidad económica del proyecto. Además, la descomposición de los costos totales en precios unitarios facilita la estimación precisa de los recursos necesarios para cada etapa del proyecto, ayudando a evitar desviaciones financieras durante su ejecución (Mendoza Sánchez, 2022).

- **Control de presupuesto**

Los precios unitarios facilitan un control efectivo del presupuesto al proporcionar una estructura clara y detallada de los costos esperados para cada tarea y material necesario (Mendoza Sánchez, 2022). Esto permite a los gerentes de proyecto monitorear los gastos en tiempo real y tomar decisiones informadas para ajustar el presupuesto según sea necesario.

- **Transparencia y comparación**

Al utilizar precios unitarios estandarizados, los clientes y contratistas pueden comparar de manera justa las ofertas y evaluar las propuestas de manera objetiva (Mendoza Sánchez, 2022; Moreno Gerardo & Morales Morales, 2019).

- **Flexibilidad y adaptación**

La flexibilidad es otra ventaja clave de los precios unitarios, ya que permiten ajustes rápidos y precisos en caso de cambios en el alcance del proyecto. Esta capacidad de adaptación asegura que el proyecto pueda responder eficientemente a las condiciones variables sin comprometer la calidad o el presupuesto (Mendoza Sánchez, 2022).

- **Mejora en la gestión de recursos**

Al detallar los costos de mano de obra, materiales y equipos, los precios unitarios optimizan la asignación de recursos disponibles, mejorando así la eficiencia operativa y la rentabilidad del proyecto (Mendoza Sánchez, 2022).

5.3.5 Relación entre el catálogo de conceptos ambientales y el ecosistema del proyecto

1. Evaluación del ecosistema y estimación de costos ambientales

Previo al inicio de un proyecto de infraestructura carretera, es fundamental realizar una evaluación el ecosistema en el área de construcción. Esta evaluación incluye el análisis de la flora, fauna, cuerpos de agua y características del suelo (Osorio Múnera & Correa Restrepo, 2004). El catálogo de conceptos ambientales ayuda a estimar los costos asociados con la protección y mitigación del impacto sobre estos elementos (Altahona Quijano, 2009; Benítez, Alexander, Pozo-Montuy, & Vargas Contreras, 2019).

- Protección de Flora y Fauna: Se incluyen costos para medidas como la reubicación de especies, revegetación y la instalación de barreras para la protección de la fauna local. Estas acciones buscan minimizar el impacto en las especies presentes en el

área de construcción (Martínez Soto & Damián Hernández, 1999; Benítez, Alexander, Pozo-Montuy, & Vargas Contreras, 2019).

- Control de Erosión y Sedimentos: La evaluación del terreno y los cuerpos de agua cercanos determinará los métodos y precios para la implementación de sistemas de control de escorrentías y sedimentos, fundamentales para prevenir la contaminación de fuentes de agua cercanas (Benítez, Alexander, Pozo-Montuy, & Vargas Contreras, 2019; Ocampo Valderrama, 2017).

2. Gestión de recursos naturales

El catálogo de conceptos ambientales establece los costos para actividades que afectan los recursos naturales del área del proyecto:

1. Agua: Incluye precios para la gestión del agua, tales como el control de escorrentías y el tratamiento de aguas residuales, lo que previene la contaminación y asegura que el proyecto no degrade las fuentes de agua locales ((Martínez Soto & Damián Hernández, 1999; Ocampo Valderrama, 2017)0).
2. Suelos: Los costos para medidas como la estabilización de suelos y la prevención de la erosión son cruciales para proteger la integridad del terreno y evitar problemas de sedimentación (Martínez Soto & Damián Hernández, 1999; SCT, 2016).
3. El catálogo aborda también los costos asociados con la mitigación del impacto acústico y la contaminación:
   - Ruido: Establece precios para la instalación de barreras acústicas y otras técnicas para reducir el impacto del ruido en la fauna y en las comunidades cercanas (2019).
   - Emisiones y Polvo: Incluye costos para implementar medidas que reduzcan las emisiones de contaminantes y el polvo generado durante la construcción, protegiendo tanto al ecosistema como a las áreas residenciales cercanas (Ocampo Valderrama, 2017).

5.3.6 Metodología del cálculo de precios unitarios

- **Recopilación de datos**

En la construcción de carreteras, la recopilación de datos es esencial para obtener información sobre materiales, equipos, mano de obra y otros recursos necesarios para el proyecto. Incluye aspectos como precios de materiales, costos laborales y disponibilidad de equipos. López (*s.f)* destaca que contar con datos precisos y actualizados es crucial para un análisis detallado de precios unitarios, mientras que (Trinidad, 2005) subraya la importancia de utilizar fuentes confiables para garantizar la calidad de los datos.

El proceso de recopilación implica varias etapas. Primero, se debe realizar una investigación bibliográfica para identificar fuentes pertinentes, como bases de datos especializadas y registros históricos. Luego, la obtención de datos debe ser sistemática, con procedimientos claros y criterios de búsqueda definidos (Trinidad, 2005). Finalmente, es fundamental verificar la calidad y fiabilidad de los datos mediante métodos rigurosos, como la comparación con múltiples fuentes y la validación por expertos. Esto asegura que los datos sean precisos y útiles para la estimación y toma de decisiones en el proyecto. Técnicas de estimación de precios unitarios

Las técnicas de estimación permiten desglosar y calcular de manera sistemática los costos de materiales, mano de obra, equipos y otros recursos necesarios para completar cada actividad del proyecto.

La elección adecuada de la técnica de estimación ya sea detallada, paramétrica, de ingeniería de costos o basada en precios de mercado, depende de factores como la disponibilidad de datos, la complejidad del proyecto y el nivel de precisión requerido. Cada técnica ofrece ventajas distintas en términos de precisión, capacidad de adaptación a las condiciones del mercado y capacidad para ajustarse a las variaciones en los requisitos del proyecto. En conjunto, estas técnicas no solo facilitan la planificación financiera y la gestión de riesgos, sino que también proporcionan una base sólida para la toma de decisiones informadas durante todas las etapas del desarrollo de proyectos de infraestructura (Cuesta Vega & Patiño Morales, 2022).

- **Método detallado**

El método detallado de acuerdo con Mendoza (2022) consiste en lo siguiente:

Implica un análisis exhaustivo de materiales, mano de obra y equipos necesarios, permitiendo una estimación precisa de los costos. La descomposición de cada elemento del proyecto en sus partes constituyentes es esencial para identificar todas las tareas y recursos requeridos, asegurando que no se omitan aspectos importantes en la estimación. Además, considerar factores específicos como condiciones geográficas y normativas locales mejora la precisión de las estimaciones y mitiga riesgos. El método detallado también facilita la comparación entre proyectos y la evaluación de alternativas, ayudando a optimizar el diseño y reducir los costos totales (Trinidad, 2005; Altahona Quijano, 2009; Cuesta Vega & Patiño Morales, 2022).

- **Método paramétrico**

El método paramétrico es una técnica avanzada utilizada en el análisis de precios unitarios para la construcción de carreteras, que se basa en relaciones matemáticas y estadísticas entre variables clave y costos unitarios. Según Trinidad (2005), este método permite establecer modelos predictivos basados en datos históricos y parámetros específicos del proyecto. Esto facilita la estimación rápida y eficiente de costos para diferentes componentes del proyecto, utilizando variables como área, longitud, volumen u otras medidas relevantes (Pech Pérez, & Puc Sánchez, 2008).

El proceso del método paramétrico implica la identificación de parámetros críticos que influyen en los costos unitarios. Pech Pérez, & Puc Sánchez (2008) sugieren que estos parámetros pueden incluir características específicas del sitio, condiciones geográficas, tipos de materiales y métodos de construcción. Al establecer relaciones cuantitativas entre estos parámetros y los costos históricos registrados, los estimadores pueden prever con mayor precisión los recursos necesarios y los costos asociados.

La aplicación del método paramétrico también permite la adaptación a diferentes escalas y complejidades de proyectos. Según Cuesta Vega & Patiño Morales (2022), este enfoque es particularmente útil en proyectos de infraestructura donde existen elementos repetitivos o patrones discernibles que pueden ser modelados y extrapolados para estimaciones futuras. Esto no solo mejora la eficiencia en la planificación y ejecución del

proyecto, sino que también ayuda a gestionar adecuadamente los recursos financieros y materiales disponibles.

Además, el método paramétrico proporciona una herramienta robusta para la comparación de alternativas de diseño y la evaluación de diferentes escenarios de ejecución del proyecto. Ramón (*s.f*) destaca que esta capacidad de análisis predictivo contribuye a la toma de decisiones informadas y al manejo proactivo de riesgos en la gestión de proyectos de construcción de carreteras.

- **Método de ingeniería de costos**

El método de ingeniería de costos representa un enfoque integral y sistemático para la estimación de precios unitarios en la construcción. Su capacidad para integrar datos históricos, análisis detallado y juicio experto lo convierte en una herramienta esencial para proyectos que requieren una evaluación rigurosa y una gestión eficiente de costos (Mendoza Sánchez, 2022).

El método de ingeniería de costos es una técnica avanzada utilizada en la estimación de precios unitarios en la construcción, que combina datos históricos, principios de ingeniería y juicio experto para desarrollar estimaciones precisas y fundamentadas. Este método permite descomponer el proyecto en elementos detallados y evaluar cada componente en términos de costos de materiales, mano de obra, equipo y otros recursos necesarios (Varela Alonso, 2009).

La aplicación del método de ingeniería de costos implica un análisis de variables críticas que afectan los costos del proyecto. Alvarado (2016) señala que este enfoque considera factores como la complejidad del diseño, las especificaciones técnicas, las condiciones del sitio y los requisitos reglamentarios. Este análisis detallado permite una planificación precisa y una gestión efectiva de costos a lo largo de todas las etapas del proyecto de construcción.

Además, el método de ingeniería de costos se apoya en la experiencia y el conocimiento técnico de profesionales especializados. Este método no solo mejora la precisión de las estimaciones, sino que también facilita la identificación temprana de riesgos potenciales y la implementación de estrategias de mitigación adecuadas (Alvarado Verdín., 2016; Mendoza Sánchez, 2022; Moreno Gerardo & Morales Morales, 2019).

- **Método de precios de mercado**

El método de precios de mercado es una técnica ampliamente utilizada en la estimación de precios unitarios para proyectos de construcción, basada en la recopilación y análisis de precios actuales del mercado. Este enfoque implica la investigación de precios de materiales, mano de obra y equipos específicos para el proyecto en cuestión, utilizando fuentes comerciales y proveedores locales (Cuesta Vega & Patiño Morales, 2022).

La aplicación del método de precios de mercado se centra en la obtención de datos actualizados y relevantes. Mejía (s.f.) destaca que este método permite a los estimadores ajustar las estimaciones de costos según las fluctuaciones del mercado y las condiciones económicas locales. Esto garantiza que las estimaciones sean realistas y competitivas, reflejando con precisión los costos reales que se esperan incurrir durante la ejecución del proyecto.

Además, el método de precios de mercado facilita la comparación directa con proyectos similares y el ajuste de estimaciones en función de variables específicas del mercado. Mejía (s.f.) mencionan que este enfoque proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas sobre la adquisición de recursos y la planificación financiera del proyecto.

Por lo tanto, el método de precios de mercado es una técnica efectiva y pragmática para la estimación de precios unitarios en la construcción. Su enfoque en datos actuales y locales asegura la precisión y la viabilidad financiera del proyecto, proporcionando a los gestores de proyectos una herramienta fundamental para la gestión de costos y la planificación estratégica (Mejía C.).

- **Estandarización de costos**

La estandarización de costos juega un papel crucial en la estimación precisa de los costos unitarios en proyectos y operaciones empresariales. Según Pech Pérez, & Puc Sánchez, (2008, "la estandarización de costos implica el desarrollo y uso de estándares de costos para los materiales, la mano de obra y los costos generales indirectos, lo que facilita la evaluación de las variaciones de costos y el control de las operaciones".

La estandarización de costos juega un papel fundamental en la estimación de costos unitarios al proporcionar un marco consistente y objetivo para evaluar y controlar los costos operativos. Este enfoque no solo mejora la transparencia financiera, sino que también fortalece la capacidad de las organizaciones para gestionar sus recursos de manera efectiva y adaptarse a las condiciones cambiantes del mercado (Mejía C.).

Los estándares de costos proporcionan una base uniforme para la comparación y el control de costos en diversas actividades (Altahona Quijano, 2009). Según Mendoza Sánchez, (2022), "la estandarización de costos permite a las organizaciones identificar desviaciones entre los costos reales y los costos estándar esperados, lo cual es fundamental para la gestión eficaz de los recursos y la toma de decisiones informadas".

La implementación de estándares de costos contribuye a la mejora de la precisión en la predicción de costos futuros, permitiendo una planificación financiera más efectiva y una asignación eficiente de recursos. Como señalan Cuesta Vega & Patiño Morales, (2022), "la estandarización de costos no solo facilita la determinación de los costos unitarios precisos, sino que también promueve la eficiencia operativa al establecer expectativas claras y medibles para el rendimiento".

- **Modelos de costeo**

Los modelos de costeo desempeñan un papel crucial en la determinación precisa de los precios unitarios en proyectos de construcción y otros tipos de proyectos. Según Alvarado Verdín., (2016),"los modelos de costeo pueden variar desde métodos simples como el costo directo hasta enfoques más complejos como el costeo basado en actividades (ABC), que asigna costos a las actividades de acuerdo con su consumo de recursos". La aplicación efectiva de modelos de costeo en el análisis de precios unitarios no solo permite una estimación precisa de los costos de producción, sino que también facilita la toma de decisiones informadas sobre la asignación de recursos y la optimización de procesos en diversos tipos de proyectos (Cuesta Vega & Patiño Morales, 2022; Mejía C.).

El costo directo, también conocido como costeo variable, es uno de los modelos más básicos y ampliamente utilizados (Altahona Quijano, 2009). Según Mejía (s.f), este método "asigna únicamente los costos variables directos a los productos, ignorando los costos fijos que se consideran como gastos del período". Es particularmente útil en entornos donde los costos fijos no varían con los cambios en el volumen de producción.

Por otro lado, el costeo basado en actividades (ABC) es un enfoque más sofisticado que asigna costos tanto directos como indirectos a las actividades que consumen recursos. Mendoza Sánchez, (2022 destaca que "el ABC es especialmente efectivo en entornos donde existen múltiples productos o servicios y donde la distribución de los costos indirectos es compleja y crucial para la toma de decisiones estratégicas".

- **Aplicación de modelos específicos según el tipo de proyecto y su complejidad**

La elección del modelo de costeo adecuado depende en gran medida del tipo de proyecto y su complejidad (Sears, Sears, & Clough, 2008). En proyectos de construcción, por ejemplo, el uso del costeo basado en actividades (ABC) puede ser preferible debido a la diversidad de actividades y la asignación de costos indirectos a través de diferentes etapas del proyecto (Chan & Park, 2016).

Para proyectos de manufactura, donde la variabilidad de costos puede ser alta, el costeo estándar también es una opción común. Según Alvarado Verdín., (2016), "el costeo estándar establece costos predeterminados para materiales, mano de obra y costos indirectos, proporcionando una base uniforme para evaluar el rendimiento y las variaciones de costos".

5.3.6.1. Software y herramientas de análisis

En la actualidad, existen diversas herramientas de software diseñadas específicamente para el análisis y la estimación de costos unitarios en proyectos de construcción y otros sectores industriales. Según Ramón López (s.f.), "Neodata y Opus son ampliamente utilizados en la industria de la construcción para la estimación de costos unitarios basados en datos históricos y características específicas del proyecto”.

Neodata es conocido por su capacidad para gestionar bases de datos extensas de costos unitarios actualizados para materiales, mano de obra y equipos (Varela Alonso, 2009). Esta herramienta permite una estimación detallada y precisa de los costos de construcción, adaptándose a diferentes tipos de proyectos y condiciones del mercado local (Moreno Gerardo & Morales Morales, 2019).

Por otro lado, Opus se destaca por su integración con modelos de información de construcción (BIM) y su capacidad para realizar análisis detallados de costos basados en información precisa y actualizada.” Opus facilita la generación de presupuestos detallados y la gestión eficiente de los recursos, mejorando la precisión y la transparencia en el proceso de estimación de costos" (Sánchez Molina, 2023).

Características clave a considerar al seleccionar software adecuado para el análisis de precios unitarios

Al seleccionar software para el análisis de precios unitarios, es crucial considerar ciertas características que aseguren su efectividad y adecuación a las necesidades del proyecto (Sánchez Molina, 2023; Moreno Gerardo & Morales Morales, 2019)

- Base de datos actualizada: Tanto Neodata como Opus deben contar con una base de datos robusta y actualizada de costos unitarios para diferentes materiales, mano de obra y equipos, que refleje las condiciones actuales del mercado.
- Integración con BIM y otros sistemas: La capacidad para integrarse con modelos de información de construcción (BIM) y otros sistemas de gestión de proyectos es fundamental para facilitar un análisis detallado y preciso de los costos.
- Facilidad de uso y flexibilidad: Ambos softwares deben ser intuitivos y permitir la personalización según las necesidades específicas del proyecto y del usuario, facilitando la creación rápida y la comparación de presupuestos.
- Funcionalidades de reporte y análisis: Deben ofrecer herramientas robustas de generación de informes y análisis que permitan evaluar y comunicar eficazmente los resultados del análisis de costos unitarios.

Según Moreno Gerardo & Morales Morales, (2019) y Sánchez Molina, (2023) las características clave a continuación se mencionan:

Tabla 5. 4.
Comparativo entre software Neodata y Opus.

Característica	Neodata	Opus
Base de datos actualizada de costos unitarios	Debe contar con una base de datos robusta y actualizada que incluya materiales, mano de obra y equipos.	Necesita una base de datos detallada y actualizada de costos unitarios ajustada a las condiciones del mercado.
Integración con BIM y otros sistemas	Es esencial poder integrarse con modelos BIM y otros sistemas de gestión de proyectos para un análisis preciso de costos.	Debe permitir una integración fluida con BIM y otros sistemas para optimizar la gestión y análisis de proyectos.
Facilidad de uso y flexibilidad	Debe ser intuitivo y permitir personalización para adaptarse a diferentes proyectos y usuarios, facilitando la creación y comparación de presupuestos.	Debe ofrecer una interfaz fácil de usar y flexible que permita personalizar según las necesidades específicas del proyecto.
Funcionalidades de reporte y análisis	Debe ofrecer herramientas robustas para generar informes detallados y realizar análisis de costos unitarios.	Necesita capacidades avanzadas para la generación de informes y análisis que faciliten la evaluación y comunicación eficaz de los resultados.

Fuente: Elaboración Propia con bibliografía citada.

Seleccionar el software adecuado como Neodata u Opus no solo mejora la precisión en la estimación de costos, sino que también optimiza el tiempo y los recursos dedicados al proceso de análisis y presupuestación en proyectos de cualquier escala y complejidad (Varela Alonso, 2009).

5.3.6.2. Componentes clave en el análisis de precios unitarios

Los componentes de los precios unitarios son fundamentales para la correcta estimación y control de costos en proyectos de construcción.

- **Mano de obra**

De acuerdo con la *Enciclopedia Iberoamericana* la mano de obra es el esfuerzo y/o conocimiento, tanto físico como mental, que una persona puede aportar para llevar a cabo una tarea de la actividad productiva, la cual debe ser retribuida en caso de ser requerido. Para una empresa la mano de obra puede comprender el costo total que representa todo lo relacionado con sus trabajadores, desde sus salarios, hasta cualquier tipo de impuesto relacionado con éstos.

1. Clasificación del Personal

La clasificación del personal en el análisis de precios unitarios varía según la complejidad de las tareas y las habilidades requeridas para ejecutarlas eficientemente. Según Altahona (2009), el personal puede ser categorizado en diferentes niveles, desde mano de obra no calificada hasta técnicos especializados y supervisores. Cada categoría tiene un impacto directo en los costos laborales, dependiendo de las tarifas salariales y la productividad esperada. (Altahona Quijano, 2009)

- **Materiales**

Los materiales son clave en los precios unitarios de construcción, ya que abarcan todos los insumos necesarios para una unidad de obra. Altahona (2009) señala que los costos incluyen adquisición, transporte, almacenamiento y manejo. Clough, Sears y Sears (2015) añaden que los costos varían según el tipo de material, su calidad, disponibilidad y especificaciones técnicas. Una estimación precisa de estos costos es crucial para una planificación financiera y control de costos efectivos.

Entre los tipos de materiales de acuerdo con Altahona (2009) se incluyen:

- Materiales de acabado (como azulejos y pinturas), que afectan la estética y durabilidad del proyecto.
- Materiales especiales y estructurales (como vidrio templado y materiales compuestos), que suelen tener costos más altos por sus características únicas.
- Materiales específicos (como asfalto y tuberías de concreto), fundamentales para la funcionalidad y durabilidad de infraestructuras.
- Materiales ecológicos (como madera certificada FSC), que cumplen normativas ambientales y pueden reducir costos a largo plazo (Sears, Sears, & Clough, 2008).

Fuentes de suministro de los materiales

En la actualidad, la sostenibilidad es un factor creciente en la selección de fuentes de suministro de materiales. Clough, Sears y Sears (2008) señalan que optar por materiales ecoamigables, como mezclas asfálticas recicladas, puede reducir el impacto ambiental y los costos operativos.

- Materiales agregados (grava y arena) son esenciales en la construcción de carreteras. AACE International (2016) destaca que la disponibilidad local afecta costos y tiempos de entrega, por lo que es crucial evaluar depósitos cercanos.

- Asfalto es fundamental en la construcción de carreteras. Altahona (2009) indica que la ubicación de las plantas de mezcla asfáltica es clave para minimizar costos logísticos.
- Materiales para drenaje (tuberías de concreto y geotextiles) son importantes para la durabilidad de las carreteras.) Clough, Sears, & Sears, (2008) subrayan la necesidad de proveedores confiables y evaluación de calidad para evitar problemas de mantenimiento.
- Materiales de señalización y seguridad (pinturas reflectantes y barreras) son necesarios para la seguridad vial. Clough et al. (2008) destacan la importancia de cumplir con normativas locales para asegurar eficacia y durabilidad.

Costo de los materiales

Los costos de los materiales en construcción varían según factores como la disponibilidad local, la calidad y la demanda global. Materiales de mayor calidad o que cumplen con normativas específicas pueden tener un costo inicial más alto, pero ofrecer ahorros en mantenimiento y durabilidad a largo plazo, reduciendo así los costos totales del ciclo de vida del proyecto ((Sears, Sears, & Clough, 2008)). Además, la innovación y nuevas tecnologías en la fabricación de materiales, como compuestos avanzados o mezclas asfálticas modificadas, pueden tener costos iniciales mayores debido a la investigación y desarrollo, pero brindan beneficios en rendimiento y durabilidad (AACE International, 2016).

- **Equipos y maquinaria**

El uso de equipos y maquinaria en la construcción también es contemplado en los precios unitarios. Altahona (2009) explica que este componente cubre desde el alquiler hasta los costos de operación y mantenimiento de equipos especializados requeridos para la ejecución de la obra. La depreciación y la vida útil de estos equipos también se consideran para determinar su impacto en los costos totales del proyecto.

Tabla 5. 5.
Tabla comparativa de equipo y herramientas.

Criterio	Herramientas	Equipo
Definición	Las herramientas son dispositivos o implementos manuales o mecánicos utilizados para realizar tareas específicas. Pueden ser tan simples como un martillo o tan complejas como una fresadora. Las herramientas suelen ser manejadas por una persona para ayudar en la realización de una tarea específica, proporcionando una ventaja mecánica (Black & Decker, 2017).	El equipo, por otro lado, se refiere a un conjunto de herramientas, dispositivos o maquinaria necesarios para un propósito particular. Incluye una variedad de componentes que trabajan juntos para facilitar una operación o función más amplia. Por ejemplo, el equipo de construcción puede incluir grúas, excavadoras y camiones de volteo ((Altahona Quijano, 2009)
Alcance y complejidad	Más simples y específicos en su uso (e.g., martillo, destornillador).	Más complejos y multifuncionales (e.g., grúas, excavadoras).
Función y Aplicación	Utilizadas para tareas individuales y específicas; aplicación directa y manual.	Conjunto de herramientas que trabajan juntas para realizar una tarea más amplia (e.g., construcción de un edificio).
Portabilidad y Movilidad	Más portátiles; pueden ser transportadas fácilmente por una persona.	Generalmente más grandes y difíciles de mover; requieren métodos de transporte específicos.
Costo e inversión	Menos costosas; compradas individualmente.	Representan una inversión mayor; requieren mantenimiento regular y capacitación.

Fuente: Elaboración en base a la bibliografía señalada con anterioridad.

En los cuadros a continuación, se detallan los diferentes tipos de herramientas y equipos utilizados en la construcción de carreteras, junto con sus descripciones y referencias.

Por otro lado, los costos de operación incluyen gastos como el combustible, lubricantes, salarios de operadores, y otros consumibles necesarios para el funcionamiento diario de la maquinaria. Los costos de mantenimiento comprenden tanto el mantenimiento preventivo, que incluye actividades regulares para mantener el equipo en buen estado, como el mantenimiento correctivo, que se refiere a las reparaciones necesarias tras fallos o averías (Altahona Quijano, 2009).

- **Gastos generales y administrativos**

Los gastos generales y administrativos son costos indirectos que se distribuyen entre todas las unidades de obra. Estos gastos incluyen supervisión, seguridad en el sitio de trabajo, gastos administrativos y otros costos operativos que no se asignan directamente a una unidad específica. La adecuada estimación de estos costos asegura una gestión eficiente de los recursos financieros y humanos del proyecto (Altahona Quijano, 2009).

5.3.6.3. Análisis y evaluación

La interpretación de los resultados del análisis de precios unitarios desempeña un papel crucial en la gestión financiera y operativa de proyectos. Según Altahona Quijano (2009), este proceso implica examinar detenidamente las variaciones entre los costos unitarios estimados y los reales, evaluando cómo estas variaciones afectan el presupuesto general del proyecto. Por ejemplo, si los precios unitarios calculados resultan ser más altos que los costos reales incurridos, podría indicar una sobreestimación inicial o la necesidad de revisar los métodos de estimación utilizados (Varela Alonso, 2009).

Además de comparar los costos reales con los estimados, la interpretación de los precios unitarios también se centra en identificar patrones y tendencias dentro de los datos. Mejía C (s.f) destaca que este análisis permite a los gestores de proyectos detectar áreas críticas donde los costos pueden desviarse de las expectativas iniciales, lo que es fundamental para ajustar estrategias y minimizar riesgos financieros.

La interpretación efectiva de los resultados del análisis de precios unitarios no solo proporciona información sobre el desempeño actual del proyecto, sino que también ayuda a prever y gestionar posibles cambios futuros en los costos y recursos necesarios para su finalización exitosa (Alvarado Verdín., 2016; Ramón López; Mendoza Sánchez, 2022).

- **Validación de la precisión y fiabilidad de los precios unitarios**

Validar la precisión y fiabilidad de los precios unitarios es esencial para garantizar la integridad financiera y la transparencia en la gestión de proyectos (Altahona Quijano, 2009). Cuesta Vega & Patiño Morales, (2022) explican que este proceso implica realizar una comparación detallada entre los costos unitarios estimados y los costos reales registrados durante la ejecución del proyecto (p. 198). Utilizando métodos estadísticos como el análisis de varianza, los gestores pueden determinar si las variaciones entre los costos predichos y los costos reales son estadísticamente, lo que ayuda a evaluar la exactitud de las estimaciones iniciales (Mendoza Sánchez, 2022).

La interpretación cuidadosa de los resultados del análisis de precios unitarios y la validación sistemática de su precisión y fiabilidad son fundamentales para asegurar la efectividad en la gestión de costos y la ejecución exitosa de proyectos en diversos sectores industriales (Mendoza Sánchez, 2022)

Además, la fiabilidad de los precios unitarios se refuerza mediante la revisión y actualización periódica de las fuentes de datos y supuestos utilizados en el análisis. Mendoza Sánchez, (2022), enfatizan la importancia de este enfoque continuo, que permite ajustar los presupuestos y las estrategias de gestión de costos en función de cambios económicos y de mercado que puedan afectar la disponibilidad y el costo de los recursos (Mejía C.).

La validación rigurosa de los precios unitarios no solo mejora la precisión de las estimaciones futuras, sino que también proporciona una base sólida para la planificación financiera y la toma de decisiones estratégicas durante todas las etapas del proyecto (Altahona Quijano, 2009).

5.3.6.4. Consideraciones especiales

En la estimación de costos para proyectos, especialmente en sectores sujetos a fluctuaciones económicas, como la construcción y la ingeniería, es crucial considerar factores

que pueden impactar en los presupuestos y la viabilidad financiera (Sears, Sears, & Clough, 2008). Los ajustes por inflación y las fluctuaciones del mercado juegan un papel fundamental en este proceso, asegurando que los costos unitarios reflejen condiciones económicas actuales (Cuesta Vega & Patiño Morales, 2022). Según (Trinidad, 2005), "los ajustes por inflación son esenciales para mantener la precisión de las estimaciones frente a cambios en el poder adquisitivo de la moneda y los precios de mercado". Esta práctica permite a los gestores de proyectos adaptar los presupuestos a la realidad económica vigente, minimizando el riesgo de desviaciones presupuestarias debido a variaciones económicas imprevistas.

Además, la incorporación de contingencias y riesgos en la estimación de costos es crucial para mitigar incertidumbres inherentes a cualquier proyecto (Altahona Quijano, 2009). Las contingencias actúan como reservas financieras destinadas a cubrir costos imprevistos, como cambios en las condiciones del sitio, fluctuaciones en los precios de materiales o retrasos en la entrega de equipos (Mendoza Sánchez, 2022). Según Mendoza Sánchez, (2022) "la gestión efectiva de riesgos incluye la identificación proactiva de amenazas potenciales y la asignación de recursos para responder rápidamente a eventos adversos que podrían afectar el presupuesto y el cronograma del proyecto". Esta preparación permite a los equipos de proyecto adaptarse ágilmente a cambios inesperados y mantener la estabilidad financiera durante la ejecución del proyecto (Mejía C.).

- **Ajustes por inflación y fluctuaciones del mercado**

En proyectos de larga duración o en entornos económicos volátiles, los ajustes por inflación y las fluctuaciones del mercado son consideraciones críticas en la estimación de costos unitarios (Mendoza Sánchez, 2022; Rivas, 2013). Según el Congreso Argentino de Profesores Universitarios de costos celebrado en Santa Rosa, La Pampa 2013 "los ajustes por inflación son necesarios para actualizar los costos unitarios a medida que cambian las condiciones económicas, asegurando que las estimaciones reflejen los costos actuales y no se vean afectadas por la depreciación del valor de la moneda" (p. 324). Esto es especialmente relevante en países con economías inflacionarias donde los precios de materiales y mano de obra pueden variar durante la ejecución del proyecto (Rivas, 2013).

Además, las fluctuaciones del mercado también requieren atención, ya que pueden impactar directamente en los costos de los recursos y materiales necesarios para la realización del proyecto (Altahona Quijano, 2009; Rivas, 2013). Según Mejía C (s.f), "la incorporación de un análisis de sensibilidad que evalúe diferentes escenarios de fluctuación de precios permite a los gestores de proyectos anticipar posibles variaciones en los costos unitarios y desarrollar estrategias de mitigación adecuadas". Esto asegura que los presupuestos sean flexibles y capaces de adaptarse a cambios inesperados en el entorno económico y del mercado (Pech Pérez, & Puc Sánchez, 2008; Rivas, 2013).

- **Incorporación de contingencias y riesgos**

La incorporación de contingencias y riesgos es esencial para mitigar incertidumbres inherentes a cualquier proyecto. Según Altahona Quijano, (2009), "las contingencias son reservas de recursos financieros y temporales destinadas a cubrir costos imprevistos y eventos no planificados que puedan afectar la ejecución del proyecto”. Estas contingencias se basan en análisis de riesgos detallados que identifican y evalúan posibles

amenazas y oportunidades que podrían surgir durante el ciclo de vida del proyecto (Trinidad, 2005; Rivas, 2013).

La gestión efectiva de riesgos implica la implementación de estrategias proactivas para reducir la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos y minimizar su impacto en los costos y la programación del proyecto (Mejía C.). Según Mendoza Sánchez, (2022), "la identificación temprana de riesgos permite a los gestores de proyectos asignar adecuadamente recursos y planificar respuestas estratégicas que protejan la viabilidad financiera y operativa del proyecto". Esto incluye la asignación de reservas específicas para contingencias identificadas, así como el monitoreo continuo de los riesgos a lo largo del proyecto para ajustar las estrategias según sea necesario (Leal, 2005; Rivas, 2013).

Por lo cual, la consideración cuidadosa de ajustes por inflación, fluctuaciones del mercado, contingencias y riesgos en la estimación de costos unitarios no solo mejora la precisión de los presupuestos del proyecto, sino que también fortalece la capacidad de las organizaciones para manejar eficazmente las incertidumbres y variaciones económicas durante la ejecución del mismo (Mejía C.; Rivas, 2013).

5.3.7. Caso de estudio 2: Proyecto

Para este caso de estudio 2, se tomará como ejemplo la construcción de una obra de infraestructura carretera, un camino tipo C, en una zona urbanizada, en la que se identifican algunos arroyos intermitentes. Las características geométricas del Proyecto se describen en la tabla siguiente. Y se muestran en la figura posterior.

Tabla 5. 6.
Características geométricas camino tipo C.

Características geométricas camino tipo C	
Velocidad de proyecto	70 km/h
Pendiente máxima	5 %
Número de carriles	Un carril por sentido
Acotamiento	1.80 m a 1.00 m
Ancho de calzada	7.00 m
Ancho de corona	10.60 m
Ancho de derecho de vía	40 m

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, 2018

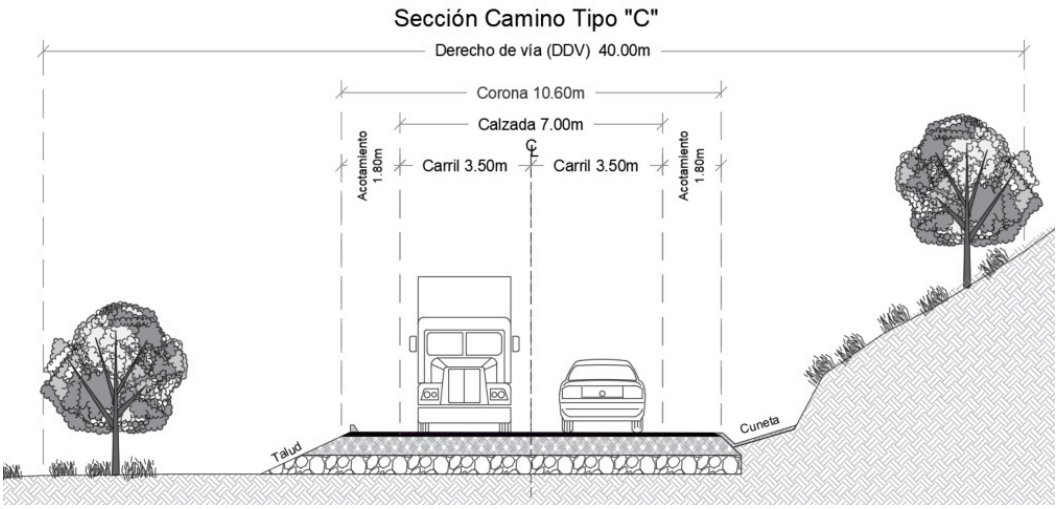


Figura 5. 3.
Sección de camino tipo C
Fuente: Elaboración propia.

La descripción del proceso constructivo de una obra de infraestructura carretera es similar para todos los casos, las variaciones se presentan de acuerdo con las características específicas de cada tipo de camino, en cuestión de volumen de obra, longitudes y anchos, por lo que la siguiente descripción es similar a la descrita en el ejemplo del caso 1.

Descripción del proyecto

Antes de la ejecución del Proyecto Geométrico, es necesario que especialistas en el Proyecto realicen un análisis detallado del mismo. Dicho análisis se clasifica en tres etapas: Selección de ruta, Anteproyecto y Proyecto ejecutivo.

Previo a la ejecución del Proyecto Ejecutivo se requiere de un análisis detallado por un grupo de especialistas, los cuales manejan el Proyecto en tres etapas las cuales son: Selección de la ruta, Anteproyecto y Proyecto Ejecutivo.

- **Selección de la ruta.** Se deberán seleccionar las rutas más convenientes para la construcción del proyecto. Estas rutas darán un mejor costo beneficio, proporcionarán seguridad y cumplirán con la demanda de tránsito diario promedio anual (TDPA) además deberán propiciar a la conservación del medio ambiente.
  Una vez seleccionada la ruta del Proyecto, se debe realizar el levantamiento topográfico del sitio mediante elementos fotogramétricos, para así verificar la hidrología de la zona, el uso de la tierra y se verifica además el alineamiento horizontal y vertical, usando fotografías aéreas y cartas topográficas.
- **Anteproyecto:** En este punto, se deberán realizar los planos del proyecto de acuerdo con la información obtenida en los estudios fotogramétrico, de geotecnia, hidrológicos, ambientales y la liberación del derecho de vía. En el ante proyecto se realizarán los planos de las secciones transversales para determinar los volúmenes de movimientos de terracerías.
- **Proyecto Ejecutivo.** En el proyecto ejecutivo se realiza el levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico y estudio de impacto ambiental.

El estudio topográfico, se encargan de realizar la configuración del terreno natural donde será desplantada la infraestructura carretera. El estudio de mecánica de suelos se encarga de revisar y diseñar el cuerpo de terracerías y el diseño de pavimentos de acuerdo con la capacidad de carga del terreno donde se desplantará la infraestructura carretera. El estudio hidrológico es el encargado de diseñar las obras de drenaje para la descarga de agua que se llegue a presentar en la infraestructura carretera. El estudio de impacto ambiental es el encargado de analizar los impactos ambientales que pueda provocar la construcción de la infraestructura carretera, así como la mejor manera de mitigar dichos impactos ambientales.

Proyecto ejecutivo y estudios preliminares

El proyecto ejecutivo, se integra con diferentes estudios muy importantes para el desarrollo del Proyecto de infraestructura carretera. Estos estudios se describen a continuación:

- **Estudios topográficos.** En estos estudios se obtienen las proyecciones verticales y horizontales, también llamadas altimetría y planimetría respectivamente, los cuales son esenciales para la construcción del Proyecto. Estos estudios se realizan mediante un levantamiento topográfico en el cual se utilizan equipos como la estación total y el nivel fijo. Para realizar el estudio topográfico, se deberán hacer mediciones mediante el seccionamiento del eje del camino a cada 20m, abarcando el derecho de vía y tomando en cuenta puntos críticos, tales como escurrimientos hidrológicos, cuerpos de agua, relieves, desniveles etc. Con los datos obtenidos en este estudio, se comenzará con los trabajos de gabinete, los cuales recopilan los datos obtenidos y se realizan planos que plasman la distribución espacial del terreno, de tal manera que pueda elaborarse el proyecto geométrico, en donde se analizará el volumen de obra, el movimiento de terracerías, corte y excavaciones, obras de drenaje menor y mayor, obras complementarias y subdrenaje (Norma N-PRY-CAR-1-01-001/07).
- **Estudios de geotecnia o mecánica de suelos.** En los estudios de mecánica de suelos, se determina la estratigrafía y se analizan las propiedades geotécnicas del subsuelo en donde se realizará la construcción del Proyecto de infraestructura carretera. Estos estudios determinan la calidad del material que conforma el cuerpo de terraplén y terracerías, se diseñan los pavimentos que serán utilizados en el Proyecto, también en estos estudios se realiza el análisis del grado de inclinación de los taludes tanto para cortes como para terraplenes, además en estos estudios se determinan las características de muros de contención, recomendaciones para desplante de cimentaciones de obras de drenaje menor y mayor, drenes, bancos de materiales para la elaboración de las capas de terracerías y pavimentos.(Norma N-PRY-CAR-1-02-001/19).

  Se realizan tres tipos de estudios de mecánica de suelos In situ, Ensayos en el laboratorio y Ensayos de Auscultación.
  - **Estudios "In situ".** Estos se realizan en el sitio, en los cuales se extraen muestras del suelo mediante varios ensayos como ensayo de penetración estándar, ensayo de penetración estática, ensayo presiométrico, ensayo de carga puntual, ensayo de Molinete y ensayo de Dilatómetro plano Marchetti.
  - **Estudios en el laboratorio.** Estos estudios se deberán realizar en el laboratorio, para evitar la alteración de las muestras de suelo tomadas. Estos estudios permiten conocer las características del suelo en donde se realizará la construcción

de la infraestructura carretera. Los estudios por realizar son: Identificación y estado, tamizado, sedimentación, humedad, densidad, permeabilidad, resistencia de compresión, ensayo Proctor, etc.

- **Estudios de auscultación.** En este estudio se analizan las características del suelo y su comportamiento en un periodo de tiempo durante la fase de construcción del proyecto de infraestructura carretera. Entre los estudios a realizar son Auscultación de tensiones, esfuerzos y empujes, Auscultación de deformaciones y movimientos y control topográfico.

- **Estudios hidráulicos.** En este estudio se realiza el diseño de las obras de drenaje menor y obras de drenaje mayor, usando los datos obtenidos en el estudio topográfico, también se realiza el análisis hidrológico e hidráulico que determinan las características del flujo hidráulico de los causes y escurrimientos que son necesarios para el diseño de alcantarillas, las cuales se diseñan para cubrir las necesidades requeridas. De acuerdo al Manual de Diseño de Obras Hidráulicas M-PRY-CAR-4-01-002), los factores principales que se consideran para el estudio hidráulico son:
  - El área de la cuenca que contribuye al escurrimiento que será manejado por la obra.
  - Las características topográficas y orográficas de la cuenca.
  - El tipo del uso y suelo de la cuenca.
  - El tipo, dimensiones y densidad de la vegetación que existe en la cuenca.
  - La intensidad de lluvia, duración y distribución en espacio y tiempo.
  - Los escurrimientos generados por diversas tormentas que hayan ocurrido históricamente,
  - Los almacenamientos naturales o artificiales que puedan existir en la cuenca.

- **Estudios de impacto ambiental.** En el estudio de impacto ambiental se realiza una valoración de los cambios que puede sufrir el entorno donde se llevará a cabo del Proyecto de infraestructura carretera. Este análisis se realiza el entorno previo a la construcción, durante, después de la construcción del Proyecto de infraestructura carretera y cuando esta se encuentre en operación, con el fin de minimizar los impactos ambientales. Para la elaboración de este estudio, se toma en cuenta la situación actual del entorno, realizando un inventario de especias tanto de flora como de fauna que habitan en el lugar, la hidrología, la calidad de suelos vegetales, la geología del entorno y se analizan los posibles cambios que se presentarán con la construcción de la infraestructura carretera. Posteriormente se analizan las distintas alternativas y acciones que se tendrán para minimizar los impactos negativos que puedan presentarse. También se analizan las posibles acciones a realizar después de la construcción y durante la operación de la infraestructura carretera, con el fin de restaurar el entorno lo más posible a las condiciones ambientales iniciales.

Preparación del sitio

Para la preparación del sitio, se deben realizar algunas acciones de medidas de mitigación ambiental del sitio, se debe realizar la señalización preventiva de la obra, en la cual pueden utilizarse señalamientos de luces LED, que pueden consumir hasta un 50%

menos de energía eléctrica, lo que reduce emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la generación de energía eléctrica. En este punto de preparación del sitio también se debe realizar la instalación de los patios de maniobra, oficinas administrativas móviles, almacenes y baños portátiles.

Las actividades por realizar durante la preparación del sitio son las siguientes:

- **Rescate de flora silvestre.** Para el rescate de flora presente en el sitio de la construcción, se instalan viveros provisionales en los cuales serán llevadas las especies de flora rescatadas, mismas que posteriormente se llevarán al sitio designado por el especialista.

  Antes del desmonte y despalme del sitio, se realiza recorrido por el área de Proyecto, mediante personal especializado que cataloga las especies importantes de flora que son susceptibles para rescatarse y ser trasladados a viveros provisionales, hasta el momento de su reubicación.

  Durante la estancia de las especies de flora en el vivero provisional, se debe de dar un mantenimiento, a las especies de acuerdo con lo indicado por los especialistas es flora, así como el control de plagas y en su caso la propagación en caso de realizarse posteriormente una reforestación

- **Ahuyentado y rescate de fauna silvestre.** En esta actividad se implementan técnicas y recorridos de ahuyentamiento mediante una brigada de especialistas en fauna en los frentes de trabajo, antes del inicio de actividades de los trabajos de construcción, como son el desmonte y despalme, se debe ahuyentar la mayor cantidad de individuos del área del Proyecto, también se rescatan la mayor cantidad posible de individuos de las especies de fauna silvestre, haciendo énfasis en las especies registradas bajo alguna categoría por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran permanecer dentro del área del Proyecto. El desmonte es una actividad que obliga a las especies de fauna silvestre como vertebrados terrestres a desplazarse a sitios cercanos, debido a la presencia del ruido provocado por la maquinaria usado para la construcción y el personal que trabaja en la obra. Los especialistas en fauna realizarán el rescate y resguardo de algunas especies que no sea posible ahuyentar con las maniobras especializadas, dichas especies serán trasladados a hábitats con condiciones ambientales mejores o similares al sitio de rescate que no se sometan a modificaciones en el mediano o largo plazo.

Oficinas administrativas. Para las oficinas administrativas pueden usarse cabinas móviles, que también puede ubicarse en comunidades aledañas a la construcción de la infraestructura carretera, y si no fuera posible, pueden ubicarse dentro del derecho de vía del Proyecto, debido a su movilidad, no requieren de un espacio muy extenso, ya que estas, son casetas muy ligeras montadas en un chasis metálico tipo remolque.

- **Almacenes para los frentes de obra.** El almacén de frente de obra es un sito en el cual se depositarán de manera temporal los materiales a utilizar en la obra como varillas, cal, cemento, materiales para delimitar el derecho de vía, herramienta menor, combustibles, aditivos y en general todo aquello que sean susceptibles de sufrir deterioro, estos podrán situarse dentro del derecho de vía del proyecto

- **Señalización de protección de obra.** Antes de comenzar con los trabajos de construcción, es necesario colocar el señalamiento de protección de obra y elementos de seguridad, estos se colocan de manera provisional, con el fin de dar seguridad al personal que trabajará en la obra y al usuario que circule por las cercanías de la obra. Este señalamiento consiste en colocar señalética de obligación, de peligro y advertencia, señales de auxilio, protección y equipo contra incendios.
- **Replanteo.** Esta actividad se realiza previo a los trabajos de construcción estando a cargo la brigada de topografía, la cual se encarga de la localización física de los puntos que conforman el eje del proyecto, de igual forma se localizarán los puntos, referencias y bancos de nivel, en dado caso de no encontrar estos puntos, se revivirá el eje con estacas a cada 20m y se colocarán nuevas mojoneras de referencias y bancos de nivel; Estos elementos servirán para la localización y desplante de la Infraestructura Carretera.

Etapa de construcción

En esta sección se describen las actividades correspondientes a la etapa de construcción del proyecto, identificando los componentes ambientales que pueden verse afectados y las medidas de mitigación recomendadas. Cada actividad se presenta con una breve descripción, la cual se propone a medida de ejemplo únicamente, también se considera describir los componentes ambientales involucrados y las acciones sugeridas para minimizar impactos negativos durante la ejecución del proyecto.

- **Actividad:** desmonte y despalme
  Componente ambiental afectado: suelo / flora / fauna
  Concepto ambiental: consiste en retirar la capa vegetal, arbustos, árboles y material del terreno natural con maquinaria pesada. Estas acciones pueden afectar el suelo, la cobertura vegetal y la fauna local, generar erosión y sedimentación.
  Medidas de mitigación: manejo cuidadoso de los residuos vegetales, transporte controlado del material a bancos autorizados, protección de la vegetación y fauna cercana, y medidas para estabilizar el suelo y prevenir la erosión.

- **Actividad**: corte y excavación de caja
  Componente ambiental: suelo / flora / fauna
  Concepto ambiental: construcción del cuerpo de terraplén mediante excavación a cielo abierto sobre el terreno natural. Incluye cortes de terreno para taludes y secciones de carretera según niveles determinados por la brigada de topografía. El material producto de las excavaciones se traslada a bancos de tiro autorizados.
  Medidas de mitigación: Transporte controlado del material y mantenimiento de taludes para prevenir erosión y sedimentación.

- **Actividad:** nivelación y compactación al fondo de la excavación
  Componente ambiental: suelo
  Concepto ambiental: colocación de niveles y compactación del terreno mediante maquinaria pesada como vibrocompactador, regando con pipa de agua para lograr compactación del 95% al 100% del peso volumétrico seco máximo.
  Medidas de mitigación: Control del riego y manejo cuidadoso de maquinaria para evitar afectaciones al suelo circundante.

- **Actividad:** construcción del cuerpo de terraplén
  Componente ambiental: suelo
  Concepto ambiental: suministro, tendido y compactación del material para conformar el cuerpo del terraplén. Puede incluir pedraplenes para mayor estabilidad. La compactación en el ejemplo se realiza del 95% al 100% del peso volumétrico seco máximo (pvsm).
  Medidas de mitigación: Control de humectación y compactación, uso de maquinaria pesada con operadores capacitados.

- **Actividad:** construcción de la capa subyacente
  Componente ambiental: suelo
  Concepto ambiental: marcaje y nivelación de la capa subyacente, conformada por material de banco de préstamo. Se suministra y compacta en capas horizontales de hasta 20 cm, con compactación del 95% al 100% del PVSM.
  Medidas de mitigación: Uso de maquinaria pesada y control de espesores y niveles para asegurar estabilidad y minimizar impactos.

- **Actividad:** construcción de la capa subrasante
  Componente ambiental: suelo
  Concepto ambiental: Conformación de la capa subrasante, con niveles dados por topografía, material de banco de préstamo y compactación en capas horizontales de hasta 20 cm, logrando 95%-100% PVSM.
  Medidas de mitigación: Control de suministro, tendido y compactación, y supervisión topográfica constante.

- **Actividad:** construcción de la capa subbase
  Componente ambiental: suelo
  Concepto ambiental: colocación y compactación de la capa subbase con material del banco de préstamo, en capas horizontales de hasta 20 cm, logrando compactación del 95% al 100% PVSM.
  Medidas de mitigación: Supervisión de niveles y espesores para asegurar estabilidad y minimizar erosión.

- **Actividad:** construcción de la capa base
  Componente ambiental: suelo
  Concepto ambiental: conformación de la capa base sobre la subbase, con material de banco de préstamo y compactación de 95%-100% PVSM, en capas horizontales de hasta 20 cm.
  Medidas de mitigación: Control de suministro, tendido y compactación, y supervisión topográfica de niveles.

- **Actividad:** suministro y aplicación de riego de impregnación
  Componente ambiental: suelo / agua
  Concepto ambiental: aplicación de emulsión asfáltica sobre la capa base mediante petrolizadora, seguida de manteado de arena fina para protección.

Medidas de mitigación: aplicación uniforme de emulsión y protección temporal hasta la colocación del pavimento.

- **Actividad:** suministro y aplicación de riego de liga
  Componente ambiental: suelo / pavimento
  Concepto ambiental: riego para adherencia entre la capa base y el pavimento asfáltico mediante pipa petrolizadora con emulsiones de rompimiento rápido o modificadas.
  Medidas de mitigación: barrido previo de la superficie y aplicación controlada para evitar filtraciones y daños al pavimento.

- **Actividad:** construcción de pavimento asfáltico
  Componente ambiental: suelo / aire / agua
  Concepto ambiental: suministro, tendido y compactación de mezcla asfáltica mediante maquinaria especializada (finisher y rodillos), logrando espesor de 5-10 cm y compactación mínima del 95% PVSM.
  Medidas de mitigación: control de emisiones, supervisión de compactación y manejo seguro de maquinaria.

- **Actividad:** construcción de pavimento de concreto hidráulico
  Componente ambiental: suelo / agua / aire
  Concepto ambiental: colocación de losa de concreto hidráulico nivelada por topografía, con vibrado para evitar porosidades y garantizar resistencia.
  Medidas de mitigación: control del suministro de mezcla, compactación adecuada y supervisión de fraguado.

- **Actividad:** obras de drenaje
  Componente ambiental: suelo / agua
  Concepto ambiental: construcción de alcantarillas, tubos y cajones para canalizar escurrimientos naturales bajo el cuerpo de terraplén, según capacidad hidráulica y NAME.
  Medidas de mitigación: supervisión estructural y control de escorrentías durante y después de la obra.

- **Actividad:** construcción de obras complementarias (cunetas, bordillos y lavaderos)
  Componente ambiental: suelo / agua
  Concepto ambiental: estructuras para canalizar aguas pluviales y prevenir encharcamientos en pavimentos rígidos o flexibles, ubicadas según proyecto ejecutivo.
  Medidas de mitigación: ubicación precisa y supervisión de construcción para evitar filtraciones o erosión.

- **Actividad:** colocación de señalamiento horizontal
  Componente ambiental: suelo / pavimento
  Concepto ambiental: aplicación de pintura con microesfera y vialetas sobre la superficie del pavimento terminada mediante maquinaria especializada.

Medidas de mitigación: cumplimiento de especificaciones de proyecto y control de materiales aplicados.

- **Actividad:** colocación de señalamiento vertical
  Componente ambiental: suelo / seguridad vial
  Concepto ambiental: instalación de señales informativas, preventivas y restrictivas, defensas metálicas y fantasmas según proyecto ejecutivo.
  Medidas de mitigación: Cumplimiento de alturas, ángulos y distancias, y cálculo estructural para señales elevadas.

Concluida la señalización, se inicia el desmantelamiento de las instalaciones temporales, retirando estructuras provisionales y residuos, para restablecer el área de trabajo y minimizar los impactos ambientales.

- **Desmantelamiento y abandono de las instalaciones temporales.** Una vez que las actividades de construcción del Proyecto hayan concluido, se deberán desmantelar por completo todas las obras complementarias, tales como almacenes, oficinas, baños portátiles y patios de maniobras. Se deberá tener especial cuidado en los residuos que puedan quedar sobre el suelo natural y remover dichos residuos para evitar una fututa modificación negativa al suelo.
- **Manejo y disposición final de residuos peligrosos.** En la construcción de toda obra civil se debe tomar en cuenta la generación de residuos contaminantes producto del uso de maquinaria y mano de obra. La disposición final de los residuos se manejará de acuerdo con las leyes y reglamentos de protección ecológica. Se utilizarán contenedores con tapa para los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores y estos serán ubicados en los frentes de trabajo, separando dichos residuos en materia orgánica e inorgánica. Para su disposición final, la constructora podrá contratar un servicio privado encargado de la recolección y disposición final, mismos que deberán cumplir con la legislación local.
- **Acciones de rescate y conservación de suelos.** Una vez realiza la limpieza de las zonas afectadas por las obras temporales y la construcción del Proyecto, se procederá a realizar acciones de rescate y conservación de suelos, los cuales consisten en evidenciar el grado de estabilidad de zonas afectadas por el proyecto, para conocer la susceptibilidad del suelo para su revegetación natural. En la tabla 12 se muestran algunas de las acciones para el rescate y conservación de suelos.

Tabla 5. 7.
Acciones para rescate y conservación de suelos.

Acciones para rescate y conservación de suelos
Recuperación y acamellonamiento de suelo producto del despalme
Troceo de residuos vegetales
Adición de abonos verdes
Escarificación del área afectada
Tendido de suelo orgánico acamellonado
Suministro de especímenes designados para la reforestación de áreas, incluye plantación, acarreo de la planta, fertilizante y cajete
Mantenimiento en campo de individuos reforestados

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.8. Ejemplo del desglose de un catálogo de conceptos ambientales para estimación de precios unitarios

A continuación, se presenta un ejemplo de un catálogo de conceptos desglosado por actividades por cada medida de prevención, mitigación y compensación, a fin de que se pueda observar el detalle hasta el cual se puede llegar en la elaboración de un catálogo de conceptos ambientales.

Este ejemplo se centra en el componente "Fauna", detallando las actividades de mitigación necesarias para poder presupuestar cada una de ellas, cuando sea aplicable

Tabla 5.8.
Ejemplo de catálogo de conceptos desglosado por actividades concernientes a las medidas de mitigación y compensación establecidas para un proyecto de infraestructura carretera, sin considerar precios unitarios, para el componente “Fauna”.

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
Ahuyentado de fauna, 5 días previos al inicio del desmonte y durante 26 meses. Incluye una brigada de: 1 biólogo especialista en fauna, 1 médico veterinario, 2 técnicos de fauna y 1 ayudante en general, además de vehículo y todo el equipo, herramientas y materiales requeridos para sus actividades.	Mes			
Rescate y reubicación de fauna, posteriores al desmonte durante 26 meses en total. Incluye una brigada de: 1 biólogo especialista en fauna, 1 veterinario y 1 ayudante en general, además de vehículo y todo el equipo, herramientas y materiales requeridos para sus actividades.	Mes			

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
Reporte mensual de fauna rescatada Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.	reporte			
TOTAL CONSIDERADO SIN IVA				

A continuación, se presenta otros ejemplos de desglose de conceptos ambientales para el componente "Fauna". En este caso, se desglosan los materiales, equipo y personal necesarios para la ejecución de la actividad: “Rescate de Fauna”, “Ahuyentado de Fauna” y “Elaboración de Informe.

Tabla 5.9.

Ejemplo del desglose de un concepto ambiental relacionado al “Rescate de Fauna" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Rescate y reubicación de fauna, posteriores al desmonte durante seis años. Incluye una brigada de: 1 biólogo especialista en fauna, y 1 ayudante en general, además de vehículo y todo el equipo, herramientas y materiales requeridos para sus actividades.					
MATERIALES					
MA R2 15	Bolsa de manta para el manejo de vertebrados tipo Bagger Snake. Consta de dos bolsas de 48” de largo y un marco triangular fabricado en aluminio con una manija.	PZA			
MA R2 04	Guía para la identificación de reptiles y anfibios de la región.	PZA			
MA R2 05	Guía para la identificación de mamíferos.	PZA			
MA R2 06	Guía para la identificación de aves.	PZA			
MA R2 11	Gancho herpetológico, plegable de la longitud total de 39 1/2” a 17 3/4” o estándar de 40”, para manipular serpientes o similares características.	PZA			
	Cubeta 20 l	pza			

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
MA R2 12	Pinza herpetológica de 52” para capturar serpientes sin riesgo de daño para manipulador o el ejemplar, fabricado en aluminio con tenazas de activación manual o similares características.	PZA			
MA R2 16	Contenedor de plástico con capacidad de 80L con tapa para transportar cal o restos orgánicos	PZA			
MA R2 21	Botiquín de primeros auxilios	PZA			
MA R2 22	Kit de sueros faboterápicos (cantil y víbora de cascabel) que contiene 1 frasco con ámpula con liofilizado y 1 ampolleta con 10 mL de diluyente	PZA			
MA R2 23	Kit de sueros faboterápicos (para coralinos) que contiene 1 frasco con ámpula con liofilizado y 1 ampolleta con 10 mL de diluyente	PZA			
	Lona sombra 2 m^2	pza			
MA N1 02	Rollo de cinta de Precaución	pieza			
MA N1 10	Caña modificada para atrapar lagartijas	pieza			
	Carrete de cordón grueso	pza			
Cebo	Cebo	LOTE			
Guantes	Guantes de Carnaza	pieza			
MA N1 07	Red de cuchara	pieza			
MA-112	Paquete de 500 hojas blancas tamaño carta	PZA			
MA-111	Usb 256 gigas	PZA			
MA-110	Carpeta arillo redondo Wilson Jones blanca 3”	PZA			
	Tiras de aluminio de aproximadamente un metro de largo y 50 cm de ancho	pza			
SUBTOTAL:	MATERIALES				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-01	Especialista en Fauna Silvestre	Jor			
	Médico Veterinario	Jor			
	Técnico en Fauna	Jor			
MO AYU	Ayudante General	Jor			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQ-TRAMPA-01	Trampas tipo Tomahawk para captura de mamíferos como perros, coyotes, zorras, etc., o de iguales o similares características	HR			
EQ-TRAMPA-02	Trampa tipo Tomahawk para captura de mamíferos como conejos, tlacuaches, etc.	HR			
EQ-CANON-SX70	Cámara CANON Powershot SX70 HS / 20.3MP Zoom óptico 65X	HR			
GPS-001	EQUIPO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	Hor			
EQZ75-ALV	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA	HR			
EQ-01-E	Computadora (Laptop)	HR			
EQ-02	Impresora Láser a Color	HR			
%MO1	Herramienta Menor	%			
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	%			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO	**(A+B+C+E+G+CA)**				

Tabla 5.10.

Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Ahuyentado de Fauna" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Ahuyentado de fauna, 5 días previos al inicio del desmonte y durante 16 meses (periodo estimado para el desmonte y despalme, que se realizará por tramos). Incluye una brigada de: 1 biólogo especialista en fauna, 1 médico veterinario y 1 ayudante en general, además de vehículo y todo el equipo, herramientas y materiales requeridos para sus actividades.					
MATERIALES					
MEGAFONO	IV. Megáfono Parlante con entrada USB de 250W recargable	Pieza			
MA R2 04	Guía para la identificación de reptiles y anfibios de la región.	Pieza			
MA R2 05	Guía para la identificación de mamíferos.	Pieza			
MA R2 06	Guía para la identificación de aves.	Pieza			
MA R2 11	Gancho herpetológico, plegable de la longitud total de 39 1/2" a 17 3/4" o estándar de 40", para manipular serpientes o similares características.	Pieza			
MA R2 12	Pinza herpetológica de 52" para capturar serpientes sin riesgo de daño para manipulador o el ejemplar, fabricado en aluminio con tenazas de activación manual o similares características.	Pieza			

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario		Cantidad	Importe
MA R2 13	Lazo con brazo extensor (sujetadores de perros y gatos), mango de goma durable con una longitud de 60" que permite sostenerlo de cualquier ángulo, con un lazo de alambre recocido en el extremo y el poste de aluminio o similares características.	Pieza				
MA R2 15	Bolsa de manta para el manejo de vertebrados tipo Bagger Snake. Consta de dos bolsas de 48" de largo y un marco triangular fabricado en aluminio con una manija.	Pieza				
MA R2 16	Contenedor de plástico con capacidad de 80L con tapa para transportar cal o restos orgánicos	Pieza				
MA R2 17	Contenedor de plástico transparente con tapa y ventilación para transportar fauna.	Pieza				
MA R2 18	Kit de herramientas para llevar a cabo el entierro sanitario de restos animales, que contenga pico, pala, cal necesaria y azadón.	Pieza				
MA R2 20	Cañón gas propano con carga de gas permanente	Pieza				
MA R2 21	Botiquín de primeros auxilios	Pieza				
MA R2 22	Kit de sueros faboterápicos (cantil y víbora de cascabel) que contiene 1 frasco con ámpula con liofilizado y 1 ampolleta con 10 mL de diluyente	Pieza				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario		Cantidad	Importe
MA R2 23	Kit de sueros faboterápicos (para coralinos) que contiene 1 frasco con ámpula con liofilizado y 1 ampolleta con 10 mL de diluyente	Pieza				
MA-112	Paquete de 500 hojas blancas tamaño carta	Pieza				
MA-111	DVD+R Verbatim Bulk Wrap 4.7GB	Pieza				
MA-110	Carpeta arillo redondo Wilson Jones blanca 3"	PZA				
SUBTOTAL:	MATERIALES					
MANO DE OBRA						
	Médico Veterinario	Jornada				
	Técnico en Fauna	Jornada				
MO-ETE-SEL-01	Especialista en Fauna Silvestre	Jornada				
MO AYU	Ayudante General	Jornada				
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA					
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQ-CANON-SX70	Cámara CANON Powershot SX70 HS / 20.3MP Zoom óptico 65X	Hora				
GPS-001	EQUIPO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	Hora				
EQZ75-ALV	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA	Hora				
EQ-01-E	Computadora (Laptop)	Hora				
EQ-02	Impresora Láser a Color	Hora				
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje				
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje				
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA					
	(A) COSTO DIRECTO					

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

Tabla 5.11.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado a la “Elaboración del Informe Mensual del Rescate Fauna" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Informe mensual de rescate Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.					
MATERIALES					
	Paquete de 500 hojas blancas tamaño carta	Pieza			
	Usb 128 gigas	Pieza			
	Carpeta arillo redondo Wilson Jones blanca 3"	Pieza			
SUBTOTAL:	**MATERIALES**				
MANO DE OBRA					
	Supervisor Ambiental	Jornada			
	Ayudante general especializado (2)	Pieza			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	Computadora (Laptop)	Hora			
	Impresora Láser a Color	Hora			
	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA	Hora			
	EQUIPO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	Hora			
	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
	Herramienta Menor	Porcentaje			
	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:					
SUBTOTAL:	**EQUIPO Y HERRAMIENTA**				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	(CA) SFP = [H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

En seguimiento a lo anterior a continuación, se toma como referencia el componente "Flora" para ejemplificar las actividades de mitigación pertinentes. El objetivo posterior es cuantificar y presupuestar cada una de estas actividades, según corresponda.

Tabla 5.12.
Ejemplo de catálogo de conceptos desglosado por actividades concernientes a las medidas de mitigación y compensación establecidas para un proyecto de infraestructura carretera, sin considerar precios unitarios, para el componente "Flora".

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
Recorrido y delimitación de las áreas afectadas, así como marcaje de los individuos a rescatar y/o para colectar el germoplasma. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.	Mes			
Rescate de individuos y de germoplasma que inicia previamente y durante el desmonte, así como colectas de germoplasma posteriores para asegurar la continua producción de planta. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.	Mes			
Construcción y habilitación del vivero temporal y área de acondicionamiento temporal para las plantas provenientes del rescate. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.	Habilitación			
Mantenimiento de plantas en el vivero y el área de acondicionamiento temporal, resguardo de ejemplares rescatados, propagación de individuos para reforestación y reposición, riego, control de plagas y enfermedades y monitoreo en vivero. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.	Servicio			
Visita de seguimiento y reporte final de flora. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.	visita			
IMPORTE TOTAL SIN IVA				

Tabla 5.13.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Recorrido y Delimitación de Áreas Afectadas y Marcaje de Individuos de Flora a Rescatar" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad..

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Recorrido y delimitación de las áreas afectadas, así como marcaje de los individuos a rescatar y/o para colectar el germoplasma. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.					
MATERIALES					
Bitacora	Bitácora de obra	Pieza			
Aerosol	Pintura en Aerosol	Pieza			
INSUMO 06	Flexómetro	Pieza			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-02	Especialista en Vegetación	Jornada			
MO-CUA-2A	Cuadrilla de 2 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	Camioneta pick UP4X4	Hora			
GPS-001	Equipo de posicionamiento global	Hora			
EQ-CAMARA-02	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Seguridad	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP = [H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

Tabla 5.14.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Rescate de Flora y Germoplasma" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Rescate de individuos y de germoplasma que inicia previamente y durante el desmonte, así como colectas de germoplasma posteriores para asegurar la continua producción de planta vigorosa. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.					
MATERIALES					
Alambre G	Alambre Galvanizado	Kg			
Azufre	Azufre en polvo	Kg			
Barreta	Barreta	Pieza			
Bitácora	Bitácora de obra	Pieza			
Bolsa	Bolsa de 20x10	Kg			
Bolsa Tela	Bolsa de Tela (Yute)	Pieza			
Caja cartón	Caja de cartón	Pieza			
Carretilla	Carretilla	Pieza			
Cloro	Cloro	LT			
Costal	Costal	Pieza			
Criba	Criba para Huerto	Pieza			
Cubeta	Cubeta de plástico	Pieza			
Cuerda	Cuerda	Pieza			
Radix	Enraizador Radix 10,000	Kg			

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Etiqueta	Etiqueta	Pieza			
Guantes	Guantes de Carnaza	Pieza			
Machete	Machete	Pieza			
Pala	Pala	Pieza			
Pico	Pico	Pieza			
Tijeras	Tijeras de poda	Pieza			
Mallasombra	Mallasombra	m2			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-02	Especialista en Vegetación	Jornada			
MO-CUA-8A	Cuadrilla de 4 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	Camioneta pick UP4X4	Hora			
EQ3.5	Camioneta de 3.5 TON	Hora			
GPS-001	Equipo de posicionamiento global	Hora			
EQ-CAMARA-02	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Seguridad	porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP = [H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

Tabla 5.15.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado a la “Habilitación del Vivero Temporal" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Construcción y habilitación del vivero temporal y área de acondicionamiento temporal para las plantas provenientes del rescate. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.					
MATERIALES					
Malla	Malla gallinera hexagonal galvanizada, Cal 20. Ab. 50mm. En rollo de 45 metros.	Rollo			
Alambre 14	Alambre Galvanizado Cal. 14	Kg			
Polín 2.5	Polín de madera de tercera de 3.25 x 3.25 " x 2.49 cm de alto	Pieza			
Mallasombra	Mallasombra	m2			
FC 150	Concreto premezclado C-A, F'c= 150 Kg/cm2	m3			
Kit conexión	Kit de conexiones hidráulicas	Kit			
Cisterna10	Tanque Cisterna de 5,000 litros	Pieza			
Bomba 5	Bomba de gasolina de 5 hp	Pieza			
Agroquímico	Agroquímicos (Activador metabólico, fertilizante foliar, fertilizante al sustrato e insecticida)	Lote			
Pre Mesa	Mesa de Madera Prefabricada	Pieza			
Pre Estructura	Estructura de madera para zona de germinado	Pieza			
Plástico	Plástico Traslucido	Rollo			

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Lamina	Lámina Galvanizada acanalada	Pieza			
Pre Almacén	Almacén Prefabricado de lámina	Pieza			
Pre PTE	Estructura de PTR y monten para cobertizo	LOTE			
Pala	Pala	Pieza			
Pico	Pico	Pieza			
Barreta	Barreta	Pieza			
Carretilla	Carretilla	Pieza			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
MO-CUA-6A	Cuadrilla de 4 Ayudantes Generales	Jornada			
MO-ETE-SEL-02	Especialista en Vegetación	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	Camioneta pick up 4X4	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Seguridad	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP = [H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

Tabla 5.16.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Mantenimiento de Plantas Rescatadas en Vivero" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Mantenimiento de plantas en el vivero y el área de acondicionamiento temporal, resguardo de ejemplares rescatados, propagación de individuos para reforestación y reposición, riego, control de plagas y enfermedades y monitoreo en vivero					
MATERIALES					
Foliar	Fertilizante Foliar	Lote			
Granulado	Fertilizante Granulado en Bulto de 50Kg	Bulto			
Agrolita	Agrolita en costal de 13.5 Kilogramos	Bulto			
Vermiculita	Vermiculita en costal de 10 Kilogramos	Bulto			
Peat Moss	Peat Moss de 25 Kilos	Bulto			
Fungimycin500	Fungimycin 500	Kg			
Costal	Costal	Pieza			
Bolsa P	Bolsa de Polietileno negro	Pieza			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-02	Especialista en Vegetación	Jornada			
MO-CUA-2A	Cuadrilla de 2 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	CAMIONETA PICK UP4X4	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	%			
%MO3	Materiales Menores	%			
%MO5	Equipo de Seguridad	%			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

Tabla 5.17.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Elaboración del Reporte Final sobre el Rescate de Flora" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Visita de seguimiento y reporte final de flora. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.					
MATERIALES					
	Paquete de 500 hojas blancas tamaño carta	Pieza			
	Usb 128 gigas	Pieza			
	Carpeta arillo redondo Wilson Jones blanca 3"	Pieza			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
	Supervisor Ambiental	Jornada			
	Ayudante general especializado (2)				
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
	Computadora (Laptop)	Hora			
	Impresora Láser a Color	Hora			

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA	Hora			
	EQUIPO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	Hora			
	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
	Herramienta Menor	Porcentaje			
	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:					
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

Siguiendo con la secuencia, el componente "Suelo" se utiliza ahora como referencia para ejemplificar las actividades de mitigación pertinentes. El objetivo subsecuente será cuantificar y presupuestar cada una de estas acciones, según corresponda.

Tabla 5.18.
Ejemplo de catálogo de conceptos desglosado por actividades concernientes a las medidas de mitigación y compensación establecidas para un proyecto de infraestructura carretera, sin considerar precios unitarios, para el componente "Suelo".

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad
Recuperación y acamellonamiento de suelo producto del despalme. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).	m3			
Troceo de los residuos vegetales. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).	m2			
Adición de abonos verdes. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).	Hectárea			
Colecta de hojarasca o mantillo manualmente. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).	Hectárea			
Escarificación del área afectada. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).	Hectárea			
Tendido del suelo orgánico acamellonado. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).	Hectárea			
Muestreo de agua de los cauces atravesados por el proyecto. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).	Servicio			
Recorrido en el transecto de los cauces atravesados por el Proyecto para elaboración de reporte fonal. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).	Servicio			
Limpieza de cauces y márgenes. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).	Servicio			
TOTAL, DEL PRESUPUESTO MOSTRADO SIN IVA				

Tabla 5.19.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Rescate y Acamellonado del Suelo" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Recuperación y acamellonamiento de suelo producto del despalme. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).					
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-03	Especialista en Restauración de Suelos	Jornada			
MO-CUA-4A	Cuadrilla de 4 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	Camioneta pick up doble cabina	Hora			
EQ-CAMARA-02	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
EQ-RADIO	EQUIPO DE COMUNICACION RADIO MOTOROLA	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

Tabla 5. 20.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Troceo de Residuos Vegetales" a utilizar para el mejoramiento del suelo para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Troceo de los residuos vegetales. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).					
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-03	Especialista en Restauración de Suelos	Jornada			
MO-CUA-3A	Cuadrilla de 3 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQ DESB	Desbrozadora	Hora			
EQZ75-ALV	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA	Hora			
EQ-CAMARA-02	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
EQ-RADIO	EQUIPO DE COMUNICACION RADIO MOTOROLA	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

Tabla 5. 21.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado a la “adición de abonos verdes" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Adición de abonos verdes. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).					
MATERIALES					
Semilla T01	Semilla	Ton			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-03	Especialista en Restauración de Suelos	Jornada			
MO-CUA-3A	Cuadrilla de 3 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	Camioneta pick up doble cabina	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)					

Tabla 5. 22.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Colecta de Hojarasca" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Colecta de hojarasca o mantillo manualmente. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).					
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-03	Especialista en Restauración de Suelos	Jornada			
MO-CUA-4A	Cuadrilla de 4 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	Camioneta pick up doble cabina	Hora			
EQ3.5	Camioneta de 3.5 TON	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
	PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)				

Tabla 6. 23.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Escarificación de Superficies Afectadas" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Escarificación del área afectada. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).					
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-03	Especialista en Restauración de Suelos	Jornada			
MO-CUA-4A	Cuadrilla de 4 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQVAP	Vibrocompactador VAP 70	Hora			
EQZ75-ALV	Camioneta pick up doble cabina	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
	PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)				

Tabla 5. 24.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Tendido de Suelo Rescatado y Acamellonado" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Tendido del suelo orgánico acamellonado. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).					
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-03	Especialista en Restauración de Suelos	Jornada			
MO-CUA-3A	Cuadrilla de 3 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA	Hora			

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
GPS-001	EQUIPO DE POSICIONAMIEN-TO GLOBAL	Hora			
EQ-CAMARA-02	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
	PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)				

Tabla 5.25.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Muestreo de Agua" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Muestreo de agua de los cauces atravesados por el proyecto. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).					
MATERIALES					
MUESTRA 1	Prueba para Sedimentos Totales				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
MUESTRA 2	Prueba para Coliformes Totales				
MUESTRA 3	Prueba para determinar Grasas y Aceites	Prueba			
MUESTRA 4	Prueba para determinar Sólidos Totales	Prueba			
MUESTRA 5	Prueba para determinar Sólidos Suspendidos	Prueba			
FQ-007	Hidrocarburos Totales	Muestra			
MA-MUESTRA-12	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5) TOTAL	Muestra			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-06	Especialista en Hidrología	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	Camioneta pick up doble cabina	Hora			
GPS-001	Equipo de posicionamiento global	Hora			
EQ-CAMARA-02	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
EQ-SONDA	Medidor Multiparamétrico de pH pH/ORP, CE, OD, sonda 20 metros de cable, maletín de transporte, 115V. Marca Hanna	Hora			
Datalogger	Probador de Calidad de agua y suelo con registro de datos (Water Level Logger)	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
	PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)				

Tabla 5.26.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado al “Elaboración del Reporte Final sobre el Rescate de Suelo y Protección de Cauces" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Recorrido en el transecto de los cauces atravesados por el Proyecto para elaboración de reporte final. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).					
MATERIALES					
MA-110	Carpeta arillo redondo Wilson Jones blanca 3"	Pieza			
MA-111	Usb 256 g	Pieza			
MA-112	Paquete de 500 hojas blancas tamaño carta	Pieza			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-06	Especialista en Hidrología	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
EQZ75-ALV	Camioneta pick up doble cabina	Hora			
GPS-001	Equipo de posicionamiento global	Hora			
EQ-CAMARA-02	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
EQ-01-E	Computadora (Laptop)	Hora			
EQ-02	Impresora Láser a Color	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
	PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)				

Tabla 5.27.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado la “Limpieza de Cauces y Márgenes" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Limpieza de cauces y márgenes. (Incluye mano de obra, herramientas, equipo y materiales).					
MANO DE OBRA					
MO-ETE-SEL-04	Especialista en Gestión de Residuos	Jornada			
MO-CUA-4A	Cuadrilla de 4 Ayudantes Generales	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
EQZ75-ALV	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA	Hora			
GPS-001	EQUIPO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	Hora			
EQ-CAMARA-02	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
%MO1	Herramienta Menor	Porcentaje			
%MO3	Materiales Menores	Porcentaje			
%MO5	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
	PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)				

Siguiendo el proceso, se toma la “Vigilancia Ambiental" como ejemplo para detallar las actividades de seguimiento y monitoreo que se deben considerar en el catálogo de conceptos. Posteriormente, se procederá a cuantificar y presupuestar cada una según corresponda.

Tabla 5.28.
Ejemplo de catálogo de conceptos desglosado por actividades concernientes a las medidas de mitigación y compensación establecidas para un proyecto de infraestructura carretera, sin considerar precios unitarios, para la vigilancia y seguimiento ambiental.

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Implementación del Programa de vigilancia Ambiental durante la construcción del Proyecto y ejecución de las acciones de protección y conservación para la flora, fauna, suelo y agua Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.	Mes			
Seguimiento a las actividades de los programas correspondientes durante cinco años, una visita cada tres meses. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.	visita			
Informe del reporte semestral de SEMARNAT	Informe			
TOTAL DEL PRESUPUESTO MOSTRADO SIN IVA:				

Tabla 5.29.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado a la “Elaboración del Informe Semestral de Cumplimiento Ambiental" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Informe del reporte semestral de SEMARNAT Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.					
MATERIALES					
	Paquete de 500 hojas blancas tamaño carta	Pieza			
	Usb 128 gigas	Pieza			
	Carpeta arillo redondo Wilson Jones blanca 3"	Pieza			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
	Supervisor Ambiental	Jornada			
	Ayudante general especializado (2)				
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
	Computadora (Laptop)	Hora			
	Impresora Láser a Color	Hora			
	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA	Hora			
	EQUIPO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	Hora			
	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
	Herramienta Menor	Porcentaje			
	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:					
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO	**(A+B+C+E+G+CA)**				

Tabla 5.30.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado relacionado la “Implementación del Programa de Vigilancia Ambiental" para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Implementación del Programa de vigilancia ambiental durante la construcción del Proyecto y ejecución de las acciones de protección y conservación para la flora, fauna, suelo y agua. Incluye: presencia diaria del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.					
MATERIALES					
	Paquete de 500 hojas blancas tamaño carta	Pieza			
	USB	Pieza			
	Carpeta arillo redondo Wilson Jones blanca 3"	Pieza			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
	Supervisor Ambiental	Jornada			
	Ayudante General (2)	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	Computadora (Laptop)	Hora			
	Impresora Láser a Color	Hora			
	Camioneta pick up doble cabina	Hora			
	Equipo de posicionamiento global	Hora			
	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
	Herramienta Menor	Porcentaje			
	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
PRECIO UNITARIO	(A+B+C+E+G+CA)				

Tabla 5.31.
Ejemplo de concepto ambiental desglosado para llevar a cabo la “Vigilancia y monitoreo ambiental " para un proyecto de infraestructura carretera, especificando los requerimientos de materiales, equipo y recursos humanos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Vigilancia y monitoreo ambiental durante la construcción del Proyecto. Incluye: recorridos semanales de dos días del personal técnico, elaboración de reporte mensual, vehículo, equipo y materiales.					
MATERIALES					
	Paquete de 500 hojas blancas tamaño carta	Pieza			
	Usb 256 g	Pieza			
	Carpeta arillo redondo Wilson Jones blanca 3"	Pieza			
SUBTOTAL:	MATERIALES				
MANO DE OBRA					
	Supervisor Ambiental	Jornada			
	Ayudante General	Jornada			
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
	Computadora (Laptop)	Hora			
	Impresora Láser a Color	Hora			
	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA	Hora			
	EQUIPO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	Hora			
	Cámara Fotográfica y de video con posicionamiento georeferenciado	Hora			
	Herramienta Menor	Porcentaje			
	Equipo de Protección Personal (EPP)	Porcentaje			
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	(A) COSTO DIRECTO				
	(B) INDIRECTO OFICINA CENTRAL				

Código	Concepto	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
	(C) INDIRECTO DE CAMPO				
	INDIRECTO TOTAL				
	(D) SUBTOTAL (A+B+C)				
	(E) FINANCIAMIENTO				
	(F) SUBTOTAL2 (D+E)				
	(G) UTILIDAD				
	(H) SUBTOTAL (F+G)				
	CARGOS ADICIONALES				
	(CA) SFP =[H / (1-0.005) - H]				
	PRECIO UNITARIO (A+B+C+E+G+CA)				

Lo anterior se puede detallar en un estudio específico que normalmente solicita la autoridad ambiental denominado Estudio Técnico Justificativo, con el objeto de que sirva como referencia para definir el monto de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones en materia de impacto ambiental, y atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones. Lo que se sustenta en los Artículos 51 y 52 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

5.4. Revisión de SEMARNAT y establecimiento de condicionantes (Catálogo aprobado de conceptos ambientales)

Estos programas y estudios específicos parte de la estrategia de mitigación se revisan por parte de la autoridad competente en este caso SEMARNAT y emite un resolutivo para su autorización o en su caso solicita información complementaria de estos.

Un resolutivo de SEMARNAT es el documento oficial que emite la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para comunicar la decisión sobre un procedimiento ambiental que se haya presentado ante ella, como una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) u otros estudios y programas ambientales.

En términos prácticos, el resolutivo:

- Aprueba o condiciona un proyecto: Puede ser una aprobación total, una aprobación condicionada con medidas específicas que el promovente debe cumplir, o una negativa si no se cumplen los requisitos.
- Incluye condicionantes: Si el proyecto es aprobado con condiciones, el resolutivo detalla las “condicionantes” que son todas las acciones, programas o medidas

ambientales que se deben implementar y/o ajustar durante la construcción y operación del proyecto.
- Tiene valor legal: Es un documento vinculante; no cumplir con lo que ahí se indica puede derivar en sanciones o la suspensión del proyecto.
- Sirve como base para otros documentos: Por ejemplo, los programas de mitigación, el Catálogo de Conceptos Ambientales y los reportes de seguimiento deben alinearse con el resolutivo de SEMARNAT.

Dicho catálogo puede presentarse únicamente como un listado técnico-descriptivo de conceptos ambientales, o bien, complementarse con la cuantificación económica de cada medida a través de análisis de precios unitarios, según los requerimientos específicos del proyecto y las disposiciones normativas o contractuales aplicables.

Finalmente, cuando se requiere su integración económica, las acciones propuestas en materia ambiental se cuantifican en software de análisis de precios unitarios y presupuestos, utilizado en este caso para la estimación de costos asociados a medidas y programas ambientales, permitiendo su incorporación directa en el catálogo de conceptos ambientales y asegurando que todas las medidas y acciones estén respaldadas por evidencia técnica y cumplan con los requisitos legales y financieros del proyecto.

5.4.1. Preparación de presupuestos detallados

El catálogo de conceptos ambientales con análisis de precios unitarios es una herramienta que permite integrar los costos ambientales de manera clara dentro del presupuesto de obra. Esto resulta muy útil en licitaciones y presentaciones de proyectos, ya que:

- Facilita mostrar de manera transparente y detallada los costos asociados a la gestión ambiental, como manejo de residuos, uso de materiales sostenibles o restauración de áreas afectadas.
- Permite que los evaluadores o clientes comprendan el valor agregado de la sostenibilidad, mostrando que el proyecto cumple con la normativa vigente y las mejores prácticas ambientales.
- Ayuda a planificar y controlar el proyecto, ya que los precios unitarios permiten calcular el costo total y prever recursos necesarios.
- Refuerza la presentación profesional del proyecto, demostrando responsabilidad, competitividad y compromiso con el medio ambiente.

Por lo que, un catálogo de conceptos ambientales no solo sirve para presupuestar, sino también para posicionar el proyecto de manera competitiva y sostenible en licitaciones o presentaciones.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones y recomendaciones

La investigación y análisis del estado actual de la infraestructura carretera proporciona una base esencial para la elaboración del catálogo de conceptos ambientales con especicaciones técnicas. La revisión de antecedentes revela la evolución de las normativas y prácticas ambientales, estableciendo un contexto histórico crucial para el desarrollo del catálogo. La introducción aclara la necesidad de un catálogo que integre tanto especificaciones técnicas como consideraciones ambientales, alineándose con las mejores prácticas y regulaciones vigentes. El objetivo general mencionado tiene como fin servir de guía para la elaboración del catálogo de conceptos que abarque todos los aspectos relevantes de infraestructura carretera, mientras que los objetivos particulares detallan cómo alcanzar este objetivo, incluyendo la identificación de requisitos normativos y la evaluación de prácticas actuales.

El manual propuesto busca guiar a los usuarios en la integración de conceptos ambientales en el catálogo de especificaciones técnicas para la ejecución de proyectos viales. Facilita la incorporación de consideraciones ambientales desde las fases de planificación hasta la ejecución, garantizando así que las obras sean eficientes, seguras y respetuosas con el medio ambiente.

Por ende, lo que se busca con este manual es ilustrar a manera de guía al usuario para que pueda realizar la integración de los conceptos ambientales en un catálogo de conceptos para la ejecución de una obra de infraestructura carretera siendo más amigable con el medio ambienté. El manual sirve como una guía integral para la elaboración del catálogo, facilitando la integración de especificaciones técnicas y prácticas ambientales para asegurar la sostenibilidad y el cumplimiento normativo en proyectos de infraestructura carretera.

Este manual está dirigido a la industria de la construcción, organismos públicos, consultores ambientales, organismos gubernamentales y no gubernamentales (ONGs), organizaciones civiles, entre oros; esto con el fin de ayudar al análisis los conceptos de obra dando un enfoque ambienta para el desarrollo de ciertas actividades durante la ejecución de esta.

Recomendaciones

Para mejorar la gestión ambiental en la infraestructura carretera, es fundamental desarrollar un catálogo de conceptos ambientales que incluya especificaciones técnicas detalladas. Este catálogo debe ser exhaustivo, abarcando todas las variables ambientales relevantes y siendo adaptable a diferentes tipos de proyectos y condiciones locales.

Se recomiendan los siguientes puntos sobre el capítulo:

1. **Actualización de Antecedentes:** Es fundamental mantener una revisión continua y actualizada de los antecedentes históricos y normativos relacionados con la gestión ambiental en la infraestructura carretera. Esto asegura que el catálogo de conceptos ambientales refleje las últimas regulaciones y mejores prácticas, adaptándose a los cambios en las normativas y tendencias en sostenibilidad. consultar el manual previo a la ejecución de los estudios y proyectos de infraestructura carretera, con la finalidad de apoyarse para la integración del catálogo de conceptos y el programa de obra.
2. **Guía Metodológica desde la planeación del proyecto:** Utilice el manual como una guía metodológica a para la creación del catálogo de conceptos que consiste en integrar las especificaciones del catálogo en las fases de planificación y diseño de proyectos asegurará que las prácticas ambientales recomendadas sean adoptadas desde el inicio. Además, se deben desarrollar mecanismos de monitoreo y evaluación para verificar el cumplimiento de las especificaciones durante la ejecución de los proyectos, permitiendo ajustes y correcciones según sea necesario.
3. **Evaluación y Mejora Continua:** Implemente un proceso de evaluación y mejora continua para el manual. Esto implica revisar periódicamente el manual para identificar áreas de mejora y actualizar los contenidos en función de nuevas regulaciones y avances en tecnología y prácticas ambientales.
4. **Capacitación y Comunicación:** Asegúrese de proporcionar capacitación adecuada a los equipos involucrados en la elaboración y uso del catálogo. La capacitación y formación de profesionales involucrados en proyectos viales es igualmente importante; deben estar bien informados sobre cómo aplicar el catálogo y la relevancia de sus directrices para una gestión efectiva. La comunicación efectiva entre los diferentes actores del proyecto es clave para asegurar que todos comprendan y apliquen correctamente los conceptos y especificaciones ambientales contenidos en este manual.

Conclusiones y recomendaciones capítulo 1

En México, históricamente, los proyectos de infraestructura carretera se han enfocado principalmente en aspectos técnicos y económicos, con una atención limitada a los impactos ambientales asociados a su construcción. Esta tendencia ha resultado en efectos negativos significativos sobre los ecosistemas y las comunidades locales, evidenciando la necesidad de integrar de manera más contundente la gestión ambiental en el desarrollo de estos proyectos.

El análisis de la legislación ambiental mexicana muestra una evolución significativa en el marco regulatorio relacionado con los proyectos viales. Los antecedentes históricos

destacan cómo las normativas ambientales han evolucionado desde regulaciones básicas hasta sistemas más rigurosos y detallados, reflejando una creciente conciencia y responsabilidad hacia los impactos ambientales. Este progreso subraya la importancia de adaptar continuamente las regulaciones para enfrentar los desafíos ambientales actuales en el país.

La regulación ambiental ha avanzado considerablemente, incorporando requisitos más específicos que aseguran una planificación y ejecución más consciente del medio ambiente en los proyectos carreteros. Esta evolución normativa es esencial para abordar de manera efectiva los impactos ambientales en México.

Los instrumentos clave en la evaluación ambiental, como la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y el procedimiento para la Solicitud de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, juegan un papel crucial en la gestión de los impactos ambientales de los proyectos viales en México. Estos mecanismos permiten una evaluación minuciosa que detecta los daños potenciales y facilita la implementación de medidas de mitigación necesarias para proteger los recursos naturales.

La Evaluación del Impacto Ambiental es un proceso crítico en México para identificar, prever y mitigar los efectos adversos de los proyectos de infraestructura carretera. Este procedimiento asegura que los proyectos cumplan con las normativas legales y reduzcan su impacto ambiental de manera efectiva.

Por otro lado, la Solicitud de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales es igualmente importante, ya que regula la modificación del uso del suelo forestal en proyectos viales. Este proceso garantiza que el cambio se realice de manera controlada y que se implementen medidas adecuadas para la protección de los recursos forestales.

Recomendaciones

1. **Reforzar la Legislación Ambiental en México:** Reforzar la Legislación Ambiental en México: Continuar fortaleciendo la legislación ambiental para que se mantenga actualizada con los estándares internacionales y refleje los últimos avances en conocimientos y tecnologías ambientales aplicables en el contexto mexicano.
2. **Actualizar procedimientos nacionales** Realizar revisiones periódicas de los procedimientos para la evaluación del impacto ambiental y la solicitud de cambio de uso de suelo en México, incorporando los últimos avances en prácticas y tecnologías ambientales relevantes para el país, incluyendo nuevas metodologías de evaluación, herramientas tecnológicas avanzadas y enfoques innovadores para la mitigación de impactos. La actualización debe basarse en experiencias previas, así como en estudios recientes que evidencien la efectividad de diferentes técnicas y estrategias.
3. **Capacitar a profesionales en México:** Implementar programas de formación continua para profesionales encargados de realizar la evaluación ambiental y la gestión del cambio de uso de suelo es esencial para asegurar la correcta aplicación de las regulaciones y la adopción de las mejores prácticas. Estos programas de capacitación deben abarcar no solo aspectos técnicos y normativos, sino también enfoques prácticos y estudios de caso que permitan a los profesionales aplicar los conocimientos adquiridos en contextos reales. La formación debe ser accesible y actualizada para reflejar las últimas tendencias y desafíos en el campo de la gestión ambiental.

4. **Fortalecer el monitoreo y cumplimiento en México:** Establecer mecanismos rigurosos para el monitoreo y cumplimiento de las medidas de mitigación y las condiciones establecidas en las evaluaciones ambientales para asegurar que las regulaciones se cumplan durante toda la fase de ejecución del proyecto. Esto implica la creación de sistemas de monitoreo ambiental que proporcionen datos en tiempo real sobre el impacto de los proyectos y que permitan realizar ajustes necesarios para mitigar efectos negativos. Además, se deben realizar auditorías y revisiones periódicas para garantizar que se mantenga el cumplimiento y se adopten medidas correctivas cuando sea necesario.

Conclusiones y recomendaciones capítulo 2

El capítulo 2 se centra en proporcionar una definición de los elementos que componen un proyecto de infraestructura carretera, desde los estudios preliminares hasta la ejecución y mantenimiento de la obra. Se basa en la normativa vigente aplicable para asegurar que todos los aspectos, desde la planificación hasta la construcción y el mantenimiento, cumplan con los requisitos ambientales establecidos.

El manual no solo ofrece definiciones y procedimientos constructivos detallados, sino que también incluye un análisis integral de los rasgos y criterios ambientales del medio biótico, abiótico y social de la zona de estudio. Este análisis es crucial para valorar adecuadamente los recursos y servicios ambientales que podrían verse comprometidos por el desarrollo del proyecto. Además, se proporciona una descripción de los impactos ambientales y las medidas de mitigación necesarias, así como un ejemplo de un catálogo de conceptos ambientales que ilustra cómo integrar estas consideraciones en la práctica.

La elaboración del catálogo de conceptos para proyectos de infraestructura carretera debe integrar una variedad de consideraciones para garantizar el cumplimiento con las disposiciones ambientales. Las definiciones precisas de términos relacionados con la infraestructura carretera y los conceptos ambientales son esenciales para desarrollar un catálogo efectivo. Este catálogo debe abarcar todas las etapas del proyecto, desde los estudios preliminares hasta la construcción, y adaptarse a las características específicas de cada tipo de proyecto.

En la elaboración de un catálogo de conceptos para proyectos de infraestructura carretera, se ha establecido es fundamental integrar diversas consideraciones para asegurar el cumplimiento de las disposiciones ambientales. A lo largo del capítulo, hemos destacado varios aspectos clave para el desarrollo exitoso de este catálogo.

Primero, tener definiciones claras y precisas de términos relacionados con la infraestructura carretera, incluyendo sus elementos, conceptos de obra, presupuestos y programas. El catálogo de conceptos debe abordar desde los estudios preliminares hasta la construcción del proyecto con un enfoque específico en los conceptos ambientales relevantes.

Además, es esencial clasificar y caracterizar detalladamente los proyectos de infraestructura carretera. Esto implica adaptar el catálogo a las particularidades de cada

tipo de proyecto, identificando los rasgos ambientales importantes y evaluando los recursos y servicios que podrían verse afectados.

Recomendaciones.

1. **Definiciones claras y precisas:** es esencial establecer definiciones claras y precisas para términos relacionados con la infraestructura carretera, tales como elementos de infraestructura, conceptos de obra, presupuestos y programas. Esta claridad en las definiciones asegura que el catálogo de conceptos refleje adecuadamente los requisitos técnicos y ambientales del proyecto, facilitando su aplicación efectiva.
2. **Adaptación a las etapas del proyecto:** el catálogo de conceptos debe abordar cada etapa del proyecto, desde los estudios preliminares hasta la construcción y el mantenimiento. Adaptar el catálogo a las particularidades de cada fase garantiza que las consideraciones ambientales sean adecuadamente integradas en todas las etapas del proyecto.
3. **Clasificación y caracterización detallada:** es importante clasificar y caracterizar los proyectos de infraestructura carretera de acuerdo con sus características y necesidades específicas. Esto implica adaptar el catálogo a las particularidades de cada tipo de proyecto y evaluar los rasgos ambientales relevantes, así como los recursos y servicios que podrían verse afectados.
4. **Evaluación exhaustiva de impactos ambientales:** realizar una evaluación exhaustiva de los impactos ambientales potenciales es crucial. Define medidas de mitigación y/o compensación adecuadas para cada situación, considerando todos los aspectos ambientales, incluidos los abióticos, bióticos y sociales. Este análisis permite desarrollar estrategias efectivas para minimizar los efectos negativos del proyecto.
5. **Actualización continua del catálogo:** mantener el catálogo de conceptos actualizado para reflejar cambios en las normativas ambientales y mejores prácticas. Una actualización continua asegura que el catálogo siga siendo relevante y eficaz, adaptándose a nuevas exigencias y enfoques en la gestión ambiental.
6. **Capacitación y formación:** ofrecer capacitación y formación continua a los profesionales involucrados en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura carretera. La capacitación adecuada en conceptos ambientales y mejores prácticas es fundamental para la implementación efectiva del catálogo y el cumplimiento de los requisitos ambientales.
7. **Revisión integral del manual:** realizar una revisión integral del manual, desde las definiciones iniciales hasta la integración final del catálogo de conceptos. Esta revisión proporciona al usuario una visión clara de cómo integrar los conceptos ambientales en el catálogo, facilitando la construcción de infraestructuras que cumplan con los requisitos ambientales y promuevan prácticas sostenibles.

Finalmente Se recomienda el análisis de dicho capítulo desde las definiciones hasta la integración del catálogo de concepto ya que, con este, el usuario tendrá una visión más clara del cómo realizar la integración de conceptos ambientales aun catálogo para la construcción de una infraestructura carretera.

Conclusiones y recomendaciones capítulo 3

En la actualidad, la actividad humana provoca múltiples modificaciones en el entorno natural, las cuales se conocen como impactos ambientales. México, siendo un país megadiverso, enfrenta el reto de proteger y conservar sus variados ecosistemas mientras avanza en desarrollo y progreso, como la construcción de infraestructura carretera, que impulsa tanto el crecimiento económico como el bienestar social.

Para enfrentar estos desafíos, las autoridades ambientales han implementado instrumentos legales específicos, tales como la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (ETJCUSTF). Estos análisis, realizados por los promoventes de los proyectos, varían en función de la magnitud de la obra y el tipo de ecosistema afectado, determinando así el grado de impacto y la compensación necesaria.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente regula las autorizaciones de las MIA, mientras que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable gestiona las autorizaciones para los ETJCUSTF. Tras evaluar la viabilidad de estos estudios, las autoridades generalmente otorgan autorizaciones condicionadas que incluyen solicitudes de información adicional y la implementación de Programas Ambientales para garantizar la conservación y mitigación de impactos.

Los Programas Ambientales incluyen el Programa de Gestión Ambiental (PGA), el Programa de Vigilancia y Manejo Ambiental (PVMA), el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, y diversos Planes y Programas Específicos de Mitigación Ambiental. Cada uno de estos programas tiene objetivos específicos que buscan resolver, mitigar y prevenir problemas ambientales, garantizando que las infraestructuras viales sean sostenibles y capaces de enfrentar desafíos climáticos extremos.

El PGA se enfoca en lograr un desarrollo sostenible y en promover prácticas de construcción y mantenimiento que reduzcan las emisiones y mejoren la calidad de vida. El PVMA asegura el cumplimiento de las medidas de mitigación mediante un seguimiento técnico y ambiental detallado. El sistema de Manejo Ambiental, que incluye el Monitoreo Ambiental, evalúa periódicamente el estado de los recursos naturales para informar decisiones que promuevan la preservación del medio ambiente.

Los Planes y Programas de Mitigación buscan reducir los impactos ambientales a niveles aceptables. Es esencial que todos los proyectos carreteros primero eviten, luego minimicen, restauren y finalmente compensen los impactos para alcanzar una pérdida neta cero de biodiversidad. Programas específicos como el de rescate y reubicación de flora y fauna, el de protección de suelos y recursos hídricos, y el de reforestación, son fundamentales para preservar la biodiversidad y los recursos naturales afectados por las obras.

Recomendaciones

1. **Fortalecer instrumentos legales:** Continuar y mejorar la aplicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable para asegurar una regulación más efectiva de los proyectos viales y sus impactos.
2. **Implementar programas ambientales:** Asegurar que los Programas Ambientales, como el Programa de Gestión Ambiental (PGA) y el Programa de Vigilancia y Manejo Ambiental (PVMA), sean implementados de manera rigurosa y eficaz. Esto incluye desarrollar y ejecutar Planes y Programas Específicos de Mitigación Ambiental.

3. **Monitoreo y evaluación continua:** establecer sistemas de monitoreo continuo y realizar evaluaciones periódicas para medir el éxito de las medidas de mitigación y compensación. Integrar las recomendaciones derivadas de estos estudios en la planificación y ejecución de proyectos.
4. **Capacitación y especialización:** invertir en la capacitación de profesionales y expertos en gestión ambiental para garantizar que la supervisión y la implementación de los programas sean realizadas por personal calificado.
5. **Promoción de buenas prácticas:** fomentar el uso de materiales ecológicos y prácticas de construcción sostenibles en todos los proyectos de infraestructura vial. Integrar soluciones de movilidad que reduzcan las emisiones y mejoren la calidad de vida de las comunidades afectadas.
6. **Protección y conservación de la biodiversidad:** Asegurar que los proyectos carreteros prioricen la conservación de la biodiversidad mediante la implementación de medidas como el rescate y reubicación de flora y fauna, y la construcción de pasos de fauna adecuados para facilitar el flujo de la fauna y reducir las tasas de colisión.

Al seguir estas recomendaciones, se puede lograr un equilibrio más efectivo entre el desarrollo de infraestructura y la preservación del entorno natural, contribuyendo así a un desarrollo más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Conclusiones y recomendaciones capítulo 4

Este capítulo tiene la intención de indicar los beneficios de la integración del catálogo de conceptos ambientales con sus especificaciones técnicas al usuario dándole un enfoque hacia la construcción sostenible, además de servir de guía al usuario para la integración de dicho catálogo a través de una serie de pasos.

El primer paso es la identificación de los conceptos ambientales relevantes, lo cual requiere una comprensión detallada de los posibles impactos del proyecto sobre el medio ambiente. Esta identifica444ción se basa en una recopilación de información detallada que permite desarrollar especificaciones técnicas precisas y adaptadas a las características específicas de cada proyecto. Estas especificaciones técnicas, a su vez, guían la implementación de medidas de mitigación que deben ser efectivas para reducir los impactos negativos. El monitoreo y seguimiento continuo de estas medidas aseguran su eficacia a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Otro aspecto importante en el desarrollo del catálogo es el proceso del análisis de precios unitarios, que incluye la evaluación de herramientas, equipos y recursos humanos necesarios para llevar a cabo las medidas de mitigación vistas desde el punto de vista ambiental. Este análisis es fundamental para garantizar que las medidas ambientales sean económicamente viables y que el presupuesto del proyecto pueda cubrir todos los aspectos ambientales.

Por lo que el Catálogo de Conceptos Ambientales con las especificaciones técnicas para infraestructura carretera no solo mejora la sostenibilidad de los proyectos, sino que también asegura una gestión más eficaz de los impactos ambientales. Al adoptar un enfoque sistemático que abarca la identificación, recopilación, desarrollo, implementación y monitoreo de medidas ambientales, es posible lograr un equilibrio entre el progreso

en la construcción de infraestructura vial y la conservación del medio ambiente. Así, la integración efectiva de conceptos ambientales en la planificación y ejecución de proyectos carreteros se establece como un componente fundamental para el desarrollo responsable y sostenible en el ámbito de la infraestructura vial.

Recomendaciones.

1. **Desarrollo y actualización del catálogo de conceptos ambientales:** El Catálogo de Conceptos Ambientales debe mantenerse actualizado y reflejar las principales actividades encargadas de la gestión ambiental. Se recomienda realizar revisiones periódicas del catálogo para incluir nuevos conceptos y técnicas que puedan surgir una mejora en la gestión ambiental. Esto garantizará que las especificaciones técnicas sigan siendo relevantes y efectivas en la mitigación de impactos ambientales.
2. **Procedimientos eficientes para la identificación de conceptos ambientales:** para una integración efectiva del catálogo, es fundamental contar con procedimientos eficientes para la identificación de conceptos ambientales. Se sugiere implementar un enfoque estructurado que involucre la consulta con un grupo multidisciplinario de expertos ambientales, así como la revisión de estudios previos y la realización de evaluaciones preliminares. Esto ayudará a asegurar que todos los aspectos ambientales relevantes sean considerados desde el principio del proyecto.
3. **Recolección de información:** la recopilación de información debe ser completa y bien organizada para desarrollar especificaciones técnicas precisas. Se recomienda utilizar metodologías adecuadas para recolectar y analizar datos ambientales, de esta forma se tendrá una evaluación más precisa de los impactos y una mejor formulación de medidas de mitigación.
4. **Implementación y monitoreo de medidas de mitigación:** Para garantizar que las medidas de mitigación sean efectivas, es esencial implementar un plan de manejo o gestión ambiental adecuado y realizar un monitoreo continuo. Se recomienda establecer un sistema de seguimiento que permita evaluar el desempeño de las medidas implementadas a través de indicadores, identificando cualquier ajuste necesario en tiempo real. Este monitoreo permitirá una respuesta rápida a cualquier problema emergente y la prevención del mismo.
5. **Revisión y adaptación de programas de cumplimiento ambiental:** los programas de cumplimiento ambiental deben ser revisados y adaptados regularmente para reflejar las mejores prácticas y las nuevas normativas. Se recomienda establecer un proceso de revisión continua para asegurar que los programas sean eficaces y que cumplan con los requisitos legales y ambientales actuales. Esta adaptación ayudará a mantener la efectividad de las medidas de mitigación y garantizará el cumplimiento normativo.

Conclusiones y recomendaciones capítulo 5

A lo largo de la historia, la comunicación entre poblaciones, ciudades y naciones ha sido esencial para el desarrollo económico y social, destacando la importancia de una infraestructura lineal eficiente para el crecimiento de un país. En particular, la infraestructura

carretera juega un papel crucial en este proceso. Por ello, es fundamental considerar tanto las dimensiones económicas y sociales del área del proyecto como el entorno natural. Los estudios de impacto ambiental actuales buscan minimizar los efectos negativos al medio ambiente de la construcción de infraestructura carretera, a través de la implementación de procesos constructivos mejorados y la implementación de programas que atiendan las medidas de mitigación y compensación ambiental.

Este manual ofrece una estructura detallada y metodológica para la elaboración de un catálogo de conceptos ambientales, garantizando que se consideren todos los aspectos necesarios para integrar las preocupaciones ambientales en los proyectos de infraestructura carretera. Proporciona directrices claras sobre cómo definir criterios ambientales, establecer procedimientos para la evaluación y mitigación de impactos, y fomentar prácticas sostenibles. Su propósito es servir como guía para la incorporación efectiva de medidas de mitigación ambiental en un catálogo que facilite la planificación y ejecución de proyectos viales.

El manual también se basa en el proceso constructivo típico de un proyecto carretero, revisando cada uno de sus componentes y analizando los posibles impactos ambientales. De esta manera, resalta la importancia de considerar aspectos ambientales desde las etapas iniciales del diseño de la infraestructura carretera, estableciendo criterios específicos y alineando el proyecto con las normativas ambientales vigentes. Esto asegura que el catálogo de conceptos promueva prácticas sostenibles y facilite la evaluación y mitigación de impactos.

Para desarrollar este manual, se ha considerado la normativa actual establecida por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, con el objetivo de enfatizar la importancia de integrar consideraciones ambientales desde el inicio. El manual busca fomentar una cultura de responsabilidad y compromiso con la protección ambiental durante el diseño y la construcción de obras viales, mejorando la comunicación entre los involucrados y promoviendo una cultura de responsabilidad ambiental en las empresas.

Recomendaciones

En el desarrollo de una metodología para la elaboración de un catálogo de conceptos ambientales en proyectos de infraestructura carretera, se deben considerar varias recomendaciones clave para garantizar la eficacia y la sostenibilidad del proceso.

1. **Definición de partidas y subpartidas de proyectos de infraestructura carretera:** Es fundamental comenzar con el Estudio de Impacto Ambiental para identificar los impactos ambientales asociados al proyecto. Este estudio debe servir como base para la definición precisa de partidas y subpartidas, asegurando que cada aspecto ambiental sea clasificado desde el inicio. Esto no solo facilitará una mejor planificación, sino que también permitirá una identificación más precisa de los impactos ambientales y las necesidades de mitigación.
2. **Desarrollo técnico del proyecto:** Durante el desarrollo técnico, es esencial elaborar planos detallados y especificaciones técnicas que reflejen con precisión el diseño del proyecto y las medidas ambientales. Los presupuestos detallados deben incluir todos los recursos necesarios para implementar las medidas propuestas, asegurando así una correcta ejecución del proyecto.

3. **Gestión ambiental en etapas del proyecto:** la planificación y el seguimiento ambiental deben ser parte integral de todas las etapas del proyecto. Se debe desarrollar un plan de gestión ambiental que contemple la implementación de medidas de mitigación y restauración, así como el monitoreo continuo de los impactos ambientales para ajustar las estrategias según sea necesario.
4. **Seguimiento y control:** el seguimiento del avance del proyecto debe ser riguroso, controlando costos y tiempos de manera efectiva. Es importante estar preparado para gestionar cambios y ajustes durante la ejecución, asegurando que el proyecto se mantenga dentro del presupuesto y el cronograma previstos, y que los impactos ambientales sean adecuadamente gestionados.
5. **Cierre del proyecto:** finalmente, al cerrar el proyecto, se debe asegurar que todas las obras estén completadas según las especificaciones y requisitos ambientales. La entrega de toda la documentación y registros pertinentes, junto con una evaluación post-proyecto, proporcionará una revisión final del desempeño ambiental.

Como recomendación, se debe tomar en cuenta los impactos ambientales definidos en el Proyecto en estudio, con base a eso, se tomarán las acciones recomendadas en este manual para la elaboración de un catálogo de conceptos ambientales, con el fin de ser más amigable con el medio ambiente.

Conclusiones y recomendaciones generales del catálogo de conceptos ambientales con especificaciones técnicas para la infraestructura carretera

El manual ha abordado de manera detallada y sistemática la forma en que se debe elaborar un "CATÁLOGO DE CONCEPTOS AMBIENTALES CON ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN MÉXICO". A lo largo de sus capítulos, se ha ofrecido un análisis integral sobre cómo integrar aspectos ambientales en cada etapa de un proyecto de infraestructura, desde la planificación inicial hasta la operación y mantenimiento de la obra.

En el primer capítulo, se ha establecido una base sólida al revisar el estado actual y los antecedentes relacionados con la integración de conceptos ambientales en proyectos de infraestructura carretera. Esta sección ha puesto de relieve la importancia de tener un enfoque equilibrado entre los aspectos técnicos y ambientales, enfatizando la necesidad de un catálogo que contemple no solo las especificaciones técnicas, sino también las consideraciones ambientales esenciales para cumplir con la normativa vigente.

El segundo capítulo ha profundizado en los instrumentos legales y procedimentales que regulan la evaluación del impacto ambiental y el cambio de uso de suelo forestal. Este análisis ha sido fundamental para comprender el marco normativo que condiciona los proyectos de infraestructura carretera y ha destacado cómo estas regulaciones han evolucionado para adaptarse a las nuevas realidades ambientales y sociales.

En el tercer capítulo, se ha proporcionado como ejemplos dos catálogos detallados de conceptos ambientales que abarca las distintas etapas de un proyecto de infraestructura carretera. Desde los estudios preliminares hasta la operación y mantenimiento, se ha abordado cada fase con un enfoque que asegura la incorporación de prácticas

ambientales adecuadas. La clasificación y caracterización de proyectos, junto con el análisis de impactos y medidas de mitigación, proporcionando una guía clara para la integración de conceptos ambientales en los proyectos carreteros.

El cuarto capítulo ha analizado los planes y programas de cumplimiento ambiental necesarios para los proyectos ejecutivos y obras de infraestructura carretera. Se ha examinado cómo las autorizaciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo se traducen en acciones concretas a través de diversos programas y planes, incluyendo los de gestión y vigilancia ambiental.

El quinto capítulo ha abordado la integración práctica del catálogo de conceptos ambientales, destacando los beneficios y pasos necesarios para su implementación efectiva. La combinación de ejemplos concretos y la descripción detallada de los procedimientos para el desarrollo de especificaciones técnicas han sido fundamentales para proporcionar una guía práctica y aplicable.

Finalmente, el sexto capítulo ha desarrollado una metodología comprensiva para la elaboración del catálogo de conceptos ambientales, desde la definición de partidas y subpartidas hasta la evaluación de impactos y la obtención de permisos. Este enfoque metodológico garantiza que cada fase del proyecto esté alineada con las disposiciones ambientales y técnicas requeridas.

Por lo tanto, la adecuada gestión ambiental en proyectos de infraestructura vial no solo es una obligación legal, sino también una responsabilidad ética que contribuye a la sostenibilidad y al bienestar de las comunidades y ecosistemas afectados. Este manual ha sido diseñado para proporcionar una guía exhaustiva sobre la identificación, evaluación y mitigación de impactos ambientales a lo largo de todas las fases del proyecto.

Recomendaciones

El manual proporciona una guía integral para la elaboración y aplicación de un catálogo de conceptos ambientales en proyectos de infraestructura carretera. Las recomendaciones siguientes están diseñadas para ayudar a profesionales del sector a implementar el catálogo de manera efectiva, garantizando tanto el cumplimiento normativo como la sostenibilidad ambiental. Estas sugerencias abarcan desde la definición precisa de conceptos hasta la actualización continua del catálogo y la evaluación de impactos, con el objetivo de optimizar la gestión ambiental y promover prácticas sostenibles en la construcción de infraestructura carretera.

1. **Definición clara y completa:** al elaborar o utilizar el catálogo de conceptos ambientales, es importante asegurarse que todos los términos y definiciones sean claros y consistentes. Esto incluye términos relacionados con la infraestructura carretera, los conceptos de obra, y las especificaciones técnicas. Una definición precisa facilita la correcta aplicación de las normas y la comunicación entre los diferentes actores del proyecto.
2. **Evaluación y mitigación de impactos:** Es necesario incluir un análisis detallado y documentado de los impactos ambientales asociados a cada fase del proyecto. Esto requiere identificar y evaluar los posibles efectos sobre los aspectos abióticos, bióticos y sociales del entorno, así como implementar medidas de mitigación adecuadas para minimizar los impactos negativos y garantizar la sostenibilidad del proyecto. Se deben realizar evaluaciones minuciosas de los impactos ambientales en todas

las etapas del proyecto, incluyendo medidas específicas de mitigación y compensación para abordar los efectos identificados. Adoptar un enfoque proactivo en la evaluación y mitigación no solo ayuda a reducir los impactos negativos, sino que también asegura el cumplimiento de las normativas y expectativas regulatorias.

3. **Actualizar y revisar regularmente:** es fundamental mantener el catálogo de conceptos ambientales actualizado para reflejar cambios en las normativas y mejores prácticas afín de incluir las últimas normativas ambientales y las mejores prácticas. Esto implica revisar periódicamente el contenido del catálogo y ajustar las especificaciones técnicas y medidas de mitigación según los cambios en la legislación y las lecciones aprendidas de proyectos anteriores. La actualización constante permitirá adaptarse a nuevas exigencias y avances en la gestión ambiental.
4. **Formación y capacitación:** es fundamental ofrecer una formación completa a todos los participantes en el desarrollo y ejecución de proyectos de infraestructura vial, enfocada en la importancia de los aspectos ambientales y la correcta aplicación del catálogo de conceptos. Esta capacitación debe proporcionar una comprensión detallada de las normativas ambientales, los impactos potenciales que pueden surgir durante las distintas fases del proyecto, y las estrategias para mitigar dichos impactos. Al garantizar que el personal esté bien informado y capacitado, se facilita una implementación efectiva de las medidas de mitigación, promoviendo una gestión ambiental eficiente. Además, es esencial que la formación se actualice periódicamente para incorporar nuevas regulaciones y prácticas emergentes en la gestión ambiental.
5. **Documentación y seguimiento:** Mantener una documentación detallada y un seguimiento riguroso del cumplimiento de las disposiciones ambientales es fundamental para la transparencia y la rendición de cuentas. Esto facilitará la evaluación del desempeño ambiental y la identificación de áreas de mejora. Una gestión ambiental eficaz requiere una documentación minuciosa y un seguimiento detallado del cumplimiento de las normativas ambientales. Esto implica registrar todas las actividades relacionadas con la gestión de los impactos ambientales, así como los resultados de las auditorías y evaluaciones periódicas los cuales debe verse reflejados en la mejora del catálogo de conceptos.

La implementación rigurosa de las directrices y estrategias presentadas en este manual no solo contribuirá al éxito del proyecto, sino que también fortalecerá el compromiso con la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Reiteramos la importancia de mantener una actitud proactiva y colaborativa en la gestión ambiental, y alentamos a todos los participantes a aplicar los principios aquí descritos con integridad y dedicación.

Agradecemos profundamente su compromiso con la gestión ambiental y confiamos en que este manual será una herramienta valiosa para alcanzar los objetivos de sostenibilidad y cumplimiento en cada fase del proyecto.

Referencias bibliográficas

Altahona Quijano, T. (2009). Libro Práctico sobre contabilidad de costos. Bucaramanga: Universidad de Investigacióon y Desarrollo- UDI. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bibliotecaenlinea.universidaddorados.edu.mx/contaduriapublica/Contabilidad%20de%20Costos%20I/67928792-contabilidad-costos.pdf

Alvarado Verdín., V. M. (2016). Ingeniería de costos. CDMX: Grupo Editorial Patrio. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lxchDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=M%C3%A9todo+de+Ingenier%C3%ADa+de+Costos+para+precios+unitarios&ots=xrCGkbqD9F&sig=Rn5gNaT2sl7vGQhG7FDGvMckpBQ#v=onepage&q=M%C3%A9todo%20de%20Ingenier%C3%ADa%20de%20Costos%20para%20p

Anglés Hernández, M., Rovalo Otero, M., & Tejado Gallegos, M. (2023). Manual de derecho ambiental mexicano, primera reimpresión. Serie Doctrina JuríDica. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6429/13a.pdf

Arboleda González, J. A. (2005). MANUAL PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38236079/MANUAL_EIA_-_1-libre.pdf?1437390776=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DManual_de_evaluacion_de_impacto_ambienta.pdf&Expires=1722050572&Signa

Arriaga, V; Cervantes M. V., Vargas-Mena. 1994. “Manual de reforestación con especies nativas”. Instituto Nacional de Ecología. SEDESOL

Arroyave M.D., C. G. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna Silvestre y sus Principales Medidas de Manejo. EIA (5), 45-47.

Atkins Consultants. 2007. “Good Practice Guidelines: Environmental Management of Transport Projects”. Washington, DC: World Bank.

Autopistas del Café S.A. 2023. “Plan de manejo ambiental. Programas de manejo ambiental”. Plan de Adaptación de la Guía Ambiental -PAGA Operación y mantenimiento de los tramos viales a cargo de la Concesión AUTOPISTAS del CAFÉ. Disponible en: https://autopistasdelcafe.com /docs/plan_adaptacion _ambiental.pdf

Autoridad del Canal De Panamá. 2006. “Manual de reforestación”. División de Administración Ambiental.

AASHTO. (1993). Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://habib00ugm.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/05/aashto1993.pdf

Barrientos Carrasco María Fernanda y PONTONES BRITO Luigi.2006. "Perspectivas de la gestión ambiental en México". Derecho ambiental y ecología.

BBPOP (Business and Biodiversity Offsets Programme). 2009. "Biodiversity Offset Cost-Benefit Handbook". BBOP, Washington, D.C. PDF.

Benítez, J., Alexander, S., Pozo-Montuy, G., & Vargas Contreras, J. (2019). Impacto de la Vía Férrea y del Crecimiento Turístico Asociado al Tren Maya; medidas de mitigación y cambios al diseño para las reservas de Calakmul y Balam-kú. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/330994315

Benítez, J., Alexander, S., Pozo-Montuy, G., & Vargas Contreras, J. (2019). Impacto de la Vía Férrea y del Crecimiento Turístico Asociado al Tren Maya; medidas de mitigación y cambios al diseño para las reservas de Calakmul y Balam-kú. Researchgate. doi:10.13140/RG.2.2.34766.31042

Bermúdez Soto, J. (2020). Estudio de los conceptos técnico-jurídicos del derecho administrativo ambiental. Revista de Derecho administrativo, II(2). doi:https://doi.org/10.7764/redae.4.15

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2020).

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Comisión Nacional Forestal. CONAFOR. 2018. "Guía de Obras Prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. SEMARNAT. Gobierno de México.

Conferencia de las Partes en el Convenio Sobre la Diversidad Biológica. (2022). Conferencia de las Partes en el Convenio de la Diversidad Biológica. Montreal: ONU.

Díaz, M. M., & Silva, L. C. (2015). Criterios e indicadores de sostenibilidad en el subsector vial. Obtenido de Ciencia e Ingeniería Neogranadina: https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1433/1799

Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. (2000). La evaluación del impacto ambiental: Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000 (1a ed.). Instituto Nacional de Ecología. ISBN 968-817-465-3.

Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. (2000). La evaluación del impacto ambiental: Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000 (1a ed.). Instituto Nacional de Ecología. ISBN 968-817-465-3. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://centro.paot.org.mx/documentos/ine/eva_impacto_ambiental.pdf

León Peláez, J. D., & Correa Metrio, J. A. (Eds.). Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Departamento de Ciencias Forestales https://biblioteca.SEMARNAT.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001413.pdf

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (1988). Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, texto vigente. Última reforma publicada DOF 01-04-2024.

Martínez D., W., (2014). Evaluación del impacto ambiental en obras viales. Negotium, 10(29), 5-21. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78232555002

Mendoza, F. (15 de mayo de 2023). Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Obtenido de Gobierno de México: https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=397&IdBoletin=150

SAGARPA. (2012). Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable para el Fomento de las Fuentes Alternas de Energía en los Agronegocios, que Promuevan la Eficiencia Energética en el Sector Agropecuario - FIRCO.

Gleeson, J., y D. Gleeson. 2012. “Reducing the Impacts of Development on Wildlife”. Clayton, Australia: CSIRO Publishing.

Iuell, B., G. J. Bekker, R. Cuperus, J. Dufek, G. Fry, C. Hicks, V. Hlavaˇc et al., eds. 2003. “Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions”. Brussels: COST 341. European Co-operation in the Field of Scientific and Tchnical Research. JICA. Japan International Cooperation Agency. 2013. Sourcebook for Infrastructure Projects Affecting Natural Habitats. Tokyo.

Wightman, K. E., & Cruz, B. S. 2003. “La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas”. Forest Veracruzana.

Manual de Costos y Presupuestos de la Construcción. Ciudad de México: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. 2014. “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada DOF 31-10-2014”.

Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. 2024. “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Última reforma publicada DOF 01-04-2024”.

Cárdenas Gutiérrez, E., Albiter Rodríguez, Á., & Jaimes Jaramillo, J. (2017). Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua. preservación del recurso agua Ciencia Ergo Sum. Universidad Autónoma del Estado de México, México, 24(2). Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10450491009

Cárdenas Gutiérrez, E., Albiter Rodríguez, Á., & Jaimes Jaramillo, J. (2017). Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua. preservación del recurso agua Ciencia Ergo Sum. Universidad Autónoma del Estado de México, México, 24(2). Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10450491009

Cárdenas Gutiérrez, E., Albiter Rodríguez, Á., & Jaimes Jaramillo, J. (2017). Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua. preservación del recurso agua Ciencia Ergo Sum. Universidad Autónoma del Estado de México, México, 24(2). Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10450491009

Cardno. 2016. “Plan de Manejo Ambiental”. Estudio de Impacto Ambiental Expost Planta Norte Embotelladora de bebidas el Inca. Disponible en: https://www.arcacontal.com/media/197120/capitulo_6-_plan_de_manejo_ ambiental. pdf

Carvajal Muñoz, J. S., & Carmona García, C. E. (2016). Gestión integral de residuos de construcción y demolición en Colombia: una aproximación basada en la metodología del marco lógico. Producción + Limpia, 117-128. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000100012&lng=en&tlng=es

Carvajal Muñoz, J. S., & Carmona García, C. E. (2016). Gestión integral de residuos de construcción y demolición en Colombia: una aproximación basada en la metodología del marco lógico. Producción + Limpia, 117-128. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000100012&lng=en&tlng=es

Carvajal Muñoz, J. S., & Carmona García, C. E. (2016). Gestión integral de residuos de construcción y demolición en Colombia: una aproximación basada en la metodología del marco lógico. Producción + Limpia, 117-128. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000100012&lng=en&tlng=es

Castillo, T. F. (Octubre de 2017). Sobre los 25 Años de la Declaración de Río sobre el Medio ambiente y el Desarrollo. Revista Catalana de Dret Ambiental, Vol. VIII(Núm.1). doi:http://dx.doi.org/10.17345/rcda.1792]

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, “Antecedentes”, en Medio ambiente [Actualización: 28 de agosto de 2006], en www.diputados.gob.mx/cesop/

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. “Términos de referencia para la elaboración de programas de manejo de las áreas naturales protegidas competencia de la federación”.

Comisión Nacional Forestal. CONAFOR. 2010. “Manual básico de Prácticas de reforestación”. SEMARNAT. Gobierno de México.

CONAFOR. (2010). Prácticas de reforestación, Manual Básico. Manual. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF

Conciencia Verde. (2024). Conciencia Verde. Obtenido de La historia en la educación ambiental en México.: https://concienciaverde.com.mx/2021/10/09/la-historia-en-la-educacion-ambiental-en-mexico-un-clavado-a-la-historia/

Conessa-Ripoll, V. (2011). Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid-México: Ediciones Mundi Prensa. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=La+evaluaci%C3%B3n+de+impacto+ambiental+(EIA+en+adelante)+es+un+proceso+fundamental+en+el+%C3%A1mbito+del+desarrollo+y+la+planificaci%C3%B3n,+dise%C3%B1ado+para+prever+y+gesti

Conessa-Ripoll, V. (2011). Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid-México: Ediciones Mundi Prensa. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=La+evaluaci%C3%B3n+de+impacto+ambiental+(EIA+en+adelante)+es+un+proceso+fundamen-

tal+en+el+%C3%A1mbito+del+desarrollo+y+la+planificaci%C3%B3n,+dise%C3%-B1ado+para+prever+y+gesti

Conessa-Ripoll, V. (2011). Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid-México: Ediciones Mundi Prensa. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=La+evaluaci%-C3%B3n+de+impacto+ambiental+(EIA+en+adelante)+es+un+proceso+fundamental+en+el+%C3%A1mbito+del+desarrollo+y+la+planificaci%C3%B3n,+dise%C3%-B1ado+para+prever+y+gesti

Construyored (2015). Clasificación de carreteras. Consultado el 15 de junio del 2024. https://construyored.com

Correa, D. (2020). Pasos de fauna en infraestructura lineal Cartilla de referencia para la toma de decisiones. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/18.-Cartilla-pasos-de-fauna-en-infraestructura-lineal.pdf

Crotte, A., Arvizu, C., Mojica , C., & Granada, I. (2017). Apoyo al desarrollo de sistemas inteligentes de transporte. Banco Interamericano de Desarrollo.

Cuesta Vega, L. Y., & Patiño Morales, H. D. (2022). ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UNA OBRA CIVI. Bogotá: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/04f85f51-a24f-4751-b3f4-11609485e1d2/content

Damián Hernández, S. A., & Téllez Gutiérrez, R. (1998). CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE EN LA PLANEACION DE CARRETERAS. Publicación Técnica, No. 102. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt102.pdf

Del Razo, Carlos. 2022. “Principales condicionantes de una autorización de impacto ambiental”. Disponible en https://carlosdelrazo.com/2022/11/11/principales-condicionantes-de-una-autorizacion-de-impacto-ambiental/

Díaz Carrillo, A., Vento Tielves, R., & Cruz Chirolde, B. (2021). Plan de acciones de Manejo Ambiental para la mitigación de impactos ambientales de la Planta de Asfalto PC-3, de Consolación del Sur. Revista angolana de ciências, 3(2). Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=704173376009

· Dirección General de Servicios Técnicos (SICT), Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, 2018. Segunda Edición.

Elliot, W. J., R. B. Foltz, and C. H. Luce. 1997. “Predicting the Impacts of Forest Roads on the Environment”. Proceedings of the Third Brazilian Harvesting and Transportation Symposium. Vitoria, Brazil.

Espinoza, Guillermo. 2001. “Evaluación de Impacto Ambiental”. Centro de Estudios para el Desarrollo de Chile. Banco Interamericano de Desarrollo. Chile. PDF.

Félix, K., & Depa, C. (2021). Gestión de residuos de construcción civil y su incidencia en la conservación del medio ambiente, distrito Independencia - Huaraz, 2020. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/68969/Depaz_CKF-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Flores Rangel, J. A. (julio-diciembre de 2015). Infraestructura carretera: construcción, financiamiento y resistencia en México y América Latina. Revista Transporte y Territorio. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/3330/333042522007.pdf

Flores, S. H. (2021). Estudio del ruido generado p or la maquinaria de construcción en infraestructura vial urbana. Investigación & Desarrollo, Vol. 21, No. 1: 87 – 97. doi:10.23881/idupbo.021.1-7i

Gerinpro Consultores (2010). Clasificación de caminos y carreteras en México. Consultado el 10 de junio de 2024. https://www.gerinpro.com

Giani, E. (2017). Estudio de Impacto Ambiental Nuevo Puente de los Huesos. Ambiente y Territorio, Uiversidad Tecnológica Nacional Rectorado, 133-140.

Gil, S. (2021). Iluminación sostenible de rutas y carreteras. Technical Report. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/381500944

Gobierno del Estado De México. 2024. “Sistema de Manejo Ambiental”. Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: https://sma.edomex.gob.mx/sistema_de_manejo_ambiental#:~:text=El%20Sistema%20de%20Manejo%20Ambiental,del%20consumo%20responsable%20de%20insumos.

Gómez, O. G. (1990). Construcción de carreteras y ordenamiento del territorio. Revista Mexicana de Sociología, 52(3). doi:https://doi.org/10.2307/3540706

González Caballero, J. (julio de 2019). Sistema inteligente de gestión de tráfico. tesis. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.

Guerra Chayña, P. R., & Guerra Ramos, C. E. (2020). Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible. Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia, 20(20). Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2020000200008&script=sci_arttext

Gutiérrez Martínez Del Campo Federico.2008. “La gestión ambiental en México y la justicia”. Becerra Ramírez Manuel (dir.),253-264.

Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. y Melic, A. 2005. “Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma”. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, Conabio, Diversitas, Conacyt.Ley

Howlett, M. (2007). “What is a Policy Instrument? Policy Tools, Policy Mixes and Policy Implementation Styles”, en PEARL, E., HILL, M. y HOWLETT, M. (eds.), Designing Government. From Instruments to Governance, Canada: McGill-Queen’s University Press.

Instituto Mexicano del Transporte. (julio-agosto de 1999). La evaluación ambiental y la planeación de carreteras. (a. 3, Ed.) Instituto Mexicano del Transporte, NOTAS núm. 47.

ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso.

Justo Borrajo, S. (1999). Efectos ambientales de la construccion de carreteras. Curso de Dirección de Obras Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Leal, J. (2005). Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, CEPAL.

León Peláez , J. D., & Correa Metrio, J. A. (s.f.). EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://biblioteca.SEMARNAT.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001413.pdf

León, Peláez Juan Diego. 2011. "Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo". Disponible en: https://biblioteca.SEMARNAT.gob.mx/janium/ Documentos/Ciga/Libros2011/CD001413.pdf

LGDFS. 2024. "Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable". Última Reforma publicada en el DOF 01-04-2024

LGEEPA; 2024. "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". Ultima Reforma publicada DOF 01-04-2024.

List, Rurik, Rodríguez, P., Pelz-Serrano, K., Benítez-Malvido, J., Lobato, J M. 2017 "La conservación en México: exploración de logros, retos y perspectivas desde la ecología terrestre". Revista Mexicana de Biodiversidad. 88 (2017) 65–75. Disponible en www.sciencedirect.com

Manual de Costos y Presupuestos de la Construcción. Ciudad de México: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Marisol Anglés Hernández, M. R. (s.f.). Manual de derecho ambiental mexicano (Primera reimpresión ed., Vol. Serie Doctrina Jurídica). 2023, México: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS, UNAM.

Martínez D, W. (2014). EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL EN OBRAS VIALES. Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Sciences, 5-21. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/782/78232555002.pdf

Martínez D., W. (2014). Evaluacion del impacto ambiental en obras viales. Negotium, 5-21. Obtenido de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78232555002

Martínez D., W., (2014). Evaluación del impacto ambiental en obras viales. Negotium, 10(29), 5-21.

Martinez Giraldo, D. M. 2009. "Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA)". Alcaldía local de Tunjuelito. Bogotá Colombia. PDF.

Martínez Soto , A., & Damián Hernández, S. A. (1999). Catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación. (I. M. SCT, Ed.) Publicación Técnica 133.

Martínez Soto, A., & Damián Hernández, S. A. (1999). CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. Sanfandila, Qro: Publicación Técnica No. 133, SCT, IMT. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.uic.inea.itam.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt133.pdf

Martínez Valdés, Y., & Villalejo García, V. M. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. Ingeniería Hidráulica y Ambiental riha, 39(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382018000100005&script=sci_arttext&tlng=en

Martinez-Soto, América y Sergio Alberto Damián Hernández. 1999. "Catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación". Publicación técnica no. 133. Instituto Mexicano del Transporte. Secretaria de

Comunicaciones y Transporte. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro. México

Mejía C., C. A. (s.f.). MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO. Medellín - Colombia. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39776521/PRECIOS_DE_VENTA_FORMA-libre.pdf?1446915292=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPRECIOS_DE_VENTA_FORMA.pdf&Expires=1722042834&Signature=XcZiB

Mejía C., C. A. (s.f.). MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO. Medellín - Colombia. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39776521/PRECIOS_DE_VENTA_FORMA-libre.pdf?1446915292=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPRECIOS_DE_VENTA_FORMA.pdf&Expires=1722042834&Signature=XcZiB

Mendoza J.F., López M.G., Téllez, R. 2010 “Monitoreo Ambiental en Carreteras”. Instituto Mexicano del Transporte. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/344891909_MONITOREO_AMBIENTAL_EN_CARRETERAS

Mendoza Sánchez , E. R. (2022). Costos y precios unitarios. CMDX: dicyg.fi-c.unam.mx.

Mendoza, J. F., Adame, E., & Marcos, O. A. (2020). Beneficios ambientales del reciclaje de pavimentos. Instituto Mexicano del Transporte, Publicación bimestral de divulgación externa. Obtenido de https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=504&IdBoletin=184

Mendoza-Sánchez. 2014. “Criterios de sustentabilidad para carreteras en México”. Secretaria de Comunicaciones y Transporte. Publicación técnica 392. Querétaro. México.

Michaca, J. L., Granados, V. M., Chaires, I. C., Hernández, S. A., & Gutiérrez, R. T. (Sanfandila, Qro. 2001). Impacto Ambineta de proyectos carreteros. Efectos por la ocntsruccion y conservación de superficie de rodamiento. II Pavimentos Rígidos Publicación Técnica No. 173, 12-13.

Montelongo-Huberman, M. (2024). Impacto ambiental: el dilema de las carreteras. UNAM Global Revista. Obtenido de https://unamglobal.unam.mx/global_revista/carne-de-carretera/

Morales Muñoz, C. E. (2007). Aplicación de geosintéticos en la construcción de la carreteras. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2800_C.pdf

Moreno Gerardo, R. M., & Morales Morales, E. E. (2019). El uso del programa Neodata para la elaboración de un presupuesto de obra. Tesis. Universidad de Sonora. Obtenido de http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20.500.12984/4063

Muñoz-Iniestra, D. J., López, G. F., Hernández, M. M., Soler, A. A., & López, G. J.. (2009). Impacto de la pérdida de la vegetación sobre las propiedades de un suelo aluvial. Terra Latinoamericana, 27(3), 237-246. Recuperado en 12 de julio de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000300008&lng=es&tlng=es.

Navas de García, A., Reyes Gil, R. E., & Galván Rico, L. E. (octubre-diciembre, 2015). Impactos ambientales asociados con el proceso de producción del concreto. Enfoque UTE, vol. 6, núm. 4, 67. Obtenido de http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/

Nay-Valero, María; Febres Cordero-Briceño, María Elena. (Julio de 2019). Educación Ambiental y Educación para la Sostenibilidad: historia, fundamentos y tendencias. Encuentros, vol. 17(núm. 02). doi:https://doi.org/10.15665/encuent.v17i02.661

NOM-085-SEMARNAT-1994. (1994). Norma oficial mexicana para el manejo de residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación.

Ocampo Valderrama, S. (2017). Impacto ambiental en el proceso de carreteras y sus respectivas medidas de mitigación. CDMX.

Organización de Estados Americanos. 1987. “Estudios de casos de manejo ambiental: desarrollo integrado de un área en los trópicos húmedos-selva central de Perú”. Gobierno de Perú. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Washington DC Disponible en: https://www.oas.org/dsd/publications/ Unit/oe-a27s/begin.htm#Contents

Ortegón , E., Pacheco , J. F., & Prieto, A. (2015). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. CEPAL, 42. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/2d86ecfb-f922-49d3-a919-e4fd4d463bd7/content

Osorio Múnera, J. D., & Correa Restrepo, F. (2004). VALORACIÓN ECONÓMICA DE COSTOS AMBIENTALES: MARCO CONCEPTUAL Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN. Semestre Económico, 7(13). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/1650/165013657006.pdf

Pacheco Bustos, C. A., & Fuente Pumarejo, L. G. (2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión. Ingeniería y Desarrollo, vol. 35, núm. 2, pp. 533-555.

Pech Pérez,, J., & Puc Sánchez, E. (2008). Método de estimación paramétrica de costos en construcción de viviendas de interés social. Ingeniería, 12(1), 51-59. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46712106

Pech Pérez,, J., & Puc Sánchez, E. (2008). Método de estimación paramétrica de costos en construcción de viviendas de interés social. Ingeniería, 12(1), 51-59. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46712106

Perevochtchikova, M. (2012). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001

Pérez Espejo, R. (2010). Introducción a las economías de la naturaleza. México: Instituto de Investigaciones Económicas .

PIARC. 2021. “2-C Estudio y Proyecto de las obras de carretera”. Asociación Mundial de la Carretera

PIARC. 2023. “Calidad del aire cerca de la carretera-una nota informativa de PIARC” Asociación Mundial de la Carretera.

PIARC. 2023. “Integración de la biodiversidad en los proyectos de infraestructuras viarias” Informe Técnico. Asociación Mundial de la Carretera

PNUMA; 2024. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente”. Disponible en: https://www.unep.org/who-we-are/about-us

Puebla, C. d. (2011). Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, Sector Vías Generales de Comunicación y Cambio de Uso de Suelo, "Construcción de la Carretera Tipo A2 Cuapiaxtla – Cuacnopalan y Ramal a Ciudad Serdán", estados de Tlaxcala y Puebla. Gobierno de Puebla acciones que transforman, 373.

Quintero J.D. 2012. "Principles, Practices and Challenges for Green Infrastructure Projects in Latin America." Discussion Paper IDBDP 250. Washington: DC: Inter-American Development Bank.

Quintero Juan D. 2016. "Guía de buenas prácticas para carreteras ambientalmente amigables". The nature concervancy. Latin America conservation council. PDF.

Ramírez, D. y. (2014). Derecho ambiental y desarrollo sustentable (Vol. 2da ed). Porrúa.

Ramón López, I. (s.f.). Seminario de titulación precios unitarios y concursos. IPN.

Reza , K. M., Gengatharen, D., Kiani Mavi, N., Hughes, R., Campbell, A., & Yates, R. (2021). Sustainability in Construction Projects: A Systematic Literature Review. Sustainability, 13(4). doi:https://doi.org/10.3390/su13041932

Rivas, P. F. (2013). PRESUPUESTOS EN UN CONTEXTO INFLACIONARIO Categoría propuesta: Aportes a la Disciplina. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://iapuco.org.ar/wp-content/uploads/2012/09/30.pdf

RLGDFS. 2020. "Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable". Nuevo Reglamento publicado en el DOF 9-12-2020

Rodríguez Rodríguez, J. (ulio-diciembre de 2008). Los Objetivos del Milenio y el Desarrollo Sostenible. Ánfora, vol. 15(núm. 25), 247-261. Obtenido de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357834257011

Rodriguez-Neira, L. F. (2019). Implementación de prácticas sostenibles para la producción de asfalto en la pavimentación de carreteras. Bogotá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.

Rosado, Zuñiga, C. 2011. "Guía de manejo ambiental de Proyectos de infraestructura. subsector vial". Instituto Nacional de Vías. Presidencia de la República de Colombia. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Más kilómetros de vida. PDF.

Saavedra, E., Rey-Martínez, F., & Luyo, J. (Marzo de 2017). SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS. TECNIA, 26(2)(44). doi:10.21754/tecnia.v26i2.57

Saldaña Garibaldo y J. 2016. "Plan de reforestación y Manejo forestal". Apical Reforestadora S.A.

Sánchez Molina , J. A. (2023). Implementación de Software "Opus" para la Elaboración de los Presupuestos de Obras Civiles de la Empresa Smartools Company Sas. Neiva - Huila. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/8e666b4f-3044-4b6e-875f-ec0721cac3dd/content

SCT, I. (2014). Criterios de sustentabilidad para carreteras en México. Publicación Técnica, 392. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt392.pdf

SCT. (2001). IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS. EFECTOS POR LA CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE SUPERFICIES DE RODAMIENTO: II PAVIMENTOS RIGIDOS. Sanfandila, Qro.: Publicación Técnica, SECRETARIA DE

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt173.pdf

SCT. (2016). Manual para estudios, gestión y atención ambiental en carreteras. Obtenido de https://www.academia.edu/34602331/MANUAL_PARA_ESTUDIOS_GESTI%C3%93N_Y_ATENCI%C3%93N_AMBIENTAL_EN_CARRETERAS_MANUAL_PARA_ESTUDIOS_GESTI%C3%93N_Y_ATENCI%C3%93N_AMBIENTAL_EN_CARRETERAS

Sears, K., Sears, G., & Clough, R. (2008). Construction Project Management: A Practical Guide to Field Construction Management. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.vnbrims.org:13000/jspui/bitstream/123456789/4250/1/Construction%20Project%20Management%20A%20Practical%20Guide%20to%20Field%20Construction%20Management.pdf

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, Para La Modernización de La Carretera Coatzacoalcos-Salina Cruz, Tramo: Libramiento de Sayula, Con Una Longitud de 6.5 Km, Incluye 3 Entronques, 1 Puente Y 2 Psv´S, En El Estado de Veracruz. año 2022.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, Para La Modernización de La Carretera Monclova-Piedras Negras, Tramo: Monclova–Sabinas cuerpo B, con una longitud de 73 km, En El Estado de Coahuila. año 2022.

· Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Normas de Servicios Técnicos Proyecto geométrico Libro 2, Carreteras, 1984. Primera Edición.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Normas de Servicios Técnicos Proyecto geométrico Libro 3, Carreteras y autopistas, Terracerías, 1984. Primera Edición.

Secretaría De Infraestructura Comunicaciones y Transporte. 2016. “Proyecto de conservación de carreteras mediante el esquema asociación público-privada APP Querétaro-San Luis Potosí para el periodo 2016-2026”

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) Estudio Técnico Económico de la Modernización de la Carretera Monclova – Piedras Negras, Subtramo Monclova – Sabinas Cuerpo B

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) Estudio Técnico Económico de la Modernización de la Carretera Monclova – Piedras Negras, Subtramo Monclova – Sabinas Cuerpo B

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), N-CSV-CAR-02-01-001/01, Obras de Drenaje y Subdrenaje, Limpieza de Cunetas y Contracunetas.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), N-CSV-CAR-02-01-003/01, Obras de Drenaje y Subdrenaje, Limpieza Alcantarillas.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), N-CSV-CAR-02-01-005/01, Obras de Drenaje y Subdrenaje, Limpieza Lavaderos.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), N-CSV-CAR-02-02-001/10, N-CSV-CAR-02-02-001/00 Pavimentos, Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamiento.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), N-CSV-CAR-02-02-001/10, Pavimentos, Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamiento.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), N-CSV-CAR-02-02-001/10, Pavimentos, Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamiento.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), N-CTR-CAR-01-02-010/00, Estructuras, Guarniciones y Banquetas.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), N-CTR-CAR-01-02-010/00, Estructuras, Guarniciones y Banquetas.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT)), N-PRY-CAR-4-01-001/16 Proyecto de Drenaje y Subdrenaje.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT)), N-PRY-CAR-4-01-001/16 Proyecto de Drenaje y Subdrenaje.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CSV-CAR-02-01-001/01, Obras de Drenaje y Subdrenaje, Limpieza de Cunetas y Contracunetas.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CSV-CAR-02-01-003/01, Obras de Drenaje y Subdrenaje, Limpieza Alcantarillas.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CSV-CAR-02-01-005/01, Obras de Drenaje y Subdrenaje, Limpieza Lavaderos.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CSV-CAR-02-02-001/10, N-CSV-CAR-02-02-001/00 Pavimentos, Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamiento.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CSV-CAR-02-02-001/10, Pavimentos, Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamiento.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-01-001/11, N- CTR-CAR-01-01-001/01 Desmonte.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-01-002/11, N- CTR-CAR-01-01-002/01 Despalme.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-01-003/11, N- CTR-CAR-01-01-003/01 Cortes.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-01-007/11, N- CTR-CAR-01-01-007/01 Excavación para Estructuras.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-01-008/00 Bancos.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-01-009/16, N- CTR-CAR-01-01-009/11, N- CTR-CAR-01-01-009/00 Terraplenes.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-01-009/23, Pedraplenes.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-02-001/00, Estructura, Mampostería de Piedra.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-02-002/20, N-CTR-CAR-01-02-002/00, Estructura, Zampeado.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-02-003/04, N-CTR-CAR-01-02-003/00, Estructura, Concreto Hidráulico.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-03-001/01, N-CTR-CAR-01-03-001/00, Alcantarilla de Lamina corrugada de acero.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-03-002/20, N-CTR-CAR-01-03-002/00, Drenaje y Subdrenaje, Alcantarilla de Tubulares de Concreto.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-03-003/00, Drenaje y Subdrenaje, Cunetas.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-03-006/00, Drenaje y Subdrenaje, Lavaderos.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-03-007/00, Drenaje y Subdrenaje, Bordillos.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-07-001/23, N-CTR-CAR-01-07-001/20, Señalamiento y Dispositivos de Señalamiento, Marcas de Pavimento.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-07-001/23, Señalamiento y Dispositivos de Señalamiento, Marcas de pavimento.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-07-002/00, Señalamiento y Dispositivos de Señalamiento, Marcas en Guarniciones.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-07-004/02, N-CTR-CAR-01-07-004/00, Señalamiento y Dispositivos de Señalamiento, Vialetas y Botones.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-07-009/00, Señalamiento y Dispositivos de Señalamiento, Vialetas y Botones.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-CTR-CAR-01-07-016/00, Señalamiento y Dispositivos de Señalamiento, Dispositivos Para Protección de Obra.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-PRY-CAR-10-03-001/21, N-PRY-CAR-10-03-001/01 Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Carreteras y Vías Urbanas.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-PRY-CAR-1-01-001/07 Estudios Topográficos.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-PRY-CAR-1-01-004/07 Estudios Topográficos, Fotografías Aéreas Para Estudios Fotogramétricos.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-PRY-CAR-1-02-001/09 Estudios Geotécnicos.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-PRY-CAR-1-06-001/18 Estudios Hidráulico-Hidrológico Para Puentes.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-PRY-CAR-4-01-001/16, N-PRY-CAR-4-01-002/16 Proyecto de Drenaje y Subdrenaje.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-PRY-CAR-4-01-003/16 Proyecto de Obras de Drenaje.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes SICT), N-PRY-CAR-6-01-001/01 Proyecto de Nuevos Puentes t Estructuras.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (1988). Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (1996). Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2000). Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Reforma 2000). Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2018). Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Reforma 2018). Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2020). Sistema Nacional de Información de Evaluación del Impacto Ambiental (SNI-EIA). Recuperado de www.SEMARNAT.gob.mx

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2022). Normativa ambiental para la construcción de infraestructuras. Gobierno de México.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca. 2000. “La Gestión Ambiental en México”, SEMARNAT, México.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2004. “Resolutivo SGPA/ DGIRA/ DEI/0129.04 de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para la Modernización de la carretera Las Varas-San Blas”. Subsecretaria de gestión para la protección ambiental. México

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2018. “Definición y objetivo de la evaluación de Impacto Ambiental”. Disponible en: https://www.gob.mx/SEMARNAT/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2018. “Impacto Ambiental y Tipos de Impacto Ambiental”. Disponible en: https://www.gob.mx/SEMARNAT/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2021. “Resolutivo SGPA/ DGIRA/ DG/02491 de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Libramiento Chihuahua de km 0+000 al km 55+719.919”. Subsecretaria de gestión para la protección ambiental. México

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2022. “Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector Vías Generales de Comunicación Modalidad Particular”.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2022. “Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. Avances y Resultados 2022”

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2023. “Guía para la presentación de impacto ambiental del sector vías generales de comunicación modalidad: Particular”. México.

SEMARNAT. (2019). Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional, 1-71. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://dsiappsdev.SEMARNAT.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf

SEMARNAT. (s.f.). Guía para la elaboración de la Cedula de Operación Anual Tratamiento de Residuos Peligrosos. México.

Solís Carcaño, R., Zaragoza Grifé, N., & González Fajardo, A. (2009). La administración de los materiales en la construcción. Ingeniería, 13(3), 61-71.

Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. 2012. “Resolutivo SGPA/DGIRA/7190 de fecha 7 de septiembre”. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Suprema Corte de Justicia de la Nación. 2016 “Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que reforma la de 5 de febrero de 1857” Centro de Documentación y Análisis, Archivos y Complicación de Leyes.

Swegle, T. (2016). Desarrollo de las Leyes Ambientales y su Aplicación. CDMX: Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.

Szanto Narea, M., Gil Díaz , J. L., Tejero Monzon, J. I., Vigil , S., Theisen, H., & Tchobanoglous , G. (1998). Gestión integral de residuos sólidos. McGraw Hill México.

Tormo, J., Bochet, E., & García-Fayos, P. (2009). Restauración y revegetación de taludes de carreteras en ambientes mediterráneos semiáridos: procesos edáficos determinantes para el éxito. Ecosistemas, 18(2), 79-90.

Trinidad, M. A. (2005). Precios Unitarios. Tabasco: Universidad Juárez Autonóma de Tabasco. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dOTMVrBUR-9gC&oi=fnd&pg=PA1&dq=calculo+de+precios+unitarios&ots=jtyuhORfu5&sig=wk-tAKpmijI63uQ386u8M-6WvYLw#v=onepage&q=calculo%20de%20precios%20unitarios&f=false

Turbay, M. M. Formación abierta y distancia, Autoconstrucción, Herramientas y Equipos. Servicio Nacional de Aprendizaje, Campaña de Instrucción Nacional. (Tomo II Obra negra, Bogotá, Colombia).

Universidad Abierta y a Distancia Mexico.2023. “Gestión ambiental. Normatividad y gestión ambiental”.

Valadez Ramírez, Alfonso y Landa Durán Patricia. 2003. “Política y gestión ambiental. Características y lineamientos generales”. Psicología y Ciencia Social V (5): 54-61.

Varela Alonso, L. (2009). INGENIERIA DE COSTOS. Teoría y Práctica en construcción. Varela. Ingeniería en costos. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37831926/

INGENIERIA_DE_COSTOS-libre.pdf?1433489161=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DINGENIERIA_DE_COSTOS_version_abreviada.pdf&Expires=1722041967&S

Wightman, K., Cornelius, J., y Ugarte-Guerra, L. 2006. “Plantemos madera. Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía peruana”. Lima: World Agroforestry Centre.