UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORNTE EN LA RAMA DE LAS VÍAS TERRESTRES

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS Y PROPUESTAS PARA MEJORAR LOS ASPECTOS GEOTÉCNICOS EN LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL DE NUEVOS PROYECTOS CARRETEROS EN MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

P R E S E N T A:

JUAN PABLO SÁNCHEZ LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JULIO CÉSAR ORANTES ÁVALOS

MORELIA, MICHOACÁN

OCTUBRE DE 2008

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quién me ha dado fe y fortaleza necesaria para salir siempre adelante, por darme salud y esperanza, por las personas que puso en mi camino para poder alcanzar esta gran meta.

A mis padres Rogelio Sánchez y Silvia Beatriz López, por su apoyo incondicional e invaluable.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por haberme abierto sus puertas, por otorgarme una beca para realizar mis estudios de posgrado y permitido ser parte de ella.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACyT, por haberme otorgado una beca y poder culminar mis estudios de posgrado satisfactoriamente.

Al programa de ECOES-Santander, por haberme otorgado una beca y poder desarrollar una estancia académica en la Universidad Autónoma de Querétaro.

A mi director de tesis y profesor, Dr. Julio César Orantes Ávalos, mi más sincero agradecimiento por apoyarme, dirigirme y asesorarme durante todo el tiempo de la investigación, por el tiempo valioso dedicado a este trabajo y compartir sus conocimientos.

A mis profesores de mis estudios de posgrado: Dr. Jorge Alarcón Ibarra, Dr. Carlos Chávez Negrete, MI. Julio Alejandro Chávez Cárdenas, Dr. Jesús Alberto Rodríguez Castro, MI. Jaime Saavedra Rosales, MI. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez, Dr. Eleazar Arreygue, Dr. Hugo Hernández Barrios, Dra. Elia Mercedes Alonso Guzmán, MI. Wilfrido Martínez Molina, Dr. José Carlos Rubio Ávalos, y Dr. Juan José Méndez Palacio, por haberme compartido sus conocimientos, darme una formación académica, su apoyo y amistad; sin su ayuda y conocimientos no estaría en donde me encuentro ahora.

Al Instituto Tecnológico de Tepic y sus profesores que me impartieron clases, por darme una formación académica sólida tanto para mi crecimiento profesional como personal con bases fuertes.

A mis amigos y compañeros de maestría, Cindy Lara Gómez, Gorky Gómez García, Damián Martínez Vargas, Juan Roberto Flores Prieto y Erick Oliver Cervantes Gutiérrez, por haber compartido con ellos tantas horas de estudio y trabajo, por haberme brindado su amistad, apoyo y paciencia.

A Nora Rojas Ayala Coordinadora del Centro de Información para la Gestión Ambiental de SEMARNAT por su gran apoyo para la realización y desarrollo del presente trabajo.

A los consultores, prestadores de servicio y funcionarios públicos por sus comentarios que enriquecieron y fortalecieron el presente trabajo.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIAS

A mis padres, Rogelio Sánchez E. y Silvia Beatriz López V., por su confianza, su gran apoyo incondicional, paciencia, comprensión y cariño, por ser como son, por ser los mejores padres que puede tener un hijo; porque sin ellos y sus enseñanzas no estaría aquí ni sería quien soy ahora.

A mis hermanos, Rogelio y Silvia Esther, por ser los mejores hermanos, guías, por su cariño y apoyo.

A mi abuelita, tíos, tías, primos y sobrinas, por su cariño y apoyo incondicional.

A mi país, por su riqueza invaluable de personas.

A todas las personas que han creído en mí.

Í N D I C E

Índice 6

Índice de figuras 8

Índice de tablas 10

Lista de abreviaturas 11

Resumen 13

Abstract 13

Introducción 14

Capítulo I. Antecedentes 16

I.1 Reseña histórica de la evaluación de impacto ambiental (EIA) 16

I.2 Concepto de impacto ambiental y EIA 22

I.3 Importancia de la EIA 24

I.4 Estructura de las manifestaciones de impacto ambiental 30

I.4.1 Descripción de los factores ambientales 33

I.4.1.1 Aspectos abióticos 33

I.4.1.2 Aspectos bióticos 39

I.4.1.3 Paisaje 42

I.4.1.4 Medio Socioeconómico 43

I.4.2 Legislación y normatividad 44

I.4.3 Metodologías para la identificación y evaluación del impacto ambienta 45

I.5 Estadísticas de las vías generales de comunicación 48

I.6 Importancia de los estudios geológicos-geotécnicos en las MIA´s 52

I.6.1 Documentos que se deben considerar en los estudios de geología y geotecnia. 56

I.6.2 Objetivos de los estudios geológicos-geotécnicos por cada tipo de actividad. 59

I.7 Costo de las EIA y las medidas de mitigación 62

I.8 Problemática asociada a la elaboración de las MIA´s en vías generales de comunicación en México. 63

Capítulo II. Objetivos y Justificación 65

II.1 Objetivos 65

II.2 Justificación 66

Capítulo III. Análisis de las manifestaciones de impacto ambiental 67

III.1 Selección del método de muestreo 67

III.2 Determinación de la muestra estratificada 68

III.3 Aspectos geológicos-geotécnicos considerados para el análisis de los estudios de MIA 71

Capítulo IV. Resultados 74

IV.1 Resultados del análisis de las MIA´s en los aspectos geológicos-geotécnicos 74

IV.2 Discusión de resultados del análisis de las MIA´s en los aspectos geológicos-geotécnicos 87

IV.3 Propuestas de mejoramiento en los aspectos geológicos-geotécnicos en las EIA de nuevos proyectos carreteros 88

Capítulo V. Conclusiones y perspectivas 91

V.1 Conclusiones 91
V.2 Perspectivas 93

Capítulo VI. Referencias 95

Anexos 99

Anexo I Glosario. 100

Anexo II Esquema metodológico orientativo del estudio de impacto ambiental 106

Anexo III Datos para presentar una MIA de proyectos de vías generales de comunicación, emitidos por la SEMARNAT 108

III.1 Datos para presentar una MIA modalidad regional 109

III.2 Datos para presentar una MIA modalidad particular 112

III.3 Listado de apéndices para elaborar MIA´s 114

Anexo IV Legislación Mexicana vigente en materia ambiental 116

Anexo V Relación de MIA de vías generales de comunicación 2005 y 2006 121

Anexo VI Matriz de análisis de las MIA´s 130

Anexo VII Aspectos técnicos a considerar en la elaboración de las MIA´s 143

VII.1 Relación de pruebas aplicables a suelos y parámetros que se obtienen 144

VII.2 Métodos de clasificación de macizos rocosos y métodos de clasificación de taludes en roca 147

VII.3 Contexto geomecánico y criterios de aceptabilidad para el diseño de taludes 150

Índice de figuras

Figura I.1 Definición de impacto ambiental como el cambio de calidad ambiental debido al proyecto. 22

Figura I.2 Valoración del medio (calidad ambiental). 26

Figura I.3 Proyectos autorizados y negados en la DGIRA del periodo enero del 2001 a junio del 2007 de la SEMARNAT. 49

Figura I.4 Proyectos ingresados y atendidos en la DGIRA del periodo enero del 1997 a junio del 2007 de la SEMARNAT. 50

Figura I.5 Proyectos ingresados y resueltos en las Delegaciones Federales de la SEMARNAT. 50

Figura I.6 Monto de la inversión autorizada con la emisión de resolutivos en la DGIRA del periodo enero del 2001 a junio del 2007 de la SEMARNAT (cifras en miles de millones de pesos). 51

Figura I.7 Número de empleos por sector con la emisión de resolutivos en la DGIRA del periodo enero del 2001 a junio del 2007 de la SEMARNAT.. 51

Figura III.1 Esquema de interacción de los aspectos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos analizados en las MIA´s. 72

Figura IV.1 Proyectos donde reportan la realización de estudios geotécnicos, mecánica de suelos o geomorfológicos. 79

Figura IV.2 Proyectos con zonas susceptibles a inestabilidad o que presentan otro tipo de problema, por lo que un estudio geotécnico o de mecánica de suelo es indispensable. 80

Figura IV.3 Proyectos que hacen referencia a la normatividad o recomendaciones técnicas en los aspectos geotécnicos-geologicos en los procedimientos constructivos correspondientes. 81

Figura IV.4 Proyectos donde se realiza la descripción de las obras y actividades del proyecto en cada una de sus etapas, a fin de identificar los aspectos relevantes del proyecto en relación con el ambiente en el caso de la geología, geomorfología y geotecnia. 82

Figura IV.5 Proyectos en los que se realiza la caracterización y el análisis del sistema ambiental en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo, tomando en cuenta sus características litológicas, geomorfológicas, de relieve, presencia de fallas y fracturamiento, susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, movimientos de tierra o roca y actividad volcánica, grado de erosión; así como tipo de suelo y sus características. 83

Figura IV.6 Proyectos en los que se realiza la identificación y el análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental a lo largo del tiempo hasta llegar a la situación actual, en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de geotécnicos. 83

Figura IV.7 Proyectos en los que se realizan la identificación y la descripción de los impactos que generará el proyecto así como afectaciones que sufrirá la estructura y funciones del sistema ambiental en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo. 84

Figura IV.8 Proyectos donde las medidas de mitigación están condicionadas o estan planteadas de acuerdo con los resultados de los estudios de geotecnia, mecánica de suelo o geomorfológicos en el aspecto de suelo. 84

Figura IV.9 Proyectos en los que se proponen estrategias y medidas de mitigación adecuadas para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto podría provocar en cada etapa de su desarrollo en los aspectos geomorfológicos, geológicos y geotécnicos, de acuerdo con las características del proyecto y del sistema ambiental 85

Figura IV.10 Proyectos que se realiza un pronóstico ambiental con el objeto de conformar un escenario resultante del desarrollo del proyecto incorporando las medidas de mitigación en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo 86

Figura IV.11 Proyectos en los que en los resolutivos se reporta la carencia de información suficiente para ser evaluados en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo. 86

Figura IV.12 Proyecto condicionados o sujetos a algún tipo de recomendación en los aspectos geológicos, geomorfológicos o de suelo. 87

Figura A.1 Esquema metodológico orientativo del estudio de impacto ambiental 107

Figura A.2 Datos básicos que debe incluir la descripción general de un afloramiento de macizos rocosos 147

Figura A.3 Aspectos que deben describirse en campo de macizos rocosos 148

Índice de tablas

Tabla I.1 Tipos de impactos ocasionados por proyectos carreteros. 27

Tabla I.2 Criterios de efectividad de un SEIA ambiental de C. Wood 30

Tabla I.3 Tipo de geomorfología según Marsh (1978). 36

Tabla I.4 Tipo de listas de chequeo de acuerdo a su nivel de desarrollo. 47

Tabla I.5 Proyectos autorizados y negados en la DGIRA del periodo de enero de 2001 a junio de 2007 de la SEMARNAT. 49

Tabla I.6 Desarrollo de las investigaciones *in situ*. 54

Tabla I.7 Influencia del medio geológico y del relieve en las planificaciones de las investigaciones *in situ*. 59

Tabla I.8 Influencias en el comportamiento geotécnico del terreno 61

Tabla I.9 Influencia de los procesos geológicos en la ingeniería y en medio ambiente 62

Tabla III.1 Proyectos de MIA por año y modalidad que cumplen los parámetros de selección para obtener la muestra. 68

Tabla III.2 Valores estandarizados de “Z” en función del grado de confiabilidad. 69

Tabla III.3 Valores del error asumido “Є” en función del tamaño de la población. 70

Tabla III.4 Valores de la probabilidad de la población que no presenta las características. 70

Tabla III.5 Determinación del tamaño de la muestra. 71

Tabla III.6 Escenarios analizados de los aspectos geológicos-geotécnicos. 71

Tabla IV.1 Resultados del análisis de las MIA´s. 75

Tabla A.1 Datos para presentar una MIA modalidad regional. 109

Tabla A.2 Datos para presentar una MIA modalidad particular. 112

Tabla A.3 Listado de apéndices de las guías para elaborar informes preventivos y manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de vías generales de comunicación. 114

Tabla A.4 Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental. 118

Tabla A.5 Relación de MIA de vías generales de comunicación 2005. 122

Tabla A.6 Relación de MIA de vías generales de comunicación 2006. 125

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s. 131

Tabla A.8 Relación de pruebas aplicables a suelos y parámetros obtenidos. 144

Tabla A.9 Métodos de clasificación de macizos rocosos y taludes de roca. 149

Tabla A.10 Contexto geomecánico y criterios de aceptabilidad para el diseño de taludes.. 150

Lista de abreviaturas

AASHTO: Asociación Americana de Estado de Carreteras y Funcionarios del Transporte (AASHTO, por sus siglas en inglés, American Association of State Highway and Transportation Officials), de los Estados Unidos de América

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente, es el organismo del Estado de Chile

DGIRA: Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, de la SEMARNAT

EEA: Evaluación Estratégica Ambiental

EIA: Evaluación de impacto ambiental

EsIA: Estudio de Impacto ambiental

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés, Food and Agriculture Organization)

IA: Impacto ambiental

IAIA: Asociación Internacional para la Evaluación de Impacto (IAIA, por sus siglas en inglés, International Association for Impact Assessment)

INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, de México

L.A.V.: Línea de alta velocidad

LFPA: Ley Federal de Protección al Ambiente, de México

LFPCCA: Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, de México

LGEEPA: La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de México

MIA: Manifestación de impacto ambiental

NEPA: Ley Nacional de Protección al Ambiente, de los Estados Unidos de América (por sus siglas en inglés NEPA, National Environmental Policy Act)

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, es una organización de cooperación internacional

PEIA: Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental

PVSM: Peso volumétrico seco máximo

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

RMR: Valoración de macizo rocoso (RMR, por sus siglas en inglés, Rock Mass Rating)

RQD: Índice de calidad de la roca (RQD, por sus siglas en inglés, Rock Quality Designation)

SAR: Sistema Ambiental Regional

SARH: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transporte

SEDUE: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SEMARNAT: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

SMR: Valoración del macizo, calidad para deslizamiento de taludes (SMR, por sus siglas en inglés, Slope Mass Rating)

SRMR: Valoración del macizo rocoso, calidad para deslizamiento de taludes (SRMR, por sus siglas en inglés, Slope Rock Mass Rating)

SSA: Secretaría de Salubridad y Asistencia

VRS: Valor relativo de soporte

Resumen

En el presente trabajo de investigación se realiza un análisis de las manifestaciones de impacto ambiental de nuevos proyectos carreteros de competencia Federal que han sido presentados y evaluados tanto en oficinas centrales de la SEMARNAT (DGIRA) como en las diversas oficinas de las Delegaciones Federales de la misma Secretaría. La investigación se centra fundamentalmente en los estudios geológicos-geotécnicos que integran estos estudios de las manifestaciones de impacto ambiental MIA´s, su vinculación con el proyecto carretero y con el sistema ambiental, así como a las medidas de mitigación. Se inicia esta investigación describiendo los antecedentes respecto a las evaluaciones de impacto ambiental, haciendo énfasis en la integración adecuada de los estudios geológicos-geotécnicos. Posteriormente se hace el análisis detallado de estos mismos aspectos en las MIA´s.

Los resultados muestran que la mayor parte de las MIA's no presentan ni los estudios técnicos, ni la descripción adecuada del sistema ambiental, ambos necesarios para la correcta evaluación de los posibles Impactos. También muestran que hay una importante falta de vinculación de los diversos elementos de las manifestaciones, sin embargo los proyectos en su mayoría son aprobados. Por lo que se concluye, que el sistema de evaluación en proyectos carreteros carece de efectividad en los aspectos geológicos-geotécnicos, que es necesario tomar más en cuenta las Guías para la presentación de las MIA's, así como fundamentar las medidas de mitigación en los estudios técnicos pertinentes. Con base en esto se hacen propuestas de mejoramiento tanto al Sistema de evaluación como para la presentación de las MIA's.

Abstract

This research work is an analysis of the manifestations of environmental impact of new competition Federal highway projects that have been submitted and evaluated both in central offices of SEMARNAT (DGIRA) and the various offices of the federal Secretary itself. The investigation focuses primarily on geological studies, geotechnical studies that make up these manifestations of MIA's environmental impact, its relationship with the highway project and the environmental system, as well as mitigation measures. It begins by describing the background to this investigation with regard to environmental impact assessments, with emphasis on the integration of geological-geotechnical studies. It was subsequently made a detailed analysis of these same issues in the MIA's.

The results show that most of the MIA's does not have neither the technical studies, nor the appropriate description of the environmental system, both necessary for proper assessment of potential impacts. They also show that there is a significant lack of linkage of the various elements of the demonstrations, though most of the projects are approved. So it is concluded that the system of evaluation projects in highway lacks effectiveness in geotechnical-geological aspects, it is necessary to better take into account the Guidelines for the presentation of the MIA's, as well as substantiate the mitigation measures in relevant technical studies. Based on these proposals are making for improving both the evaluation system for the presentation of the MIA's.

Introducción

El presente trabajo de investigación pretende contribuir a la preservación de la calidad del medio ambiente mediante el mejoramiento de la elaboración y presentación de las MIA's de nuevos proyectos carreteros en los aspectos geológicos-geotécnicos, así como del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en México. Se busca que los diferentes actores del proceso tengan todos los elementos necesarios para realizar una correcta Evaluación de Impacto Ambiental. Es pertinente señalar que ésta investigación está enfocada únicamente al análisis de Manifestaciones de Impacto Ambiental de competencia Federal, de nuevos proyectos carreteros. Se decidió trabajar con MIA's presentadas en 2005 y 2006 disponibles en la red, buscando analizar las Manifestaciones más recientes, sin embargo, las correspondientes a 2007 no se incluyeron pues al momento de estar realizando el análisis de la información aún no se tenían los resolutivos correspondientes a los proyectos de este periodo. Sobra decir que todos los resultados de este trabajo son fruto de un análisis serio y detallado de información pública disponible y que tanto las conclusiones a las que nos lleva el análisis de los resultados, como las propuestas realizadas fueron elaboradas con ánimo de ser propositivos y de hacer críticas constructivas que permitan alcanzar estas mejorías tanto a las MIA's como al Sistema.

En el Capítulo I, se presentan los antecedentes, iniciando con una breve reseña de la evolución que ha tenido la evaluación de impacto ambiental, desde sus inicios hasta la fecha, destacando los principales avances e innovaciones, tanto a nivel nacional como internacional. Así mismo se presenta la importancia que tiene dicha evaluación, como está estructurada y los aspectos legales relacionados con su realización; para posteriormente describir la problemática asociada a la realización de los estudios de impacto ambiental y particularmente en los aspectos geológicos-geotécnicos. Con base en estos antecedentes, se establecieron los objetivos del presente trabajo, los cuales se enuncian en el Capítulo II.

En el Capítulo III se presenta la metodología que se siguió para realizar el análisis de las manifestaciones de impacto ambiental, desde la selección de la muestra, hasta el proceso y los criterios en los aspectos geológicos-geotécnicos que se tomaron en consideración para llevar a cabo la presente investigación.

En el Capítulo IV se presentan los resultados del presente trabajo de investigación, en donde se ilustran las deficiencias e inconsistencias que se observaron en las MIA's.

Posteriormente se presentan las propuestas de mejoramiento, las cuales pretenderían proporcionar los elementos necesarios para el adecuado funcionamiento de las evaluaciones de las manifestaciones de impacto ambiental, cabe mencionar que dichas propuestas fueron enriquecidas y fortalecidas por comentarios realizados por prestadores de servicio, consultores, servidores públicos e investigadores. Estos resultados muestran que hay serias inconsistencias en la elaboración de las MIA's, en primer lugar porque hay un gran número de proyectos que no presentan los estudios geológicos-geotécnicos que permitan identificar los impactos del proyecto, ni proponer las medidas de mitigación necesarias y adecuadas al problema. Es bien sabido que este tipo de estudios es parte fundamental de la correcta elaboración de proyectos carreteros y por consiguiente de sus MIA's. Es importante señalar que la inclusión de estos estudios se vería reflejada en los resultados tanto en lo técnico como en lo económico de los mismos proyectos.

Por último en el Capítulo V se presentan las conclusiones del trabajo con base a la investigación realizada y con apego a los objetivos propuestos inicialmente, además se menciona las perspectivas que se tiene para futuras investigaciones.

Cabe mencionar que también se presentan algunos anexos en los cuales se presenta tanto el análisis detallado de las MIA's analizadas, de acuerdo al muestreo estadístico realizado, para aquellas personas que quisieran revisar a detalle los aspectos observados en cada una de las MIA's, como una serie de información complementaria que podría resultar útil para los relacionados con las MIA's.

Capítulo I. Antecedentes

I.1 Reseña histórica de la evaluación de impacto ambiental

Las Evaluaciones de Impacto ambiental surgen hace más de medio siglo, como un reclamo de la sociedad, dada la necesidad de prevenir y controlar los efectos adversos a la contaminación del medio ambiente, sin embargo estas han ido evolucionando y las autoridades correspondientes han ido legislando al respecto.

Los años 60´s

Las primeras legislaciones en el campo ambiental se dirigieron a vigilar la contaminación del agua, aire y suelo causadas por actividades industriales, dichas legislaciones aparecieron en los años 60´s debido a influencias de grupos ecologistas.

En 1969 surgió la Ley Nacional de Protección al Ambiente, (NEPA, por sus siglas en inglés, National Environmental Policy Act), de los Estados Unidos de América, que entró en vigor el primero de enero de 1970 y que marcó el camino a seguir para el resto de los países industrializados. La NEPA contempla todos los aspectos de la conservación de la naturaleza y del medio ambiente de forma integrada. Una de las novedades de esta Ley es la estructuración del procedimiento de la evaluación de impacto ambiental EIA, en la

forma en la que se realiza actualmente, aún cuando hay diferentes modificaciones, en el resto de países.

La forma de decidir si un proyecto necesita pasar por el procedimiento de EIA es mediante el llamado proceso de *screening*, que se podría traducir como encuadre. El *screening* es un estudio que debe tener todo proyecto para determinar la necesidad o no debe de ser evaluado. Las EIA deben ser realizadas por un equipo multidisciplinario, con expertos en distintas áreas de las ciencias naturales, de las ciencias sociales y de gestión. Además establece la necesidad de información a la sociedad (instituciones y particulares) y de la participación de ésta en el proceso de evaluación. La NEPA también establece la obligatoriedad de analizar desde un punto de vista ambiental todas las políticas, planes y programas vigentes y aglutina en un solo instrumento la legislación existente sobre espacios naturales protegidos y de control de la contaminación. Los objetivos generales son el mantenimiento, restauración y potenciación del ambiente en forma integral (Garmendia *et al.*, 2005).

Los años 70´s

Cuando se creo la Comunidad Europea no se consideró una política para la protección del medio ambiente, lo que puede ser una de las razones de la incorporación tardía de la normativa ambiental en el ámbito europeo. En la comunicación de la Comisión de julio de 1971, debido a la influencia de la NEPA de los Estados Unidos y de algunas organizaciones ecologistas europeas, se planteó por primera vez la necesidad de tener en cuenta la calidad de los recursos naturales y de las condiciones de vida en la definición y organización del desarrollo económico de Europa.

La conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano en 1972, conocida como la Conferencia de Estocolmo, desarrollada a partir de una amplia agenda sobre el uso de los recursos naturales, constituyó en el primer esfuerzo global para enfrentar los problemas ambientales transfronterizos y domésticos. Uno de sus principales logros fue el de señalar las amenazas generadas por la contaminación industrial y el desarrollo económico sobre el medio ambiente natural, un reflejo de las preocupaciones de los países desarrollados convocantes de la reunión.

El primer instrumento jurídico que reguló en México las actividades del ser humano con el fin de evitar, prevenir y controlar la contaminación ambiental, fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (LFPCCA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1971. Aunque en la LFPCCA no se contemplaba aún el término impacto ambiental, sí se consideraba un mecanismo similar.

Los años 80´s

A pesar de todas las buenas intenciones y de las legislaciones nacionales que aparecieron en diferentes países europeos, no hubo una propuesta europea para elaborar una Directiva sobre la Evaluación de Impacto Ambiental hasta 1980, que no aparecerá hasta 1985, debido a las fuertes diferencias y a las presiones de diversos países y sectores económicos que veían en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental un peligro para la rentabilidad de sus empresas.

La Directiva sobre Evaluación de las Incidencias de los Proyectos Públicos y Privados sobre el Medio Ambiente (85/337/CEE) obliga a todos los países miembros a desarrollar legislaciones nacionales de Evaluación de Impacto Ambiental en las que debían verse reflejados, al menos, los supuestos básicos de la misma, aunque estas legislaciones nacionales pueden ser más restrictivas, adaptándose así a las necesidades de cada país. Si se compara esta directiva con la NEPA de los Estados Unidos de América, desarrollada en 1969, sorprende que la primera Directiva Europea sobre éste tema tenga tantas carencias. El tercer Programa de Acción sobre el Medio Ambiente (1982-1986), establecía ya la necesidad de evaluar el impacto de las nuevas actuaciones sobre el medio, tanto de proyectos como de políticas y programas. Pero este procedimiento ha de ser unificado en toda la Comunidad Europea, para evitar desequilibrio. Para esto se establecieron algunos principios, como que la evaluación debe efectuarse sobre la base de una información adecuada, proporcionada por el promotor y completada por las autoridades y por el público susceptible de ser afectado por el proyecto. Además se crean líneas de financiamiento para las acciones propuestas (Garmendia *et al.*, 2005).

Países como el Congo establecerían la evaluación de impacto ambiental (EIA) como requisito indispensable para un conjunto de proyectos desde 1986 (Decreto 86/775 de 7/06/86); de manera clara serían definidos los tipos de proyectos sujetos a la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y los criterios y principios considerados en tales documentos. Es de destacar, que la lista indicativa de estos criterios no solamente incluía los aspectos usualmente estudiados como parte del entorno, y sobre los cuales recaen los impactos (clima, suelo, flora, fauna), sino además otros que apenas comienzan a ser debidamente valorados en tales estudios, en países como el nuestro. Así, por ejemplo, es considerada la protección de las riquezas históricas, a través de la evaluación de sitios arqueológicos y monumentos históricos destacados, y patrimonio artístico y cultural; en el impacto socioeconómico incluye aspectos poblacionales tales como economía local, transportes, comercio, telecomunicaciones, turismo, demografía y equipamientos deportivos, entre otros (Ecolex, 2001).

Quizá de manera pionera en Latinoamérica, Brasil, a través de la Resolución 01 del 23 de enero de 1986, del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), introduciría las definiciones, criterios básicos y directrices generales de la EIA, como instrumento de

política nacional del medio ambiente. Como directrices generales contemplaba, entre otras, el estudio de las alternativas técnicas y de localización del proyecto; la identificación y evaluación sistemática de los impactos generados en las fases de implementación y operación; y la definición del área de influencia. Además, y de forma descriptiva, indicaba los tópicos que debía incluir el EsIA: diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto, análisis de los impactos ambientales y de sus alternativas, definición de medidas de mitigación de los impactos negativos y la elaboración de un programa de monitoreo.

Tras celebrarse la Cumbre de Río en 1992, cuando menos una tercera parte de los países africanos habían introducido nuevas políticas, leyes y procedimientos de EIA; sin embargo su alcance seguirá siendo limitado, entre tanto no se constituyan las EIA como componentes inseparables de los procesos de toma de decisiones (PNUMA, 2000).

En México, el 11 de enero de 1982, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA), que abrogó a la LFPCCA. En esta nueva ley se incorporó la definición de los términos impacto ambiental y manifestación del impacto ambiental y se estipuló en qué casos sería necesario que los particulares presentaran este tipo de documento. Sin embargo, la obligación de elaborar una manifestación de impacto ambiental se limitaba a los proyectos que “puedan producir contaminación o deterioro ambiental”, lo que permitía la discrecionalidad y subjetividad para determinar cuáles proyectos debían sujetarse a la aprobación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Además, las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y de Salubridad y Asistencia (SSA) tenían atribuciones para participar en la aplicación de la LFPA.

En 1986 se publicó una nueva Ley Forestal y en marzo de 1988 entró en vigor la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), con la que se abrogó la LFPA y da inicio formal en México del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, así mismo en este año se publicó su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). Sin duda, éste fue uno de los momentos más importantes en la historia de la legislación ambiental, pues por primera ocasión se contaba con un marco legal sobre la evaluación del impacto ambiental como un instrumento de la política ecológica que contaba con un reglamento específico.

Estas reformas tuvieron su justificación en las deficiencias que había mostrado su aplicación; varias de esas deficiencias se presentaban durante la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental (PEIA). La reforma tuvo como objetivo paralelo, fortalecer la aplicación de los instrumentos de la política ambiental, particularmente la Evaluación de Impacto Ambiental, todo ello orientado a lograr que esos instrumentos cumplieran con su función, que se redujeran los márgenes de discrecionalidad de la autoridad y que se ampliara la seguridad jurídica de la ciudadanía

en materia ambiental. A partir de la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988, surge el inicio formal de las Evaluaciones de Impacto Ambiental. En 1996 se realizó una reforma para fortalecer principalmente a la aplicación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental el cual se define como "la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza" mientras que el desequilibrio ecológico fue definido como "la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente, la transformación y el desarrollo del hombre y demás seres vivos". La ley define a la manifestación de impacto ambiental como "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" (SEMARNAT, 2002a).

Los años 90´s

Al principio de los años 90´s ya se habían reducido la mayor parte de los temores y subsanado los problemas técnicos de la Evaluación de Impacto Ambiental. El Cuarto Programa Comunitario de Acción en Materia de Medio Ambiente (1987-1992), se concentró en la prevención de la contaminación y el control de las sustancias contaminantes, en la mejora de la gestión de los recursos naturales, hidráulicos y agrícolas (incluyendo por primera vez el análisis ambiental de las prácticas agrícolas), en el apoyo a la cooperación en materia ambiental con los países en vías de desarrollo y en la aplicación eficaz de la Directiva de Evaluación de Impacto Ambiental.

En este contexto apareció la Directiva 90/313/CE de libertad de acceso a la información ambiental y se firmó el Convenio sobre Evaluación de Impacto en el Medio Ambiente en un contexto transfronterizo (Espoo, 1991), en el que los países firmantes se comprometieron a realizar evaluaciones de impacto ambiental.

En el mismo año se firmó el Convenio para la Conservación de las Zonas Húmedas y sus Valores y un año más tarde, se celebró la Cumbre de Rio de Janeiro sobre Diversidad y Cambio Climático, en la que se estableció la necesidad de parar, o al menos frenar en lo posible, el calentamiento global del planeta, producido por la emisión de gases de efecto invernadero. También se discutió la forma de conservar la biodiversidad del planeta, incluyendo fórmulas que permitieran el desarrollo de los países que contienen esta biodiversidad.

Para inicios de la década de los 90´s la mayor parte de los países habrían creado una amplia gama de mecanismos institucionales de protección y mejoramiento del medio ambiente. Mención especial merece nuestro vecino geográfico Venezuela, primer país de la Región en crear oficialmente un ministerio para la administración ambiental – Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), que favoreció el

desarrollo de una amplia base legislativa en materia ambiental; sin embargo, la EIA como instrumento preventivo, sólo sería incluida en 1992 como norma técnica en la Ley Penal del Ambiente. Posteriormente, a través del Decreto 1257 de 25 de abril de 1996, se dictarían las normas sobre evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el medio ambiente.

En esta década cristalizó legalmente, la adopción de la EIA como instrumento preventivo al servicio de la planificación del desarrollo, fruto, entre otros, de las preocupaciones globales en torno a los procesos de degradación detectados, promovidos por los modelos de desarrollo pasados; la expresión formal de tales preocupaciones, se haría en eventos globales como los ya anotados, caso de la Conferencia de Estocolmo y la Cumbre de Río. Esta última, en su Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, aún cuando no revestía obligatorio cumplimiento, expresaba en su Principio 17, el deber que acude a las naciones de emprender la EIA como instrumento de evaluación, previa ejecutoria de cualquier actividad presumiblemente dañina para el entorno.

Acercándose la terminación del siglo XX, algunos países de gran relevancia económica en Latinoamérica, carecían de legislación en materia de EIA bajo un enfoque integrador, caso de la república de Argentina y Chile. El primer país representa un caso simbólico, ya que en la actualidad carece de una norma de carácter nacional que regule la materia; sin embargo, algunos de sus municipios, autónomos para el manejo de sus asuntos locales, han ido acogiendo gradualmente disposiciones sobre EIA en sus cartas orgánicas (Garmendia *et al.*, 2005).

El siglo XXI

En el Sexto Programa de Acción de la Comunidad Europea en Materia de Medio Ambiente (2001-2010), se pretende intensificar las políticas medioambientales. Por un lado, concientizando a la población de que sus actividades también afectan al medio ambiente, por otro, intentando resolver cuatro problemas principales: el cambio climático, la protección de la biodiversidad, el medioambiente y la salud y la sostenibilidad.

La capacidad preventiva de las evaluaciones de impacto ambiental de los proyectos se pierde en muchas ocasiones debido a que estos proyectos son necesarios para la realización de un plan o de un programa que no ha sido evaluado ambientalmente en su conjunto. Para poder poner en marcha el mecanismo preventivo de estos impactos en necesario un análisis ambiental de las estrategias en las que se encuadran los proyectos concretos. Esto es lo que se denomina la Evaluación Estratégica Ambiental (EEA) y ha dado lugar a una nueva Directiva Europea que subsana este vacío: la Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la Evaluación de los Efectos de Determinados Planes y Programas en el Medio Ambiente, que es el punto de partida para el desarrollo de las legislaciones nacionales que regularán la Evaluación Ambiental

Estratégica. Tiene todavía la limitación de los tipos de políticas, planes y programas que son analizados, ya que sólo se analizan las políticas y estrategias de los estados y las administraciones públicas, pero se deja sin analizar las políticas o estrategias del sector privado (Garmendia *et al.*, 2005).

Actualmente, en muchos países, la EIA es considerada como parte de las tareas de planeación; superando la concepción obsoleta que le asignó un papel posterior o casi último en el procedimiento de gestación de un proyecto, que se cumplía como un simple trámite tendiente a cubrir las exigencias administrativas de la autoridad ambiental, después de que se habían tomado las decisiones clave de la actividad o del proyecto que pretendía llevarse a la práctica. Por ello, en una concepción moderna, la Evaluación de Impacto Ambiental es una condición previa para definir las características de una actividad o un proyecto y de la cual derivan las opciones que permiten satisfacer la necesidad de garantizar la calidad ambiental de los ecosistemas donde estos se desarrollarán.

I.2 Concepto de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental

El Impacto Ambiental puede ser definido como la alteración de la calidad en uno o más de los componentes del medio, ocasionado ya sea por un proceso natural o bien por un proyecto o actividad de tipo antropogénica (Moreira, 1992; Sanz, 1987). Este impacto puede ser representado por la diferencia existente entre la evolución de las condiciones del medio ambiente, en un tiempo y espacio determinados, con y sin las modificaciones ocasionadas por un proyecto o actividad (Waathern, 1988), lo cual también se conoce como alteración neta (Conesa, 1996). Los impactos ambientales pueden tener un sentido positivo, cuando implican un mejoramiento de la calidad ambiental, o bien negativo, en caso contrario (Figura I.1).

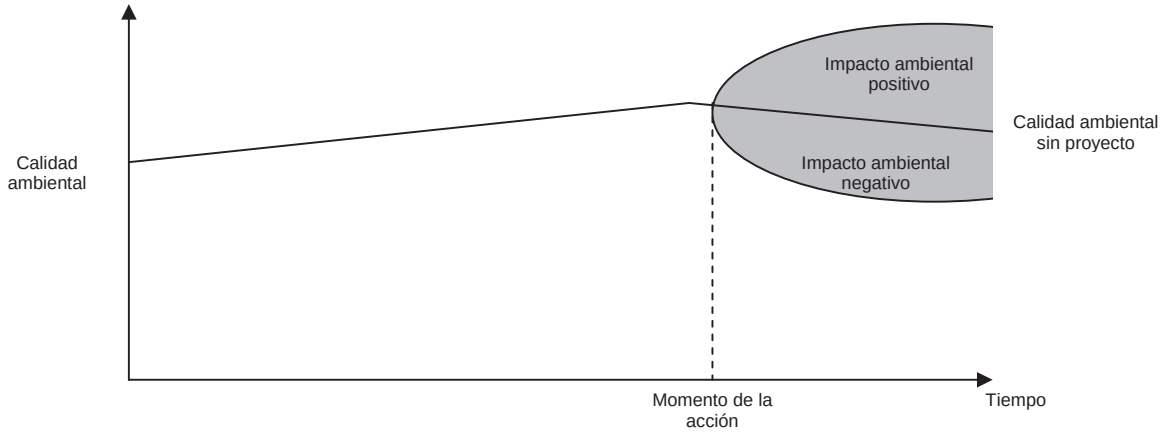


Figura I.1. Definición de impacto ambiental como el cambio de calidad ambiental debido al proyecto.

Sin embargo, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) definen el Impacto Ambiental como: "…la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de 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".

Los impactos ambientales se caracterizan por varios factores, entre los cuales son considerados (Sanz, 1987):

- En las técnicas de valoración de impactos
- 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 (-).
- Benéficos o adversos
- Significativos o no significativos
- Mitigables o no mitigables, reversibles o irreversibles, y
- Se pueden presentar en el corto, mediano y/o largo plazos

Por otro lado la evaluación de impacto ambiental, puede definir como "la actividad, procedimiento o proceso dirigida a identificar, prever, interpretar y comunicar información a las personas encargadas de la toma de decisiones a tener en cuenta los posibles efectos o consecuencias futuras de una acción presente o propuesta de los proyectos de inversión sobre la calidad ambiental y la productividad de los recursos naturales, así como la recolección y la organización de los datos que los planificadores necesitan para lograr que los proyectos se hagan compatibles con los principios de desarrollo sustentable tomando en cuenta las consecuencias de una determinada acción sobre la salud y el bienestar humano" (acción: "cualquier proyecto de ingeniería, propuesta legislativa, política, programa o procedimiento operacional") (Glasson *et al*., 1999, Horberry, 1984 y Munn, 1975, Asociación Internacional para la Evaluación de Impacto; IAIA, por sus siglas en inglés, International Association for Impact Assessment).

En cambio en la LGEEPA la evaluación de impacto ambiental es definida como "el procedimiento a través del cual la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 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 ambiente.

El objetivo de la Evaluación de Impacto Ambiental es asegurar que los problemas potenciales se hayan identificado al inicio de la fase de planificación y diseño del proyecto a través de los estudios complementarios, tales como: geológicos, edafológicos, faunísticos, florísticos, forestales, socio-económicos, de calidad del agua, aire, etc. Para este fin, los resultados de la evaluación deben comunicarse a los diferentes grupos responsables de la toma de decisiones del proyecto propuesto: a los proyectistas e inversionistas, legisladores, planificadores y políticos.

La EIA admite varias aproximaciones en su definición, las cuales son interdependientes entre sí, estas son (Gómez, 2003):

- Aproximación conceptual: percibe la EIA como un proceso de análisis conducente a la formación de un juicio previo, lo más objetivo posible, acerca de la importancia que tienen los impactos generados por actividades desarrolladas por el hombre –proyectos- y las posibilidades existentes para su prevención de ocurrencia, o reducción a niveles aceptables.

- Aproximación administrativa: se enfoca la EIA como un procedimiento de carácter administrativo, que conduce a la aceptación, modificación o rechazo definitivo de un proyecto sometido a evaluación, con base en la incidencia que éste tenga en el medio.

- Aproximación técnica: entiende la EIA como un proceso analítico que busca identificar (relaciones causa-efecto), predecir (cuantificar), valorar (interpretar), prevenir, y comunicar (participación pública) el IA de un proyecto en caso de que éste sea ejecutado. De esta forma, la EIA desde la aproximación técnica, representa la herramienta fundamental para la toma de decisiones desde la esfera de la administración, o soporte para la aproximación administrativa.

Algunos consideran a la evaluación ambiental como una evaluación breve o preliminar para determinar si existen impactos negativos y, si es así, proceder a elaborar el estudio de impacto ambiental (Mendoza, 2008).

I.3 Importancia de la EIA

Las siguientes, son algunas de las razones por las cuales se considera la EIA de primera importancia, como prerrequisito para la ejecución de cualquier proyecto o actividad enmarcada en el mismo (Conesa, 1996):

- Mejorar el entorno y calidad de vida humanos
- Evitar graves problemas ecológicos
- Canalizar la participación ciudadana
- Ayudar a perfeccionar el proyecto

Las evaluaciones ambientales enfatizan la identificación oportuna de problemas ambientales en el ciclo del proyecto para diseñar obras con mejoras técnicas-ambientales y así evitar, atenuar o compensar los impactos adversos que pueden ser producidos. El cumplir los procedimientos recomendados para las evaluaciones ambientales, posibilita a los diseñadores y organismos ejecutores a tratar inmediatamente las consideraciones ambientales, reduciendo así las necesidades subsecuentes de imponer limitaciones al proyecto y evitando los costos y demoras en la implantación que podrían surgir a raíz de los problemas no anticipados, además de proporcionar un mecanismo formal para coordinación interinstitucional y para tratar las preocupaciones de los grupos afectados y organizaciones no gubernamentales locales, alertando pronto a los diseñadores del proyecto, a las agencias ejecutoras y su personal, sobre la existencia de problemas, desempeñando un papel central en el fortalecimiento de la capacidad ambiental del país, por lo que las evaluaciones ambientales:

- Posibilitan tratar los problemas ambientales de manera oportuna y práctica;
- Reducen la necesidad de imponer limitaciones al proyecto, porque se puede tomar los pasos apropiados con anticipación o incorporarlos dentro del diseño del proyecto; y,
- Ayudan a evitar costos y demoras en la implementación producidos por problemas ambientales no anticipados.

Al igual que los análisis económicos, financieros, institucionales y de ingeniería, la evaluación ambiental forma parte de la preparación de un proyecto, y por tanto es responsabilidad del prestatario. La evaluación ambiental se encuentra íntimamente ligada a otros aspectos de la preparación del proyecto, lo cual garantiza que:

- Las consideraciones ambientales cobren su debida importancia durante la toma de decisiones referentes a la selección, ubicación y diseño del proyecto; y,
- Su realización no retrase indebidamente el procesamiento del proyecto.

La efectividad de un Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se da cuando realmente minimiza los impactos ambientales negativos de proyectos y es función de diferentes factores, entre los cuales destaca la estructura del sistema, es decir las características y propiedades del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

La EIA, concebida como un instrumento de la política ambiental, analítico y de alcance preventivo, permite integrar al ambiente un proyecto o una actividad determinada; en esta concepción el procedimiento ofrece un conjunto de ventajas al ambiente y al proyecto, invariablemente, esas ventajas sólo son apreciables después de largos períodos de tiempo y se concretan en economías en las inversiones y en los costos de las obras, en

diseños perfeccionados e integrados al ambiente y en una mayor aceptación social de las iniciativas de inversión.

Siempre se deberían incluir todos los elementos ambientales posibles, estudiando para cada uno de ellos, los factores ambientales que mejor definan el cambio en su calidad (Figura I.2).

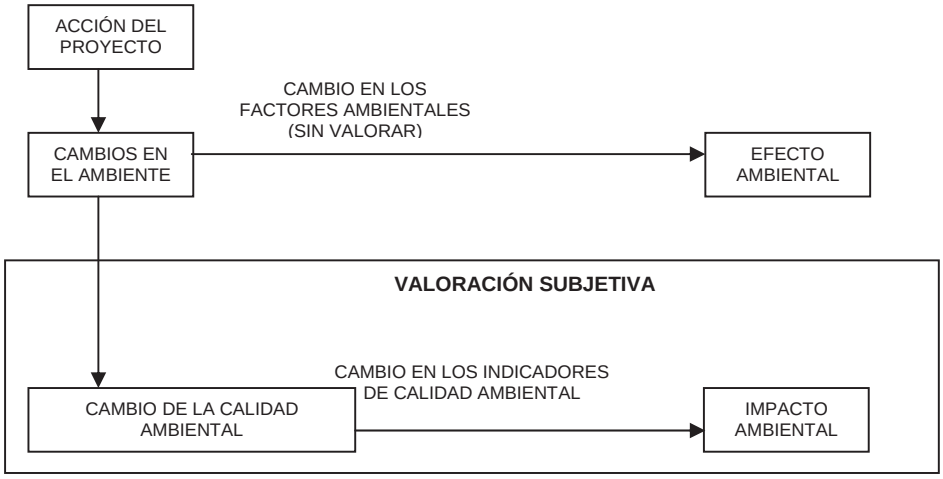


Figura I.2. Valoración del medio (calidad ambiental) (Garmendia *et al.*, 2005).

Una primera consideración es el origen o la causa de este cambio ambiental. Para poder hablar de un efecto ambiental o de un impacto ambiental, éste tiene que estar producido directa o indirectamente por una actividad humana, o en el caso de la evaluación de una obra o actividad concreta, el efecto ha de ser debido a la actividad que se está estudiando. Los valores de las variables ambientales en un territorio concreto cambian con el tiempo de forma natural, lo que dificulta esta determinación. En un segundo paso, para que este efecto ambiental se pueda considerar un impacto, es necesaria una valoración positiva o negativa de este cambio de calidad ambiental.

Es importante tener en cuenta que una acción no suele tener únicamente repercusiones en un único elemento ambiental o en una única variable, sino que normalmente afectará a varios factores ambientales e incluso puede tener valoraciones diferentes para cada uno de ellos (Garmendia *et al.*, 2005).

Cabe hacer mención que para lograr una adecuada planeación y un buen proyecto de una carretera, debe contarse con la participación y experiencia de un equipo interdisciplinario para minimizar los impactos ambientales que se puedan producir por la construcción, tratando de que teóricamente no se produzcan.

Dentro de los impactos positivos e impactos negativos (Tabla I.1) que pueden producirse si no se cuidan los conceptos de una adecuada planeación y buen proyecto, que

proporcionan los proyectos carreteros se mencionan a título enunciativo, más no limitativo, tenemos los siguientes (Martínez y Damián, 1999):

Tabla I.1 Tipos de impactos ocasionados por proyectos carreteros.

Los impactos positivos	Los impactos negativos
• Mejores vías de comunicación • Menores costos de transporte • Menores tiempos de recorrido • Acceso a otros mercados • Fortalecimiento de economía local • Transitabilidad permanente • Incremento del comercio • Acceso a educación • Generación de empleo • Acceso a tecnologías • Desarrollo social • Acceso a servicios médicos	• Erosión y sedimentación • Modificación de hidrología natural • Contaminación del suelo • Explotación excesiva de bancos de materiales • Tala de bosques • Contaminación del aire • Cambio en la tenencia de la tierra • Emigración de la población local • Degradación de paisajes • Cambios culturales • Afectaciones a la flora y fauna endémica • Cambio de cultivos

La primera tarea que se debe realizar es definir claramente los objetivos del proyecto; es decir, establecer con claridad qué fines se persiguen, cuáles son los beneficios que se pretenden generar, a quiénes se intenta beneficiar y cómo serán impactados los habitantes que se pretende hagan uso de la nueva infraestructura, la componente ambiental debe ser analizada y valorada, ya que puede constituirse en la parte crítica para la aceptación o no del proyecto. Es sabido que la ubicación del camino constituye la decisión más crítica en cuanto a su construcción. Está determinará, en mayor medida, el tipo y la magnitud de los impactos ambientales y sociales que causarán. Resulta imprescindible el contar, durante las fases de planeación, proyecto y construcción, con equipos multidisciplinarios que permitan visualizar con claridad la magnitud de los impactos ambientales que se generarán con el proyecto, además de establecer las medidas de mitigación por incluir y su correspondiente seguimiento. En el caso de México, el análisis ambiental normalmente se inicia una vez seleccionada una alternativa y realizado el proyecto ejecutivo, bajo el enfoque de minimizar los impactos adversos que la obra generará, únicamente durante su construcción.

Como resultado de un buen proceso de evaluación de impacto ambiental, al final se cuenta con una obra de infraestructura: (I) acorde a las necesidades y expectativas de los usuarios, (II) con el mínimo de problemas durante la etapa de construcción, (III) con el mínimo impacto ambiental y (IV) con el máximo beneficio para todos.

La utilidad de los estudios de impacto ambiental ha sido cuestionada desde el punto de vista de si los redactores del estudio de impacto pueden sesgar la información o no, especialmente cuando trabajan para el organismo que propone la actuación o trabajan como consultores externos de organismos públicos o entidades del sector privado que son promotores del proyecto, poco podemos hacer para eliminar esta preocupación. Quizás, el argumento más sólido contra la presencia de sesgos en los estudios es que si los dirigen ingenieros y planificadores que tienen una formación y experiencia, sus propios códigos éticos profesionales y personales harán que realicen el trabajo más apropiado dentro de las limitaciones del mismo. Es previsible que cada persona trabaje del modo más expeditivo y apropiado, descubriendo al completo toda la información pertinente que se encuentre, sin embargo, una de las dificultades reales es que en muchos casos, la información sobre la actuación propuesta o las condiciones ambientales del entorno esta incompleta. El posible sesgo puede aparecer en cualquier actividad de un estudio de impacto; por eso, es necesario documentar cuidadosamente las tareas del desarrollo del estudio, una de las maneras para evitar esta circunstancia es que los redactores del estudio de impacto o de la evaluación ambiental cuestioné de la independencia la información sobre la actuación propuesta o sobre el medio ambiente. Además, la utilización de información proveniente de proyectos parecidos puede ser muy útil en el análisis.

Se puede decir que se han obtenido pocos beneficios de la realización de estudios de impacto ambiental durante las dos últimas décadas. Este punto de vista parte de las montañas de informes que se han realizado, muchos de los cuales podrían denominarse enciclopédicos y muchos de los cuales han sido olvidados tan pronto como se ha recibido el permiso o se ha tomado la decisión de continuar con la construcción y la explotación del proyecto. Por otra parte, se pueden citar numerosos ejemplos en los que no se ha completado el proyecto debido a la preocupación ambiental o en los que el diseño o el tamaño del proyecto ha sido alterado para hacerlo más compatible desde el punto de vista ambiental. Según esto, y de acuerdo con el espíritu general y la intensión de la NEPA, el objetivo global debería ser utilizar los procesos de EIA para facilitar la incorporación del medio ambiente como un factor más en la toma de decisiones del proyecto, junto con lo factores técnico y económicos y posteriormente desarrollar el proyecto y su ubicación de tal manera que se obtenga un proyecto adecuado desde punto de vista ambiental.

Algunos beneficios potenciales de EIA en los países en vías de desarrollo tienen que ver con el hecho de que éste proceso permite potenciar la asunción de consideraciones ambientales por parte de los promotores, facilita la obtención de una mejor información sobre los proyectos, ayuda a identificar, intereses puntos de acuerdo y consulta con los grupos interesados, aumentar la experiencia y dominio técnico y, favorece la toma de decisiones de mejor calidad. Las limitaciones del proceso de EIA están relacionadas con

la fragmentación de autoridad entre los organismos del gobierno, el poder de los principales sectores de desarrollo, toma de decisiones sin coordinación, una falta de concienciación dentro del gobierno central o a nivel local, una falta de criterios básicos de valoración y la falta de recursos técnicos y financieros.

El proceso de EIA puede influir en la política pública de muy diversas maneras, uno de estos efectos en la corrección obligada que haya establecido para el proyecto o las exigencias que se planteen como condición obligada que se haya establecido de la aprobación del proyecto. Estos requerimientos pueden adoptar la forma de especificaciones sobre los equipos de control de la contaminación, las medidas de control de la contaminación, los ciclos operativos del proyecto o las técnicas de construcción y su programación. Además, dependiendo de la naturaleza y ámbito del proyecto, un estudio de impacto puede conseguir que se definan exigencias sobre el seguimiento ambiental a largo plazo.

Para determinar la efectividad de un sistema ambiental, se puede considerar los modelos y criterios de Wood (1995) por las siguientes razones (Márquez, 2006):

- Considera básicos los requisitos de institucionalización y formalización, a través de un marco legal y normativo como lo propone Kennedy (1988) (la EIA debe encontrarse institucionalizada formal y explícitamente)
- Aborda, como los planes de Gómez (1994), la evaluación de los sistemas de evaluación de impacto ambiental desde la perspectiva administrativa y técnica a la vez, a partir del marco conceptual y teórico de desarrollo sustentable
- Toma en cuenta los principios teóricos y operativos que establece la Asociación Internacional para la Evaluación de Impacto
- Incluye todos lo requisitos que indica el Banco Interamericano de Desarrollo y,
- Es el más completo al considerar catorce puntos (Tabla I.2) y para cada uno de ellos, se le asignan atributos específicos lo que facilitan la evaluación del sistema

Wood (1995) conforma un modelo de estructura que considera que debe tener todo SEIA para que el proceso sea operativo y la evaluación ambiental sea efectiva. Para ello en necesario que cumplan los catorce criterios o requisitos que se encuentran en la Tabla I.2 (Márquez, 2006):

Tabla I.2 Criterios de efectividad de un SEIA ambiental de Wood (1995).

1. Existencia de una base legal
2. Existencia de una cobertura de impactos
3. Existencia de análisis de alternativas de acciones
4. Existencia de selectividad de acciones que generan impactos ambientales significativos y que son objeto de la EIA
5. Existencia de la determinación del alcance del análisis ambiental de las acciones
6. Existencia del documento de evaluación ambiental, guías, pautas o reglamentos que especifiquen el contenido del documento del análisis ambiental
7. Existencia de revisión pública del documento de evaluación ambiental
8. Existencia de toma de decisión sobre la acción, en base al documento de evaluación ambiental y la revisión efectuada
9. Existencia de seguimiento y monitoreo a las condiciones y compromisos establecidos
10. Existencia de medidas de mitigación en diferentes etapas del procedimiento
11. Existencia de consulta y participación ciudadana en diferentes etapas del procedimiento
12. Existencia de monitoreo y seguimiento al desempeño del sistema
13. Existencia de indicadores sobre los costos y beneficios económicos de la aplicación del sistema
14. Existencia de aplicabilidad del sistema en políticas, planes y programas

I.4 Estructura de las manifestaciones de impacto ambiental

La identificación de los impactos al ambiente derivados del desarrollo del proyecto o actividad está condicionada por tres situaciones: la ausencia de un adecuado conocimiento de la respuesta de muchos componentes del ecosistema y medio social frente a una acción determinada, la carencia de información detallada sobre algunos componentes del proyecto que pueden ser fundamentales desde un punto de vista ambiental y, por último el hecho de que, en muchos ocasiones, en la obra se presentan desviaciones respecto al proyecto original que no pueden ser tomadas en cuenta a la hora de realizar el estudio de impacto ambiental. Todos ellos contribuyen a que la identificación de los impactos presenta cierta dosis de incertidumbre, cuya magnitud resulta difícil de evaluar (SEMARNAT, 2002a).

Es recomendable que el proceso de identificar los impactos ambientales se desarrolle en dos etapas: en la primera se tendrá mucho cuidado en seleccionar apropiadamente los

indicadores ambientales que serán aplicados en la segunda etapa se deberá de elegir una metodología adecuada y apropiada, la cual además deberá estar debidamente justificada.

Un indicador de impacto debe tener por lo menos las siguientes características:

- Representatividad: se refiere al grado de información que tiene un indicador en relación al impacto global de la obra
- Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del proyecto
- Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores
- Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos
- Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto se registra al comparar alternativas ya que permiten determinar, para cada elemento del ecosistema la magnitud de la alteración que recibe, sin embargo, estos indicadores también pueden ser útiles para estimar los impactos de un determinado proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones. Otro aspecto importante de los indicadores del impacto, es que estos pueden variar según la etapa en que se encuentra el proceso de desarrollo del proyecto o actividad que se evalúa, así, para cada fase del proyecto deben utilizarse indicadores propios, cuyo nivel de detalle y cuantificación irán concentrándose a medida que se desarrolla el proyecto (SEMARNAT, 2002a).

La elaboración de un estudio de impacto ambiental, en términos generales se constituye por un conjunto de etapas y tareas a cumplir, que genéricamente, se concretan en los siguientes rubros (SEMARNAT, 2002a):

1) Descripción del proyecto o actividad a realizar: en esta etapa se analiza y se describe al proyecto o a la actividad, destacando, desde el enfoque ambiental, sus principales atributos y sus debilidades más evidentes.
2) Desglose del proyecto o actividad en sus partes elementales: esta tarea debe realizarse de manera uniforme y sistemática para cada una de las cuatro fases convencionalmente aceptadas: preparación del sitio, construcción, operación y abandono del proyecto. Deberá hacerse una prospección de las actividades relacionadas al proyecto y de aquellas otras que serán inducidas por él, siempre con el objetivo de identificar los impactos al ambiente.
3) Descripción del estado que caracteriza al ambiente, previo al establecimiento del proyecto: descripción del medio físico en sus elementos bióticos y abióticos, en un

ámbito extenso y sustentado tanto en evidencias reportadas en la literatura especializada como en observaciones directas en campo. En esta etapa se incluye el estudio del medio social y económico de la zona donde se establecerá el proyecto o donde se desarrollará la actividad.

4) Elementos más significativos del ambiente: este apartado resume la información que permite determinar el significado que tienen los elementos más relevantes del ambiente, previamente analizados, para su conservación. Habrán de definirse y aplicarse los criterios acordes a la magnitud de la importancia del ambiente, tales como diversidad, rareza, perturbación o singularidad, la valoración que se haga de cada rubro deberá tener un enfoque integral.
5) Ámbito de aplicación del Estudio de Impacto Ambiental: el ámbito de aplicación del Estudio definirá el alcance que tendrá éste, para cada uno de los elementos anteriormente descritos. Su incidencia o no con Áreas Naturales Protegidas o con Planes Parciales de Desarrollo Urbano o del Territorio, así como el cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas vigentes.
6) Identificación de impactos: con esta etapa, el estudio alcanza una de sus fases más importantes, se trata de definir las repercusiones que tendrá el proyecto o la actividad a realizar sobre el ambiente descrito y sobre sus elementos más significativos.

   Cada impacto deberá ser valorado sobre una base lógica, mesurable y fácilmente identificable. Posteriormente, el análisis debe llegar a una sinergia que permita identificar, valorar y medir el efecto acumulativo del total de los impactos identificados.
7) Alternativas: si fuese el caso de que hubiese dos o más alternativas para el proyecto o para la actividad, éstas serán analizadas, valoradas sobre la base de su significado ambiental y seleccionada la que mejor se ajuste tanto a las necesidades del mantenimiento del equilibrio ambiental, como a los objetivos, características y necesidades del proyecto.
8) Identificación de medidas de mitigación: la importancia de esta etapa debe ser evidenciada en el reporte final con la propuesta de medidas lógicas y viables en su aplicación.
9) Valoración de impactos residuales: se aplica este concepto a la identificación de aquellas situaciones, negativas para el ambiente, que pueden derivar de una falta de previsión o de intervención del hombre y que pudieran derivar de la puesta en operación del proyecto.

10) Plan de vigilancia y control: en esta etapa el estudio deberá definir los impactos que serán considerados en el plan de seguimiento y control; determinar los parámetros a evaluar, los indicadores que habrán de demostrar la eficiencia del plan, la frecuencia de las actividades, los sitios y las características del muestreo.

I.4.1 Descripción de los factores ambientales

Es imprescindible identificar todos los factores afectados por el proyecto o las actividades del mismo. Los factores ambientales son los siguientes:

- Aspectos abióticos: el clima, la geomorfología, la geología, el suelo, la hidrología superficial y subterránea
- Aspectos bióticos: La flora y la fauna
- Paisaje
- Medio socioeconómico

I.4.1.1 Aspectos abióticos

a) El clima: Para este factor se debe puntualizar en aspectos representativos tales como:

❖ Tipo de clima, el cual se puede utilizar de acuerdo a la clasificación hecho por Köpen, modificada por García (1981).
❖ Fenómenos climatológicos, tales como tormentas tropicales, huracanes, nortes, como otros fenómenos extremos.
❖ Temperatura, en la cual se debe contemplar las temperaturas promedio tanto mensual como anual, así como temperaturas extremas. Además considerando la evaporación promedio.
❖ Vientos dominantes, en este punto se manifestaran tanto la dirección como su velocidad.

La importancia del clima es muy elevada, ya que según cómo sea el de un área concreta, el tipo de suelo y sus usos, la flora y la fauna que van a aparecer en ese lugar variarán con respecto a otras zonas que presenten el resto de condiciones semejantes. El clima y la topografía conjuntamente son responsables en gran medida de la distribución de las poblaciones de los seres vivos, incluidas las humanas. En los estudios de impacto ambiental lo que más interesa es ver cómo afecta el proyecto a las características climáticas para compararlo con la situación pre-operacional. En algunos casos las actividades realizadas por el hombre son causa de la modificación del clima, al menos en la escala del área de trabajo. Otro factor relevante respecto al clima de la zona de estudio es la capacidad que tiene éste de dispersar algunos contaminantes que se pueden

producir a lo largo del proceso de construcción y funcionamiento. (Garmendia *et al.*, 2005).

El clima determina en alto grado el tipo de suelo y vegetación e influye, por lo tanto, en la utilización de la tierra.

Los estudios climáticos se pueden realizar en tres niveles distintos:

- El macroclima es el clima general, abarca las grandes regiones y zonas climáticas de la Tierra y es el resultado de la situación geográfica y topográfica
- El mesoclima es, el clima general modificado de forma local por diversos aspectos del paisaje, como el relieve, la altitud, las ciudades, etc.
- El microclima es determinado por el conjunto de características especiales que adquiere el mesoclima bajo condiciones muy restringidas (Aguilo *et al.*, 2005).

b) La geomorfología y geología: La geomorfología y geología son de gran valor en los estudios de impacto ambiental además de que están directamente vinculados con otros aspectos tales como: el clima, la erosión de los suelos, la hidrología, la flora, la fauna, el paisaje y la distribución de los asentamientos humanos.

Al realizar el inventario ambiental de la geomorfología, en primer lugar ha de hacerse una descripción de la forma clara y visual del terreno donde se vaya ubicar el proyecto que se esté evaluando en cada caso, estas descripciones van a basarse en el conocimiento de la zona en función de: la topografía, la pendiente, la exposición y la altitud.

A partir de estos datos de definen las distintas unidades geomorfológicas, que deben responder homogéneamente a las acciones del proyecto que se plantee y han de ser representadas cartográficamente. Al describir la geomorfología de la zona de estudio, hay que tener en cuenta que se parte de la realidad física presente, con lo que, hay que considerar la evolución que ha sufrido esas formas, lo realmente útil es analizar la época actual y no remontarse a épocas pasadas de la historia geológica, aunque sean la causa de la presente. Para llevar a cabo este estudio se hace imprescindible la cartografía topográfica de la zona a distintas escalas, dependiendo ésta de la extensión de la zona de estudio. Otra herramienta muy útil son las fotografías aéreas, lo más actuales posibles, las cuales van a utilizarse también para la descripción de estos elementos ambientales como la vegetación. Además, las fotografías aéreas tienen la ventaja de que si se ponen varias secuenciales puede verse el relieve del terreno con la ayuda de un estereoscopio, que ayuda sustancialmente a su descripción (Garmendia *et al.*, 2005).

La geología es un aspecto de suma importancia en los estudios de impacto ambiental, ya que va hacer el soporte de las actividades, lo cual implica la existencia de riesgos a la hora de elegir el lugar idóneo para ubicar el proyecto.

El objetivo del inventario ambiental no es determinar el efecto de la geología sobre el proyecto, sino al revés, determinar los efectos que determinadas acciones pueden tener sobre ésta. Dentro de estos estudios, en unas ocasiones solamente se hacen descripciones generales del tipo de roca que subyace, pero en todas, según el proyecto del que se trate y siempre y cuando sean relevantes, es útil conocer los fenómenos y procesos que ocurren para ver el estado del ambiente sin el proyecto. Así pues, como soporte de las actividades humanas han de conocerse cualidades como: la capacidad portante, el potencial acuífero y la erosionabilidad. La capacidad portante o comportamiento mecánico hace referencia a la capacidad que tiene el sustrato de soportar el peso de una infraestructura. Esta característica también es definida por el llamada suelo geotécnico.

Existen algunos riesgos asociados a determinados minerales que hay que tener en cuenta, como las arcillas expansivas que tienen muy baja capacidad portante. El potencial acuífero está relacionado con la capacidad que tienen las rocas subyacentes de almacenar agua, las rocas que tienen buen potencial acuífero, como las calizas, suelen ser muy permeables y porosas. La erosionabilidad analiza la capacidad de modificarse gracias a la acción de los agentes modeladores: hielo, aire y agua. También hay que conocer, con el objeto de valorar, la presencia de fracturas o fallas que pueden dar origen a riesgos de caídas de bloques, corrimientos o contaminación de acuíferos. Es importante conocer, además, si los elementos químicos de las rocas subyacentes cuando van a ser explotados, combinados con los métodos de extracción, son susceptibles de generar acidez, toxicidad, o alcalinidad que pudiesen desarrollar una posterior contaminación del suelo (Garmendia *et al.*, 2005).

Las afectaciones derivadas de la construcción de la infraestructura sobre las características geológicas y geomorfológicas de la zona de actuación, tienen su origen en los movimientos de tierra. Las principales alteraciones son las siguientes:

- Cambios de relieve como consecuencia de los grandes movimientos de tierra (terraplenes, desmontes, préstamos y vertederos)
- Aumento de los riesgos de inestabilidad de laderas
- Aumento de los procesos erosivos
- Destrucción de puntos de interés geológicos-geomorfológico (yacimientos minerales, recursos geológicos explotables, singularidades geomorfológicos, etc.) y/o yacimientos paleontológicos

La geomorfología facilita una correcta interpretación de la textura y composición de suelos que se ha formado por precia alteración y transporte, ya que las características geomorfológicas condicionan el depósito de los materiales transportados. En la siguiente tabla se puede ver la relación entre el grado de pendiente, proceso de erosión, textura del suelo resultante, así como el tipo geomorfológico sobre el que se asienta el suelo en la actualidad (Aguilo *et al.*, 2005).

Tabla I.3 Tipo de geomorfología según Marsh (1978).

Pendientes en grado	Proceso de erosión-depósito	Textura del suelo	Tipo geomorfológico
60° - 90°	Alteración atmosférica y movimiento de masas (desprendimiento de rocas y deslizamientos)	Ninguna (roca madre compacta)	Escarpe Cuesta Risco
20° - 40°	Depósitos de rocas	Muy gruesa	Taludes y conos de desmoronamientos
5° - 10°	Escorrentía, depósito de rocas	Gruesa con mezcla de arena, limo, arcilla	Pie de ladera o terraza
0° - 5°	Depósito fluvial	Arcillas, limos, arenas con partículas	Llanuras de inundación

La relación de la geomorfología con la hidrología es evidente. La geomorfología es un medio de ayuda al geólogo, para la interpretación de fotografías aéreas. En efecto, si no hay cubierta vegetal densa que pueda dificultar la interpretación, es fácil hallar las explicaciones estructurales pertinentes y la historia del terreno, Sin embargo, cuando la cubierta vegetal es densa, la fotogeología se basa en hipótesis, cuya validez no se puede contrastar sin una comprobación en el campo.

c) El suelo: Para definir el concepto de suelo dependerá de quien lo use o de quien lo este analizando. Desde el punto de vista constructivo o geotécnico (geólogos, ingenieros de caminos, etc.), el suelo no es considerado como algo tan dinámico y complejo, sino como soporte de las actividades humanas, conteniendo materiales estériles, como las rocas disgregadas, cenizas volcánicas, aluviones, coluviones, depósitos eólicos, o depósitos glaciares. Actualmente existe varias clasificaciones para los suelos, por ejemplo se tiene la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO, por sus siglas en inglés, Food and Agriculture Organization) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés, United States Department or Agriculture), basadas en las características intrínsecas de los suelos, como su génesis o su morfología, así también se tiene sistema de clasificación de suelo, tal es el caso del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, conocido como SUCS.

Cuando hay que realizar valoraciones más completas, conviene caracterizar los suelos presentes en función de sus propiedades físicas y químicas. Dentro de las propiedades físicas se pueden citar: la porosidad, la profundidad, la estructura, la textura, la capacidad de retención de agua y la pedregosidad y proporción de afloramientos rocosos. También es conveniente identificar las características químicas, tal como: contenido en materia orgánica, pH, contenido en sales solubles, disponibilidad de elementos nutritivos. La importancia de cada una de estas características va a variar en función del proyecto que se proponga, pero en general van a ayudar a jerarquizar entre mejores y peores suelos. El comportamiento de los distintos suelos respecto a estas características informa en último término, de otras que son las realmente relevantes a la hora de dar un valor de calidad: La capacidad portante, la erosionabilidad, la estabilidad, la permeabilidad y la consistencia (Garmendia *et al.*, 2005).

Para este aspecto se tendrá que precisar el tipo de suelo en donde se tendrá el proyecto, para tal caso se auxiliar de planos edafológicos donde se ilustren las distintas unidades de suelo.

- *Drenaje interno.*- Según Plaisance y Cailleux (1958) el drenaje interno del suelo se refiere a la evacuación natural del exceso de agua en el interior del suelo. El drenaje interno puedes ser de tipo superficial y profundo, y depende de la permeabilidad media del material del suelo, de su capacidad de retención de agua, del tipo litológico originario del suelo, de la presencia o ausencia de una capa freática y del grado de escorrentía o escurrimiento superficial del mismo suelo.
- *Permeabilidad.*- La permeabilidad de un suelo es su capacidad para dejar fluir, o transmitir, agua o aire a través de su espesor. La permeabilidad del suelo depende de su textura, estructura, grado de compactación, contenido en materia orgánica, porosidad, etc., características que determinan el tamaño de los poros y su capilaridad. Cuando se carece de medidas precisas de la permeabilidad, ésta deberá interpretarse a partir de las mencionadas características.
- *Consistencia.*- De acuerdo con Soil Survey Staff el término de consistencia del suelo se refiere a los atributos del material del suelo que se expresan por el grado y clase de su cohesión y adhesión, o por su resistencia a la deformación o rotura. Las fuerzas de cohesión intra-agregados y las fuerzas inter-agregados del suelo, caracterizan su resistencia a la rotura, su mayor o menor dureza, y están en íntima relación con el contenido de agua del suelo.
- Plasticidad.- La plasticidad es la propiedad que posee un suelo húmedo de poder sufrir deformaciones permanentes, más o menos considerables, bajo la acción de fuerzas exteriores, sin que se deriven cambios de volumen, repercusiones elásticas, rupturas o desmoronamientos. La plasticidad del suelo indica su capacidad para deformarse en condiciones de carga, debido al deslizamiento interno de sus

partículas, en los puntos de contacto entre las distintas partículas. La plasticidad depende de la mineralogía de las arcillas del suelo, de la relación superficie/volumen en las mismas y de su capacidad de adsorción de agua.

d) Macizos rocosos: Así mismo es muy importante analizar las masas rocosas ya que aparecen en la mayoría de los casos afectadas por discontinuidades o superficies de debilidad que separan bloques de matriz rocosa o roca intacta constituyendo en conjunto los macizos rocosos; lo anterior es del ámbito de la mecánica de rocas, pero son principalmente los planos de discontinuidad los que determinan el carácter diferencial de esta disciplina con respecto al estudio de los suelos. La finalidad de la mecánica de rocas es conocer y predecir el comportamiento de los materiales rocosos ante la actuación de las fuerzas internas y externas que se ejercen sobre ellos. Cuando se excava un macizo rocoso o se construyen estructura sobre las rocas se modifican las condiciones iníciales del medio rocoso del medio rocoso, el cual responde a estos cambios deformándose y/o rompiéndose. El conocimiento de los esfuerzos y las deformaciones que puede llegar a soportar el material rocoso ante unas determinadas condiciones permite evaluar su comportamiento mecánico y abordar el diseño de estructura y obras de ingeniería. Las obras de ingeniería modifican el estado de esfuerzos a que están sometidos los macizos rocosos en un tiempo muy corto en relación a los procesos geológicos y pueden tener lugar interacciones mutuas entre la liberación o redistribución de los esfuerzo naturales y las estructura, por ello, es importante conocer el estado de tensiones previo y evaluar su influencia sobre las obras. Las obras aceleran determinados procesos que de una forma natural tardarían cientos o miles de años en producirse: la meteorización de superficies rocosas excavadas, la liberación de tensiones naturales y apertura de discontinuidades, la modificación de flujos de agua, etc. Todo ello da lugar a la disminución de la resistencia de los macizos rocoso en periodos de tiempo muy cortos (meses o unos pocos años). Para evaluar estas influencias debe estudiarse la evolución de determinadas propiedades de los materiales rocosos con el tiempo y de las condiciones geológicas ambientales y mecánicas a que están sometidos. Los ensayos de laboratorio permiten cuantificar las propiedades físicas y mecánicas de las matriz rocosa que definen su comportamiento mecánico: La naturaleza de la roca, la resistencia ante la rotura, la deformación a corto y largo plazo, la influencia del agua en el comportamiento, el comportamiento ante la meteorización y el comportamiento en función del tiempo (González de Vallejo, *et al*., 2004).

e) Hidrología superficial y subterránea: Estos aspectos se deberán ser detallados en los planos correspondientes debido a su gran importancia para la identificación y evaluación de impactos ambientales, se tendrá que identificar la red de drenaje superficial, así como las cuencas y subcuencas y de que tipo son estas.

El área de estudio para el inventario del agua no va a restringirse al área exacta del proyecto, ya que por poner un ejemplo, los efectos causados tras un vertido no se van a quedar fijos en el lugar donde se echa la sustancia en cuestión, y por otro lado el agua que se vaya a usar en el proyecto puede venir de lejos y ha de conocerse si va a escasear o disminuir su calidad, lo cual depende de la situación aguas arriba de la toma, es decir, que, para este elemento ambiental, hay que abarcar un espacio bastante más amplio del que ocupa la zona elegida para la actuación proyectada. Para proyectos de grandes dimensiones se llega a estudiar toda la cuenca hidrológica. En el Inventario Ambiental de este elemento han de realizar una serie de actividades: Reconocer todas las formas de agua presentes en la zona de estudio, conocer las características de funcionamiento del sistema hídrico, conocer su calidad e Identifica los usos que se le está dando en la zona (Garmendia *et al.*, 2005).

Con respecto a la hidrología superficial es importante identificar, localizar y señalar la distancia al predio del proyecto de los embalse y cuerpos de agua, tales como presas, ríos, arroyos, lagos lagunas, sistemas lagunares, manantiales, canales, entre otros.

Por otro lado también se tendrá que realizar un análisis de la calidad del agua (pH, color, turbidez, grasas y aceites, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, dureza total, coliformes, entre otros aspectos). En lo que se refiere a la hidrología subterránea, se identificará la localización del recurso, su profundidad y dirección, tipo de acuífero, calidad de agua y usos principales. Si las obras se encuentra ubicadas en zonas marítimas o costeras, se deberá describir detalladamente una descripción del área, su fisiografía, batimetría, perfil del playa, circulación costera, sistema de transporte litoral y caracterización física. Así también para el caso de zonas costeras, la calidad de agua y circulación y patrones de corrientes.

I.4.1.2 Aspectos bióticos

a) La flora: La vegetación es el indicador más importante de las condiciones ambientales del territorio y del estado de sus ecosistemas ya que refleja el resultado de las interacciones entre todos los componente del ambiente. Su estabilidad espacial permite identificar unidades cuya fisonomía y composición florística corresponde a condiciones ecológicas uniformes. Puede preverse su evolución natural en el tiempo y por ello, en la evaluación del estudio, se considera como un testimonio de la influencia artificial de épocas pasadas e indicador de situaciones futuras bajo la acción del hombre. Este inventario es considerado por la autoridad ambiental como elemento ineludible e imprescindible. Su ausencia o análisis superficial pueden propiciar un resolutivo desfavorable para el promovente. La vegetación natural puede verse afectada por las obras o actividades consideradas en el proyecto debido a: (i) ocupación del suelo por la construcción de las obras principales y adicionales; (ii) aumento de la presencia humana

derivada de la mayor accesibilidad al sitio donde se establecerá el proyecto; (iii) incremento del riesgo de incendio, y (iv) efectos que se puedan registrar sobre la vegetación por los compuestos y sustancias utilizadas durante la construcción y durante el mantenimiento de las obras (sales, biocidas, etc.) y los contaminantes atmosféricos (SEMARNAT, 2002a).

La vegetación puede definir un espacio, dado que es el resultado de la combinación de elementos ambientales como el clima, la topografía, la geología, la edafología y la hidrología, pero además sus características van a depender del uso de la fauna y el ser humano haga de ella. La flora también es de gran importancia porque cada una de las especies que la componen puede tener un valor por sí misma: algunas especies vegetales son excelentes bioindicadores, sensibles a la contaminación del suelo o a un descenso de la capa freática, es decir, a la calidad del sistema de relaciones. Los cambios en la composición de las comunidades vegetales pueden llegar afectar a otros factores del medio o al territorio en su conjunto. En definitiva, la vegetación cumple importantes funciones dentro de los ecosistemas, y algunas de ellas son: estabilizar las pendientes, retardar la erosión, Influir en la calidad y cantidad de agua en el sistema, mantener microclimas locales, filtrar la atmosfera, hacer de pantalla sonora y ser el hábitat de las especies animales (Garmendia *et al.*, 2005). Se puede decir que el estudio de la flora se refiere a la lista de las especies presentes sin incluir ninguna otra información sobre ellas, fuera de la taxonómica, geográfica y de uso e interés cultural. Al realizar el inventario de la flora hay que:

- Reconocer las distintas formaciones vegetables que aparecen dentro del área de estudio del proyecto a tratar
- Inventariar las especies vegetales que existen dentro de cada formación, lo que se denomina composición florística
- Establecer valoraciones de la calidad de la vegetación en esa zona, en función de su estado de conservación y las funciones que realiza en el ecosistema
- Establecer valoraciones de la calidad de la flora en esa zona, es decir, de la presencia o ausencia de especies con un interés mayor
- Realizar cartografía que exprese las distintas unidades de vegetación determinadas en el primer punto (Garmendia *et al.*, 2005)

Además se debe indicar las relaciones de unas especies con otras y de todas ellas con el medio. Los aspectos cuantitativos de la vegetación comprenden las características siguientes: Abundancia y densidad, Cobertura o grado de cubierta, Biomasa y productividad primaria, Dominancia y Diversidad (Aguilo *et al.*, 2005).

b) Fauna: La fauna en los estudios de impacto ambiental se refiere a los animales silvestres del espacio donde se va a trabajar. Por tanto, en esta definición no entran ni el ser humano ni los animales domésticos. La fauna depende para su presencia en el medio, de las características de algunos de estos elementos, como son: la cubierta vegetal, la topografía, el clima, el agua y la presencia de otros animales.

En el caso de infraestructuras lineales, es decir, carreteras, canales, vías férreas, tendidos eléctricos, etc., se crean el famoso efecto barrera que fragmenta las poblaciones, así como atropellos en carreteras y vías férreas. El área de estudio en los inventarios de fauna debe abarcar más espacio que el que ocuparía el proyecto. Esto es debido a la capacidad de movimiento que tienen los animales, pero la elección de los límites es complicado, ya que cada animal tiene un dominio vital en el que pueda cubrir sus requerimientos biológicos. Dada esta situación se crea un conflicto en la decisión de cuánto tiene que abarcar el área de estudio para este elemento, lo cual va a depender de las especies que se puedan encontrar en ese territorio, exigiendo una labor previa de documentación y valoración preliminar de las especies que allí aparecen (Garmendia *et al.*, 2005).

El objetivo de analizar las comunidades faunísticas en un estudio de impacto ambiental radica, por un lado, en la conveniencia de preservarlas como un recurso natural importante y por otro lado, por se excelentes indicadores de las condiciones ambientales de un determinado ámbito geográfico; así, dependiendo del grupo taxonómico al que pertenezca un organismo presente en el área de estudio, la fauna puede mostrar, ya sea una respuesta integral a toda una serie de factores ambientales, o bien a un determinado factor, siendo por tanto un excelente grupo para interpretar estas condiciones ambientales. Por lo anterior, este elemento se orienta a satisfacer tres objetivos, uno es el de seleccionar un grupo faunístico que describa la estabilidad (o desequilibrio) ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto o la actividad, el segundo se orienta a identificar a especies con algún régimen de protección derivado de la normatividad nacional (NOM-059-ECOL-2001) o internacional (Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre) (Anexo IV) y el tercero es el considerar a aquellas especies que serán afectadas por el establecimiento del proyecto y que no se encuentra en algún régimen de protección. La valoración de la fauna en una EIA es un componente imprescindible del mismo. No solo como un simple listado, sino con la interpretación que permita a la autoridad ambiental valorar la calidad del ambiente. Para la autoridad ambiental resulta en extremo útil el disponer de un estudio del componente faunístico que ofrezca información, no solo de la abundancia y diversidad de las especies, sino de lo que su presencia indica en torno a la estabilidad, fragilidad o alteración del ambiente. Los proyectos que aborden estos aspectos tienen mayor posibilidad de ser resueltos favorables y en menores periodos de tiempo. Considerar a la fauna y vegetación

permite prevenir, mitigar y/o compensar impactos ambientales. De no hacerlo así, no se podrán identificar impactos y se solicitará información adicional o se rechazará el proyecto (SEMARNAT, 2002a).

I.4.1.3 Paisaje

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: (i) el concepto paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y (ii) la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto. La descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para medirlo, puesto que en todos los métodos propuestos en la bibliografía hay, en cierto modo, un componente subjetivo. Es por ello que existen metodologías variadas, pero casi todas coinciden en tres aspectos importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual. La importancia que tiene este parámetro en la evaluación de impacto ambiental es de primer orden, toda vez que en él se integran los diversos componentes del ambiente. Si bien su efecto es meramente visual, también es el reflejo de una situación particular que puede caracterizar desde ambientes inalterados hasta ambientes con una fuerte actividad antropogénica. La inclusión del paisaje en los estudios de impacto ambiental se debe al uso que le dan las personas para su disfrute estético, lo que se traduce en utilización para el esparcimiento, el turismo, las actividades al aire libre o la residencia (SEMARNAT, 2002a).

El paisaje es un importante factor del medio ambiente, susceptible de recibir impactos como consecuencia de las actuaciones del hombre. El paisaje se separa en: morfología, sustrato (referido al suelo y a la litología), vegetación, agua y actuaciones humanas. A estas características se añade también la descripción de los elementos visuales básicos (color, forma, línea, textura, escala y espacio o escena) para los distintos componentes del paisaje para determinar la dominancia de unos sobre otros, creando unas escenas concretas o el contraste visual que se genera entre colores y formas. En los estudios del medio físico, el paisaje debe contemplarse como recurso y patrimonio cultural, y elemento aglutinador de toda una serie de características naturales y antrópicas. Es por ello, que, la descripción de los impactos sobre el paisaje se ha introducido en el apartado medio humano o antrópico.

Los componentes del paisaje son los aspectos del territorio diferenciables a simple vista y que los configuran. Pueden agruparse en tres granes bloques:

- Físicos: formas del terreno, superficie del suelo, rocas, cursos, o láminas de agua, nieve, etc.
- Bióticos: vegetación, tanto espontanea como cultivada, generalmente apreciada como formaciones mono o pluriespecíficas de una fisionomía particular, pero

también en ocasiones como individuos asilados; fauna, incluidos animales domésticos, en tanto en cuento sean apreciables visualmente.

- Actuaciones humanas: diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales.

I.4.1.4 Medio socioeconómico

El objetivo de incluir el análisis del medio socioeconómico en el estudio de impacto ambienta radica en que este sistema ambiental se ve profundamente modificado por la nueva infraestructura. En muchos casos este cambio es favorable, pero existen otros cuyo carácter es negativo. Todos ellos hay que tenerlos en cuenta a la hora de evaluar el impacto que produce un proyecto. Además, no debe pasarse por alto que el medio físico y social están íntimamente vinculados, de tal manera que el social se comporta al mismo tiempo como sistema receptor de las alteraciones producidas en el medio físico y como generador de modificaciones en este mismo medio (SEMARNAT, 2002a).

El estudio del medio socioeconómico es absolutamente necesario ya que la población es la que va a beneficiarse y/o sufrir los cambios de la actividad que se haya proyectado. Notará los cambios en su economía, en su uso de los servicios, en el cambio del paisaje rural o urbano, así como en el uso del terreno, ya que es, en definitiva, el receptor último de los efectos que cause un proyecto. De hecho, si se considera el concepto de medio ambienta tal como es entendido en los estudios del medio físico, es el que rodea al ser humano, con lo que un inventario ambiental sin un apartado que indague y conozca como están los grupos sociales afectados por un proyecto, antes de su instalación como estarían después, estaría incompleto. Al tratar el medio socioeconómico en este tipo de estudios hay que observar varios puntos para abarcar la compleja trama económica, social y cultural, que se produce en una zona y que junto con el medio físico y biológico, forman un todo que es imprescindible conocer para tomar decisiones acertadas y sostenibles. Hay que determinar la extensión del área de estudio, y en este caso se suelen seleccionar las localidades donde se quiere instalar el proyecto y, en ocasiones, los colindantes, si se les va a causar algún efecto al incorporar esta actividad. Además pertenecen al área de estudio cualquier otra zona lejana o grupo social que esté afectado por la realización de la actuación en sus características socioeconómicas, y si no se puede resolver su problema, compensarles con alguna medida minimizadora de impactos (Garmendia *et al.*, 2005).

Tradicionalmente en los inventarios del medio socioeconómico se han tratado cinco puntos básicos:

- El sistema territorial: la distribución y extensión de los núcleos de población afectados, usos del suelo y la red viaria

- La población de estos núcleos, es decir, la demografía de los mismos: la evolución, los movimientos, el nivel de instrucción y la población activa
- El sistema económico: Sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura, caza, pesca, minería), Sector secundario (industria, construcción, producción energética) y Sector terciario (servicios, comercio, transporte, hostelería, administración)
- Sistema socio-cultural: patrimonio histórico-artístico y caracteres culturales
- Planeación urbanístico

I.4.2 Legislación y normatividad

Durante las dos últimas décadas ha surgido una gran preocupación ambiental y de salud por los problemas que originan la contaminación ambiental en general y los residuos industriales, principalmente los denominados peligrosos. Esta preocupación nació en los países industrializados, que tuvieron, y aún tienen que enfrentar un sin número de problemas de contaminación del medio ambiente y sus consecuentes efectos adversos sobre la salud pública, debido a la disposición inadecuada de los residuos industriales. Por lo que es necesario tomar acciones preventivas, que deben ejecutarse a través del adecuado manejo y control de los residuos. A medida que ha avanzado el desarrollo tecnológico en el manejo de residuos peligrosos y se han implantado leyes que prohíben la descarga de contaminantes tóxicos o peligrosos al ambiente, el manejo de residuos peligrosos ha adquirido un costo significativo para la industria en los países en desarrollo.

La EIA se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y según el rigor con que ésta se aplique, yendo desde la paralización definitiva del proyecto hasta su ignorancia completa. El concepto de EIA apareció primero en la legislación de Estados Unidos y se ha ido extendiendo después a la de otros países. La Unión Europea la introdujo en su legislación en 1985, habiendo sufrido la normativa enmiendas en varias ocasiones posteriores.

Actualmente en México se tiene vigente varios instrumentos legales en materia ambiental, entre Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales (Anexo IV).

El Reglamento de Impacto Ambiental (REIA) de la LGEEPA se caracteriza por:

- Incluir una relación detallada de las actividades y obras que requieren la autorización previa en materia de impacto ambiental, así como de aquellas que están exentas de esta obligación.
- Reducir las modalidades de la MIA, de tres tipos que se fijaban en la versión anterior (general, intermedia y específica) a dos: la modalidad particular y la

regional. Continúa además la consideración del Informe Preventivo como la modalidad más simple de notificación a la autoridad.

- Promueve una participación más activa de la sociedad mediante los procedimientos de consulta pública y de reuniones públicas de información.
- Fija las medidas de seguridad que deben acatar los promoventes.
- Especifica que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente realizará los actos de inspección y vigilancia de cumplimiento de sus disposiciones,
- Incluye las sanciones que procederán en caso de violación de las disposiciones jurídicas ambientales.
- Establece procedimientos particulares para la dictaminación de las consultas o manifestaciones que hacen los particulares.
- Introduce conceptos avanzados en las metodologías de evaluación como son: la evaluación de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales, así como la evaluación regional de varios proyectos o, de uno solo, cuando éste pueda tener un impacto de gran alcance territorial.
- Se adecuan los tiempos de respuesta de la autoridad ambiental a los que establece la LGEEPA.
- Se establece la figura de seguros y garantías a los promoventes para que exista un aval que responda por ellos en caso de que no cumplan con las condiciones que disponga la autoridad para el desarrollo de sus obra o actividad, y para que estén en condiciones de resarcir los daños al ambiente cuando se presente un siniestro por el desarrollo del proyecto.

1.4.3 Metodologías para la identificación y evaluación del impacto ambiental

Actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados para proyectos específicos, impidiendo su generalización a otros. Sanz (1987) afirma que hasta esa fecha, eran conocidas más de cincuenta metodologías, siendo muy pocas las que gozaban de una aplicación sistemática. Dichos métodos se valen de instrumentos, los cuales son agrupados por el autor en tres grandes grupos, así: (i) Modelos de identificación (listas de verificación causa-efecto ambientales, cuestionarios, matrices causa-efecto, matrices cruzadas, diagramas de flujo, otras), (ii) Modelos de previsión (empleo de modelos complementados con pruebas experimentales y ensayos "*in situ*", con el fin de predecir las alteraciones en magnitud), y (iii) Modelos de evaluación (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los mismos).

Por su parte, Magrini (1990) diferencia dos grandes grupos de técnicas para la evaluación de impactos:

Métodos tradicionales para la evaluación de proyectos y Métodos cuantitativos. Los primeros corresponden a técnicas que hacen sus mediciones en términos monetarios (caso relación Beneficio/Costo), cuya principal limitante es la dificultad que representa el establecer valoración económica a los distintos factores que definen la calidad del medio (polución, aire, contaminación de aguas, etc.). Los métodos cuantitativos consisten en la aplicación de escalas valorativas para los diferentes impactos, medidos originalmente en sus respectivas unidades físicas. En estos se diferencian dos grupos, el primero permite la identificación y síntesis de los impactos (listas de chequeo, matrices, redes, diagramas, métodos cartográficos) y un segundo grupo incorpora, de forma más efectiva, una evaluación pudiendo explicitar las bases de cálculo (Batelle, hoja de balance y matriz de realización de objetivos).

Se tienen además métodos integrales que hacen posible la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, mediante adopción y medición de indicadores ambientales y funciones de transformación que permiten su comparación directa.

A continuación se hace una breve descripción de algunos de los métodos mencionados:

a) Métodos cartográficos. Se desarrollaron en el ámbito de la planificación territorial para la evaluación de los impactos ambientales de uso del territorio. También se les conoce como métodos de transparencias y gráficos. Básicamente consisten en la superposición –sobre un mapa del área de estudio, convenientemente subdividida- de transparencias dedicadas a un factor ambiental e identificadas con códigos (color, números, otros) que indican el grado de impacto previsible de cada subzona en caso de llevarse a cabo un proyecto o actividad. La gradación de tonos de color se utiliza para dar idea de la mayor o menor magnitud del impacto (Sanz, 1987). Sin embargo sus resultados son limitados, principalmente por el número de impactos que pueden ser analizados en una misma operación. El alto grado de versatilidad y desarrollo de los sistemas de información geográfica (SIG) permiten hoy día darle mayor aplicación a esta metodología. Las técnicas cartográficas pueden ser buenas herramientas de comunicación, especialmente en estudios del medio físico; son de gran utilidad en las reuniones con el público y en actividades para la difusión o aclaración de conceptos a éste en el proceso de planificación (Estevan, 1981).

b) Listas de chequeo, control o verificación. Son relaciones categorizadas o jerárquicas de factores ambientales a partir de las cuales se identifican los impactos producidos por un proyecto o actividad específica. Existen listas de chequeo elaboradas según el tipo de proyecto, haciendo identificación expresa de los elementos del medio que en forma particular resultan impactados por las actividades desarrolladas en el marco del mismo. Además de permitir la identificación, bien podría asimismo incorporar escalas de

valoración y ponderación de los factores, ante lo cual Magrini (1990) anota que a pesar de que constituyen una forma concisa y organizada de relacionar los impactos, no permiten la identificación de las interrelaciones entre los factores ambientales. La mayor ventaja que presentan las listas de chequeo es que ofrecen cubrimiento o identificación de casi todas las áreas de impacto; sin embargo, representan básicamente un método de identificación cualitativo, limitándose su alcance en el proceso de EIA, a un análisis previo.

Las listas de chequeo pueden clasificarse, según su nivel de desarrollo, en cuatro tipos (Estevan, 1981), los cuales se describen en la Tabla I.4.

Tabla I.4 Tipo de listas de chequeo de acuerdo a su nivel de desarrollo.

Tipo	Descripción
Simples	Analizan factores o parámetros sin ser estos valorados o interpretados
Descriptivas	Analizan factores o parámetros y presentan la información referida a los efectos sobre el medio
De verificación y escala	Incluyen, además de lo anterior, una escala de carácter subjetivo para la valoración de los efectos ambientales
De verificación, escala y ponderación	Introducen a las anteriores unas relaciones de ponderación de factores en la escala de valoración

Las listas de chequeos simples y descriptivos son las más comúnmente empleadas, previa valoración de impactos. Las listas de chequeo simples pueden estructurarse a manera de cuestionario, para lo cual se formula una serie de interrogantes relativos a la posible ocurrencia de impactos sobre los diferentes factores producidos por un determinado proyecto. Un ejemplo de este tipo de lista para centrales térmicas, propuesto por el Banco Mundial, así como una lista de chequeo descriptiva para proyectos de urbanización.

En síntesis, ambos tipos de listas –simples y descriptivas- proporcionan un enfoque estructurado para la identificación de impactos y factores ambientales concernidos en el marco ejecutorio de una EIA. La adecuada adopción y empleo de estas listas condiciona en buena medida el éxito alcanzado por el ejercicio evaluativo, ya que se corresponde prácticamente con su punto de partida, y de él dependerá el desarrollo secuencial de pasos posteriores que conducirá finalmente a la valoración y síntesis de impactos, y a la formulación del plan de manejo ambiental del proyecto.

c) Métodos matriciales. Los métodos matriciales son técnicas bidimensionales que relacionan acciones con factores ambientales; son básicamente de identificación. Los métodos matriciales, también denominados matrices interactivas causa-efecto, fueron los primeros en ser desarrollados para la EIA. La modalidad más simple de estas matrices muestra las acciones del proyecto en un eje y los factores del medio a lo largo del otro. Cuando se prevé que una actividad va a incidir en un factor ambiental, éste se señala en

la celda de cruce, describiéndose en términos de su magnitud e importancia (Canter y Hill, 1979). Uno de los métodos matriciales más conocido es el de la Matriz de Leopold, desarrollado en 1971 para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos de América. La Matriz de Leopold está constituida por columnas en las que se representan las acciones del proyecto, y filas relacionadas con factores ambientales, produciendo posibles interacciones. El principio básico del método consiste, inicialmente, en señalar todas las posibles interacciones entre las acciones y los factores, para luego establecer, en una escala que varía de 1 a 10, la Magnitud e Importancia de cada impacto identificando si éste es positivo o negativo. Con respecto a la valoración de la magnitud, ésta es relativamente objetiva o empírica puesto que se refiere al grado de alteración provocado por la acción sobre el factor medioambiental. Por otra parte, la puntuación de la Importancia es subjetiva, ya que implica atribución de peso relativo al factor afectado en el ámbito del proyecto. El establecimiento de estos pesos constituye uno de los puntos más críticos en la Matriz de Leopold, dado que no explicita claramente las bases de cálculo de las escalas de puntuación de la importancia y de la magnitud.

Otros aspectos criticables pueden ser señalados al igual que para las listas de chequeo, como la no identificación de interrelaciones entre los impactos (Magrini, 1990), lo que puede llevar a repetidos conteos o a la subestimación de los mismos, así como el poco énfasis atribuido a los factores sociales y culturales. Una cuestión muy discutida en el uso de esta técnica es la pertinencia o no de calcular un Índice Global de Impacto Ambiental (IGIA) resultante de la suma ponderada (Magnitud x Importancia) de los impactos específicos.

I.5 Estadísticas de las vías generales de comunicación

Las observaciones o razones por las que generalmente se rechaza una autorización de un proyecto a nivel federal de acuerdo a las Estadísticas de la DGIRA 2001-2007 de la SEMARNAT son las siguientes:

1. No cumplir con los requisitos establecidos en la LGEEPA.
2. Deficiencias en la información proporcionada en el estudio y/o mala calidad del mismo.
3. Por contravenir las disposiciones establecidas en los instrumentos de política ambiental aplicables.
4. Inicio de obras sin contar con autorización previa.

Tabla I.5 Proyectos autorizados y negados en la DGIRA del periodo de enero de 2001 a junio de 2007 de la SEMARNAT.

Año	Autorizados	Negados	Total
2001	510	202	712
2002	237	172	409
2003	221	198	419
2004	320	125	445
2005	307	126	433
2006	287	201	488
2007	134	105	239

Fuente: Estadísticas DGIRA-SEMARNAT.

Como se puede observar en la Tabla I.5 y Figura I.3 existe un número considerable de proyectos negados por alguna de las razones o motivos ya antes mencionados por lo que la DGIRA generalmente rechaza su autorización.

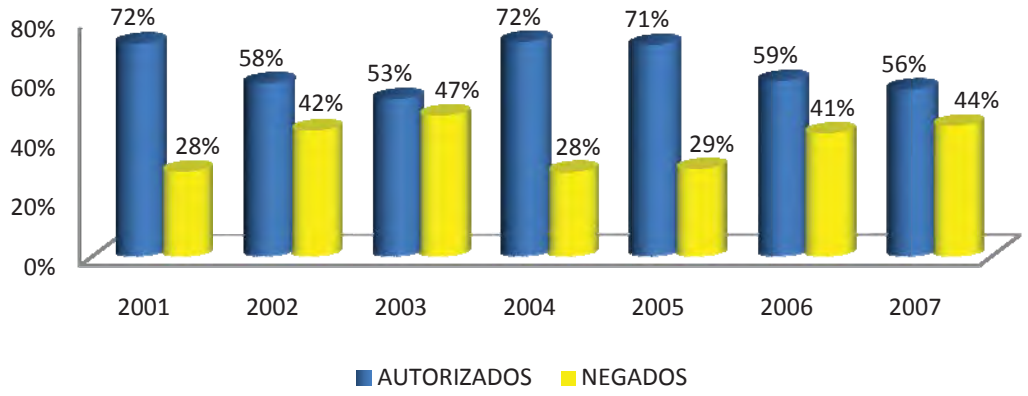


Figura I.3 Proyectos autorizados y negados en la DGIRA del periodo enero 2001 a junio del 2007 de la SEMARNAT.

Hablando a nivel federal se han presentado las siguientes estadísticas de proyectos que ingresan en la modalidad de Evaluación de Impacto Ambiental en la DGIRA en donde se observa una diferencia mayor de los proyectos ingresados contra los proyectos atendidos, esta diferencia es causada en gran medida a las cargas de trabajo de las oficinas centrales, así como también a las observaciones ya antes mencionados por lo que la DGIRA generalmente rechaza su autorización (Figura I.4).

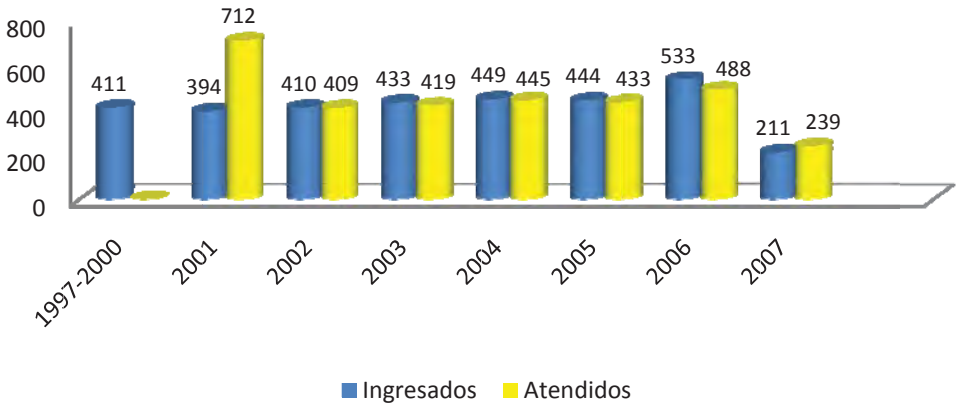


Figura I.4 Proyectos ingresados y atendidos en la DGIRA del periodo enero 1997 a junio del 2007 de la SEMARNAT.

Por otro lado se tiene la situación de los proyectos ingresados y resueltos en las Delegaciones Federales, donde se observa un déficit entre proyectos ingresados y resueltos, en este sentido se tiene, de los proyectos resueltos, un promedio aproximado de 24% de proyectos negados o no autorizados en el periodo 2001 al 2006, cabe mencionar que estas estadísticas comprenden todos los sectores producción que ingresadas al proceso de EIA (Figura I.5).

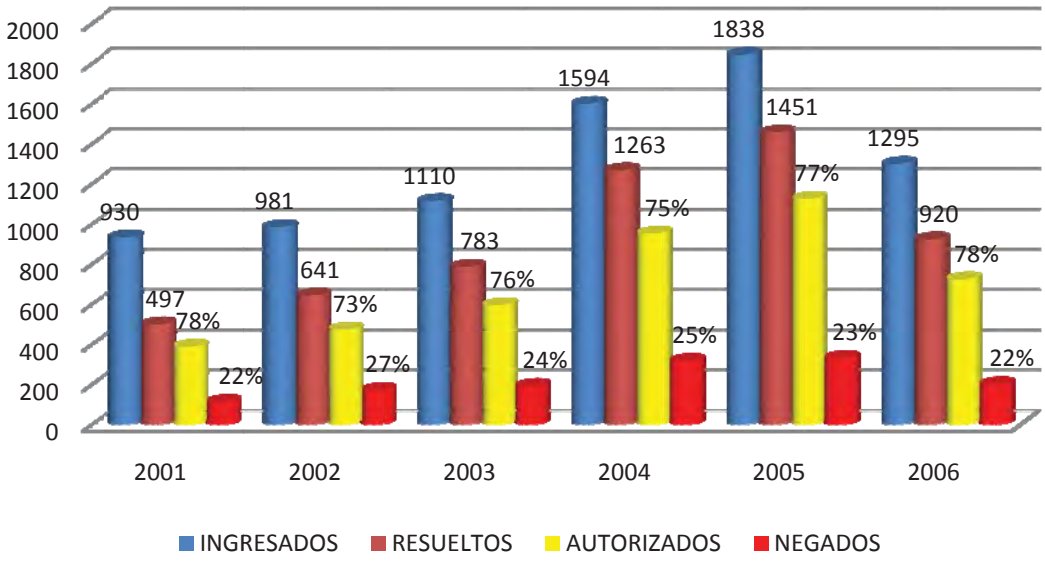


Figura I.5 Proyectos ingresados y resueltos en las Delegaciones Federales de la SEMARNAT.

En cuanto al sector de las vías generales ocupa el tercer lugar en monto de la inversión autorizada con la emisión de resolutivos en la DGIRA del año 2001 al 2007, solo por debajo del sector PEMEX y Energía como se muestra en la figura I.6; por lo que se significa ponerle más atención en sus estudios de impacto ambiental ya que como se muestra maneja altas cifras de dinero y dicho sector se encuentra en los primeros lugares

a nivel nacional, así también este sector ocupa la tercera posición en número de empleos por sector con la emisión de resolutivos en la DGIRA del periodo enero del 2001 a junio de 2007, solo por debajo del sector turístico y minero como se muestra en la figura I.7, de esto se puede decir la gran relevancia que tiene el sector de las Vías Generales de Comunicación en la generación de empleos a nivel nacional.

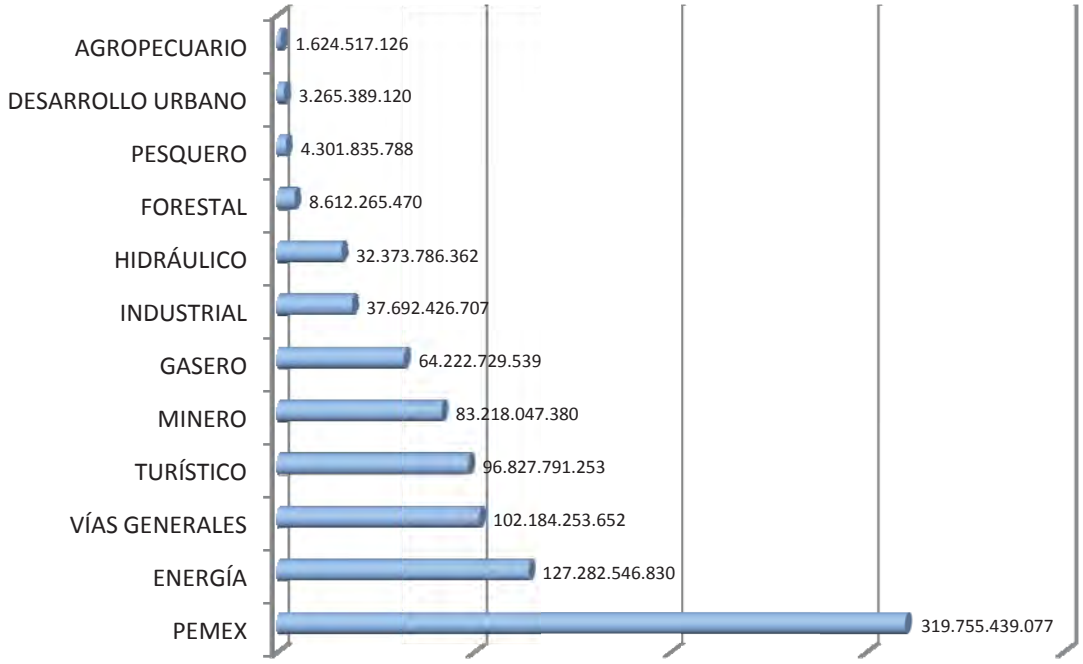


Figura I.6 Monto de la inversión autorizada con la emisión de resolutivos en la DGIRA del periodo enero 2001 a junio del 2007 de la SEMARNAT (cifras en miles de millones de pesos).

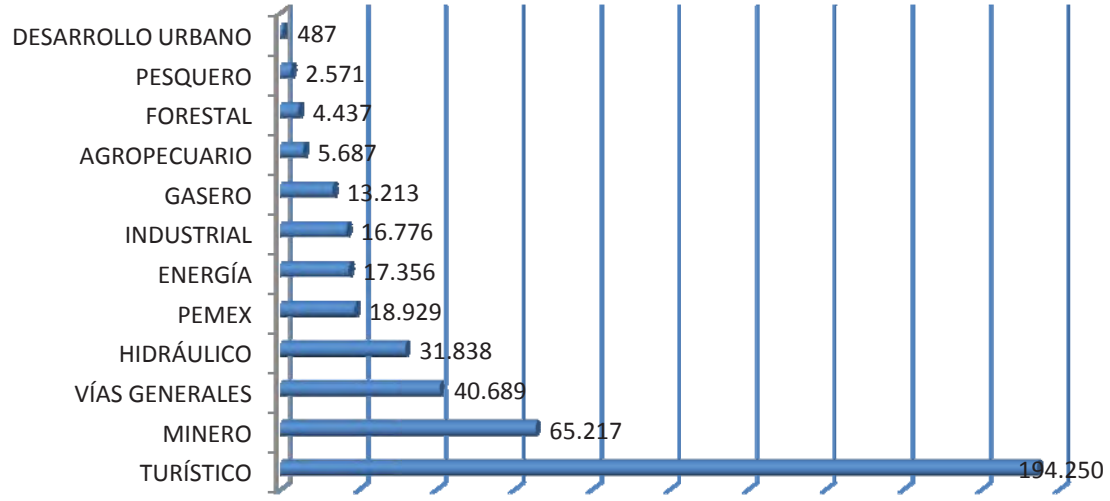


Figura I.7 Número de empleos por sector con la emisión de resolutivos en la DGIRA del periodo enero del 2001 a junio del 2007.

El estudio de impacto ambiental no es un requisito más que se debe realizar para poder realizar una obra o actividad, sino que es un documento de bases sólidas el cual su correcta elaboración influye directamente en la toma de decisiones y por tal motivo es fundamental en las etapas de un proyecto carretero, ya que refleja el resultado de una serie de estudios técnicos, sociales y económicos que da alternativas para que el impacto que se tenga sea lo más benéfico que se pueda, así como también proporciona las debidas medidas de mitigación en caso de tener impactos negativos; ya que este documento declara y describe lo que causará y no causará la realización de un proyecto carretero, es decir, lo que puede suceder con la ejecución del proyecto o lo que seria el medio ambiente sin dicho proyecto.

Al tener un resolutivo negativo, esto no indica forzosamente que el proyecto no se pueda llevar acabo, sino más bien que se debe realizar un estudio exhaustivo y verificar en que se esta fallando para su ejecución.

I.6 Importancia de los estudios geológicos-geotécnicos en las MIA´s

Las investigaciones *in situ* son parte sustancial de los estudios geológicos-geotécnicos para todo proyecto de ingeniería. A partir de ellos podemos conocer los parámetros y propiedades que caracterizan y definen condiciones particulares del suelo donde se desarrollara el proyecto.

El objetivo general de las investigaciones *in situ* es conocer y cuantificar las condiciones del terreno que puedan afectar a la viabilidad, diseño y construcción de una obra o estructura. En función de la dimensión y naturaleza del proyecto, los estudios geológicos-geotécnicos, y por tanto las investigaciones, deberían alcanzar los siguientes objetivos (González de Vallejo, *et al*., 2004):

- Establecer la viabilidad del lugar o emplazamiento en función de las condiciones geológicas, geotécnicas y geoambientales
- Seleccionar los emplazamientos o trazados más favorables bajo las citadas condiciones
- Identificar los problemas de inestabilidad del terreno y los riesgos geológicos
- Determinar las propiedades geotécnicas necesarias para el diseño y construcción de las estructuras

Los resultados de las investigaciones *in situ* representan un punto crítico para la estimación del costo de un proyecto constructivo, frecuentemente más de la mitad de los incrementos de costo en obras públicas se debe a la insuficiencia de investigaciones en los estudios geológicos-geotécnicos, estimándose que al menos un tercio de los proyectos sufren demoras por esta causa, destacando la inadecuada planificación de las investigaciones geotécnicas y la incorrecta interpretación de las mismas.

Por otro lado, existe una predisposición a considerar no rentable la inversión en investigaciones *in situ*. Dedicándose en general presupuestos insuficientes. De aquí la incertidumbre con que se llega a la construcción y los sobrecostos y demoras en la misma, cumpliéndose la frase "las investigaciones *in situ* siempre se pagan, antes o después".

No hay reglas definidas para estimar cuál debe ser el presupuesto adecuado para investigaciones geotécnicas, ya que cada proyecto tiene sus particularidades, dependiendo no sólo del tipo y magnitud de la obra, sino de la complejidad de las condiciones geológicas del sitio en el que se desarrolla y su incidencia durante la construcción. A manera de referencia, para obras importantes el presupuesto debería ser del 15 al 25% del costo del proyecto y del orden del 10% o inferior para proyectos menos importantes. Si la complejidad geológica y su incidencia en la obra son altas de los anteriores porcentajes pueden verse superados (González de Vallejo, *et al*., 2004).

Algunas de las principales finalidades de las investigaciones geológico-geotécnicas son (González de Vallejo, *et al*., 2004):

1) Determinar las condiciones geológicas de la zona de trabajo
    - Tipo y características de los materiales geológicos
    - Características de los macizos rocosos
    - Orientación y características de las discontinuidades
2) Conocer los problemas geológicos que pueden afectar la construcción
    - Filtraciones importantes
    - Zonas tectonizadas, estructuras singulares y cavidades.
    - Estados tensiónales anisótropos
    - Terrenos blandos y expansivos
    - Rocas agresivas o reactivas
    - Rocas abrasivas y duras
3) Cuantificar los datos y parámetros del terreno necesarios para el diseño de la obra
    - Capacidad de resistencia y deformaciones de los suelos, matriz rocosa y macizo rocoso
    - Datos para clasificaciones geomecánicas
4) Aportar criterios para el diseño

Tabla I.6 Desarrollo de las investigación es *in situ*.

Fases del proyecto	Actividades características	Trabajos de investigaciones geológico-geotécnicas.	Objetivos geológico-geotécnicos
Estudios previos y de viabilidad	Revisión de información	• Topografía y relieve • Hidrología e hidrogeología • Mapas geológicos regionales • Historia geológica • Sismicidad y otros riesgos geológicos	• Viabilidad geológica y definición conceptual del proyecto • Identificación de riesgos geológicos • Condiciones geológico-geotécnicas generales (estudios informativos y de vialidad)
	Fotointerpretación	• Fotografías aéreas y teledetección • Geomorfología • Litologías y estructuras • Riesgos geológicos • Cartografías geológicas de síntesis	
	Visita y reconocimiento previo de campo	• Reconocimiento de suelos y rocas • Fallas y estructuras • Datos hidrogeológicos, drenaje • Geomorfología, estabilidad de laderas, subsidencias, hundimientos, inundaciones, etc. • Problemas geoambientales • Accesos y situación de investigaciones *in situ*	
Anteproyecto	Cartografía geológica-geotécnica	• Litoestratigrafía y estructura • Geomorfología e hidrogeología • Clasificación y propiedades de los materiales	• Selección de emplazamientos y trazados • Clasificación geotécnica de materiales • Soluciones geotécnicas aproximadas • Estimación aproximada de costos
	Datos hidrológicos-hidrogeológicos	• Identificación de zonas inundables, kársticas, de encharcamiento, de escorrentía, etc. • Regionales y locales	
	Investigaciones geotécnicas básicas (1)	• Sondeos y calicatas • Prospección geofísica • Ensayos de laboratorio	

Tabla I.6 Desarrollo de las investigaciones *in situ* (continúa).

Fases del proyecto	Actividades características	Trabajos de investigaciones geológico-geotécnicas.	Objetivos geológico-geotécnicos
Proyecto	Investigaciones geotécnicas de detalle (2)	• Sondeos y calicatas • Prospección geofísica • Ensayos *in situ* y ensayos de laboratorio	• Caracterización geotécnica detallada • Parámetros geotécnicos para el diseño de estructuras, excavaciones, cortes, etc. • Definición detallada de soluciones, diseño, presupuesto, plazos y pliegos de condiciones
	Cartografía geotécnica detalle	• Mapas geológicos-geotécnicos de detalle • Sectorización y propiedades geomecánicas	
Construcción	Seguimiento geotécnico	• Planos geotécnicos de obra • Estabilidad de excavaciones y túneles • Control de parámetros geotécnicos • Cimentaciones de estructuras	• Control geotécnico e instrumentación • Tratamientos de mejora del terreno • Verificación y adaptación del proyecto
	Instrumentación	• Instalación y lectura instrumental • Ensayos *in situ* • Control de calidad	
Explotación	Revisión	• Seguimiento obra-terreno	• Control de la respuesta terreno-estructura • Revisión detallada

(1) Investigaciones básicas: se refieren a sondeos espaciados y ensayos de identificación, principalmente.
(2) Investigaciones detalladas: se refieren a sondeos en cada estructura y en toda la zona de proyecto, ensayo *in situ* y ensayos en laboratorio completos.
Fuente: González de Vallejo, 2004.

I.6.1 Documentos que se deben considerar en los estudios de geología y geotecnia

Para los documentos que se debe de elaborar en los estudios de geología y geotecnia se puede distinguir los siguientes (Kraemer, *et al*., 2003a):

1. Estudios previos de terreno. Se trata de unos estudios orientados específicamente a la geología y geotecnia, por lo que dan como resultado un documento independiente con las características descritas anteriormente en las fases.
2. Estudios informativos. En estos estudios se produce un documento único que refleje los trabajos realizados en el área geológica y de geotecnia, así como sus conclusiones.
3. Anteproyectos y proyectos de trazado. En estos casos es frecuente separar la información en dos documentos. El primero refleja la geología, y suele incluir los yacimientos de materiales considerados, mientras que en el segundo se incluye la información específica de la obra proyectada en lo que se refiere a desmontes, rellenos, explanadas y aptitud del terreno para cimentación de estructuras.
4. Proyectos de construcción. Existen los mismos documentos que en el caso anterior, pero la cimentación de estructuras se desgajan y constituyen un anejo independiente. Por ello, el resultado final son tres anejos:
    - Geología y procedencia de materiales.
    - Geotecnia del corredor
    - Cimentación de estructuras.
5. Ejecución de la obra. Si se realizan tareas complementarias durante la ejecución de las obras, es frecuente que se reflejen en un documento independiente que resuma los trabajos realizados y las conclusiones extraídas.

Una vez recopilada la información previa existente, ésta debe analizarse para obtener los datos relevantes para el estudio de que se trate, del análisis se extraerá una idea de los materiales que se encontrarán en la traza, agrupándolos en unidades homogéneas relevantes (horizontes). Es aconsejable hacer un recorrido previo de la traza (o de los corredores), que luego debe detallarse en el campo, dad la diferencia de escala entre los mapas temáticos y los estudios que se van a realizar. En este momento comienza los trabajos específicos, que consiste en los reconocimientos que se citan a continuación:

- Fotogeología
- Inventarios
- Calicatas
- Ensayos de penetración
- Sondeos mecánicos
- Geofísica
- Otros reconocimientos

Los ensayos de identificación pueden ser básicos (como granulometrías, plasticidad o la composición química) o complementarios (como el contenido de materia orgánica o el equivalente de arena). Por su parte, los ensayos de caracterización del comportamiento son los de compactación (como la Proctor) y los de capacidad de soporte de material compactado (como el VRS).

Ante la importancia de las investigaciones *in situ*, tanto desde el punto de vista técnico como económico, resulta esencial planificar adecuadamente las campañas adaptándose a las condiciones y objetivos del proyecto. Esta tarea es compleja, pues influyen factores muy diferentes en cada caso, no existiendo una norma general sino un diseño especifico de las investigaciones para cada proyecto. Los principales factores a considerar en la planificación son los siguientes (González de Vallejo, *et al*., 2004):

- Objetivos del proyecto; acciones y solicitaciones de las estructuras sobre el terreno
- Información previa disponible
- Condiciones geológicas regionales y locales
- Accesos y características fisiográficas de la zona
- Selección de los métodos de investigación
- Presupuestos y plazos

Las campañas de investigación *in situ* deben ser planificadas y supervisadas por especialistas en geotecnia, partiendo de la información disponible, la fotointerpretación de la zona y el reconocimiento previo del campo.

La información y reconocimientos previos aportan los datos que permiten planificar la campaña de investigación *in situ*, tales como:

- Descripción geológica general de la zona, trazado o emplazamiento
- Principales grupos litológicos
- Geomorfología y aspectos hidrogeológicos generales
- Previsión de posibles problemas geotécnicos e incertidumbre geológico-geotécnicas
- Principales propiedades y datos a obtener
- Condiciones fisiográficas y ambientales para la realización de los trabajos de campo

En función de los anteriores datos se seleccionarán las distintas técnicas o métodos de investigación, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Resolución y alcance de los métodos para la obtención de los diferentes parámetros a investigar
- Limitaciones de los mismos
- Relación beneficio-coste de las técnicas de investigar a emplear

Otros aspectos a tener en cuenta son la situación de las investigaciones, su número y profundidad. Éstas deben estar situadas en lugares de máxima representatividad

geológica o geotécnica; el número y profundidad de las investigaciones dependerá tanto de la fase de investigación en la que se encuentre el proyecto como del alcance del método y de la extensión de la zona afectada por la obra, se elegirán métodos complementarios entre sí, de forma que permitan la correlación entre los parámetros obtenidos. El desarrollo de las campanas de investigación debe obedecer un compromiso entre los objetivos técnicos, los presupuestos y los plazos. Por ello es importante tener en cuenta los aspectos logísticos como los accesos, la climatología durante la campaña, etc. Como conclusión y resumen de lo expuesto, el diseño de las investigaciones *in situ* constituye un arte que requiere buen criterio y experiencia junto con las siguientes condiciones:

- Planificación adecuada
- Métodos de investigación apropiados
- Datos representativos y fiables
- Resultados relevantes
- Informes claramente expuestos

La influencia de las condiciones geotécnicas se hace sentir especialmente en los siguientes aspectos del trazado:

- La forma de excavar los materiales: un desmonte en roca puede costar hasta ocho veces lo que uno en terreno blando
- La posibilidad de utilizar los materiales excavados en la traza para formar rellenos y, en algunos casos, como áridos para hormigones y firmes
- La estabilidad de las terracerías: el coeficiente de seguridad frente a un deslizamiento (que determina la inclinación máxima de los taludes estables) y los asientos previsibles en los rellenos (que pueden alterar la regularidad superficial del pavimento)
- Las condiciones de cimentación de los rellenos: hay que tratar especialmente los suelos blandos (lodos, marismas), por los asientos que sufren bajo el peso del relleno
- Las condiciones de cimentación de las estructuras y de las obras de paso y de desagüe: las cimentaciones directas (zapatas) son más baratas que las profundas (pilotes), pero no siempre son posibles
- Los túneles: la posibilidad de su realización (en mina o a cielo abierto) y los sistemas constructivos (sostenimiento, revestimiento, bulones)

En los terrenos accidentados o muy accidentados, más que el relieve son las condiciones geotécnicas las que determinan el trazado: hay que aprovechar las zonas favorables y huir de las desfavorables (Tabla I.7) (Kraemer, *et al*., 2003a).

Tabla I.7 Influencia del medio geológico y del relieve en las planificaciones de las investigaciones *in situ.*

Factores geológicos y geomorfológicos	Características predominantes	Influencia en las investigaciones *in situ*
Rocas sedimentarias y metamórficas de origen sedimentario	– Formaciones relativamente uniformes en áreas extensas – Estructuras bien definidas y estratificadas – Las rocas de origen marino son más uniformes y continuas que las de origen continental	– Mayor fiabilidad en la extrapolación e interpretación geológica – Menor número relativo de prospecciones. – Mayor utilidad de los sondeos
Rocas ígneas extrusivas	– Estructuras estratiformes – Gran heterogeneidad y anisotropía litológica	– Necesidad de mayor número de sondeos – Difícil delimitación geométrica de los cuerpos intrusivos – Buena utilidad de la geofísica
Rocas ígneas intrusivas	– Gran variación tanto litológica como geométrica de los cuerpos intrusivos	– Mayor dificultad en la extrapolación geológica – Difícil delimitación geométrica de los cuerpos intrusivos – Buena utilidad de la geofísica
Estructuras tectónicas	– Gran continuidad – Materiales blandos de rellenos – Anitropías a cada lado de la estructura	– Gran utilidad de los métodos de geología estructural y cartografía geológica – Necesidad de sondeos y geofísica
Relieve bajo	– Predominio de medios aluviales, suelos, rocas blandas – Mal drenaje	– Bajo costo relativo de los sondeos – Buena utilidad de la geofísica
Relieve moderado a alto	– Control litológico-estructural del relieve – Rocas, suelos, depósitos coluviales y aluviales	– Alto costo de los sondeos – Importancia de los accesos en la planificación
Relieve accidentado y escarpado	– Rocas duras – Alto control litoestructural del relieve – Depósitos coluviales e inestabilidad de laderas	– Condiciones adversas para investigaciones *in situ*. Accesos difíciles – Alto costo de sondeos – Limitaciones climáticas – Gran utilidad de la fotointerpretación y geología de superficie

Fuente: González de Vallejo, *et al*. 2004

I.6.2 Objetivos de los estudios geológicos-geotécnicos por cada tipo de actividad

Si se expresan los objetivos por cada tipo de obra, los trabajos deben permitir analizar con precisión las siguientes cuestiones (Kraemer, *et al*., 2003b):

Desmontes:

- Excavación de los materiales
- Uso de los materiales excavados y su eventual tratamiento
- Estabilidad del desmonte e inclinación del talud
- Erosionabilidad de los materiales
- Calidad de las capas de las terracerías en los fondos de desmonte
- Presencia del nivel freático

Rellenos:

- Asiento previsible en el cimiento y eventuales tratamientos para reducirlo
- Estabilidad del relleno e inclinación del talud
- Erosionabilidad de los materiales
- Formación y capacidad de soporte de la explanada y cimiento del firme

Estructuras:

- Tipo de la cimentación (directa o profunda)
- Asientos esperables

Transiciones entre obras:

- Tratamiento de las transiciones relleno-estructura
- Tratamiento de las transiciones desmonte-relleno

Canteras y préstamos:

- Calidad de los materiales existentes
- Cantidad de material que es posible extraer a un precio razonable
- Distancia media, máxima y mínima a la traza

Los estudios de geología y geotecnia constan de las siguientes fases:

1. Recopilación de información existente
2. Definición y planificación de la campaña
3. Realización de los trabajos de campo
4. Realización de los ensayos en laboratorio
5. Realización de la cartografía temática final
6. Documento final, con las conclusiones y recomendaciones

El no considerar los aspectos geológicos-geotécnicos se pueden tener consecuencias desfavorables que repercutan en el proyecto directamente y/o medio ambiente, manifestándose problemas originados por algunas de las características de litología, estructuras geológicas, procesos geológicos y procesos geohidrológicos, los cuales sirven de base para la elección del estudio y la influencia con en sistema ambiental (Tabla I.8 y Tabla I.9).

Tabla I.8 Influencias en el comportamiento geotécnico del terreno.

Influencias	Agentes	Factores característicos	Problemas geotécnicos
Litología	Rocas duras	Minerales duros y abrasivos	Abrasividad Dificultad de arranque
	Rocas Blandas	Resistencia media a baja Minerales alterables	Rupturas en taludes Deformación en túneles Cambio de propiedades con el tiempo
	Suelos duros	Resistencia media a alta	Problemas en cimentaciones con arcillas expansivas y estructuras colapsables.
	Suelos blandos	Resistencia baja a muy baja	Asientos en cimentaciones Rupturas en taludes
	Suelos orgánicos y biogénicos	Alta compresibilidad Estructuras metaestables	Subsidencia y colapsos
Estructura geológicas	Fallas y fracturas	Superficies muy continuas, espesor variable	Rupturas, inestabilidades, acumulación de tensiones, filtraciones y alteraciones
	Planos de estratificación	Superficies continuas, poca separación	Rupturas, inestabilidades y filtraciones
	Discontinuidades	Superficies poco continuas, cerradas o poco separadas	Rupturas, inestabilidades, filtraciones y alteraciones
	Pliegues	Superficie de gran continuidad	Inestabilidad, filtraciones y tensiones condicionadas a la orientación
	Foliación, esquistosidad	Superficie poco continuas y cerradas	Anisotropía en función a la orientación
Procesos geohidrológicos	Disolución	Pérdida de material en rocas y suelos solubles Kasrstificación	Cavidades Hundimientos Colapsos
	Erosión-arrastre	Pérdida de material y lavado Erosión interna Acarcavamientos	Hundimientos y colapsos Asientos Sifonamientos y socavaciones Aterramientos
	Reacciones químicas	Cambios en la composición química	Ataque a cementos, áridos, metales y rocas
	Alteraciones	Cambio de propiedades físicas y químicas	Pérdida de resistencia. Aumento de la deformación y permeabilidad

Fuente: González de Vallejo, *et al,* 2004.

Tabla I.9 Influencia de los procesos geológicos en la ingeniería y en el medio ambiente.

Procesos geológicos	Efectos sobe el medio físico	Problemas geoambientales y actuaciones
Sismicidad	Terremotos, tsunamis Movimientos de suelo, roturas, deslizamientos, licuefacción	Daños a poblaciones e infraestructuras Diseño antisísmico Medidas de prevención Planes de emergencia
Vulcanismo	Erupciones volcánicas Cambio en el relieve Tsunamis y terremotos Colapsos y grandes movimientos en laderas	Daños a poblaciones e infraestructura Sistemas e vigilancia Medidas de prevención Planes de evacuación
Levantamientos, subsidencias.	Cambios morfológicos a largo plazo Alteraciones en dinámica litoral y en el nivel del mar a largo plazo	Medidas de control y vigilancia
Erosión-sedimentación	Cambios geomorfológicos a medio plazo Arrastre y aumento de la escorrentía Colmatación	Aumento del riesgo de inundaciones y deslizamientos Medidas de protección en cauces y costas
Movimiento de ladera	Deslizamiento, desprendimientos, hundimientos Cambios morfológicos a corto y medio plazo, desvío de cauces	Daños en poblaciones e infraestructuras Obstrucción de estabilización, control y prevención
Cambios del nivel freático	Cambios en los acuíferos Cambios de propiedades del suelo Desecación y encharcamientos Subsidencias e inestabilidades de laderas	Problemas en cimentaciones Afecciones a cultivos y regadíos Medidas de drenaje
Procesos tectónicos	Tensiones naturales Sismicidad Inestabilidad	Exploraciones de roca en mina y túneles profundos Deformaciones a largo plazo en obras subterráneas Medidas de diseño en túneles y minas
Procesos geoquímicos	Altas temperaturas Anomalías térmicas Presencia de gases	Riesgo de exploración. Dificultad de ejecución n obras subterráneas

Fuente: González de Vallejo, *et al*, 2004.

I.7 Costo de las EIA y las medidas de mitigación

De acuerdo a diversos organismos internacionales, el costo de una evaluación ambiental no sobrepasa el 2.0% del costo del proyecto. El Banco Mundial establece, por regla general, el 1.0%; mientras que la OECD, maneja un rango entre el 0.1% y el 2.0%; sin embargo, coinciden en que este costo se incrementa dependiendo de la etapa del proceso de planeación – proyecto – ejecución en que se realiza (Garmendia *et al.*, 2005).

Adicionalmente, el costo de la implantación de las medidas de mitigación establecidas en el estudio de impacto ambiental, se estima entre el 0% y el 10% del costo total de la obra,

siendo usual que se ubique entre el 3% y el 5%. Esto puede llegar a significar que un proyecto no sea económicamente rentable, al tomar en cuenta la incidencia de la componente ambiental como uno de los costos dentro de la evaluación correspondiente. En este sentido, la evaluación ambiental debe de realizarse durante el proceso de planeación de la infraestructura, lo que proporcionará información inicial sobre las posibles repercusiones ambientales, de manera general, y dará mayores elementos al tomador de decisiones sobre la viabilidad del proyecto.

I.8 Problemática asociada a la elaboración de las MIA´s en vías generales de comunicación en México

La LGEEPA y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, publicado en el año 2000, redefinieron las obras y actividades sujetas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental de competencia federal, clasificándose por tipo de actividad, de industria, o por los recursos naturales que pueden afectarse. Para simplificar el procedimiento se estableció la posibilidad de evaluaciones mediante informes preventivos cuando haya Normas Oficiales Mexicanas que regulen las actividades a realizarse o cuando existan planes de desarrollo urbano o programas de ordenamiento ecológico evaluados y autorizados en la materia. Asimismo, para promover la transparencia del procedimiento, se estableció un sistema de consulta pública que incluye el acceso a los expedientes por cualquier interesado y la posibilidad de realizar reuniones públicas de información para que los promoventes expliquen a la comunidad los proyectos a realizarse. De acuerdo con la clasificación y distribución de sectores del país y con apego a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente se entiende por Vías Generales de Comunicación a la construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selva, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedades y cuerpo de aguas nacionales, con excepción de: la instalación de hilos, cables o fibra óptica para la trasmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente; las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente.

Los estudios que conforman el proyecto ejecutivo integral, como son los: geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, de mecánica de suelos, hidráulicos, edafológicos, faunísticos, florísticos, forestales, socio-económicos, de calidad del agua, aire, entre otros, enfatizan la importancia de un “buen proyecto”, mismo que tenderá a minimizar o evitar posibles impactos adversos al ambiente. Los estudios geológicos-geotécnicos deben formar parte integral de las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos carreteros, el no considerarlos así limita seriamente no tomar en cuenta aspectos geológicos-geotécnicos fundamentales que repercutirían tanto para la elección de

alternativas de rutas del proyecto como para la elección o no de medidas de mitigación apropiadas para posibles problemas que se pueden presentar en las etapas de construcción y de operación. En este mismo sentido, el no realizar adecuadamente la vinculación de los resultados de los estudios geológicos-geotécnicos con el proyecto y el sistema ambiental proporciona un contexto carente de elementos para la toma de decisiones, la identificación de impactos y por ende su respectiva evaluación.

Por otro lado, si bien los estudios de impacto ambiental se deben realizar antes de iniciar la obra, frecuentemente existe un proyecto definitivo a construir; por ello el contar con el conocimiento de los impactos generados y de sus posibles medidas de mitigación, atenuación o control, dará mayores herramientas para que el diseñador las tome en consideración dentro del proceso, obteniendo como resultado menores variaciones entre el costo estimado y el real, motivadas por la necesidad de realizar trabajos no contemplados y detectados dentro del estudio de impacto ambiental. Es evidente que resulta riesgoso efectuar, financiar o aprobar un proyecto sin antes considerar sus consecuencias ambientales.

La importancia de realizar correctamente los estudios de impacto ambiental afecta directamente en las etapas de todo proyecto, esta infraestructura de transporte en todos los niveles (estatal, nacional o internacional) es indicador de crecimiento y modernidad de un país, por lo tanto es parte fundamental la elaboración de todos los estudios necesarios para la correcta evaluación de impacto ambiental.

Con base en los antecedentes aquí mencionados y en la problemática generada a causa de la carencia de los estudios adecuados, se establecieron los siguientes objetivos para este trabajo de investigación:

Capítulo II. Objetivo y justificación

II.1 Objetivos

Objetivo general

- Proponer una estrategia que permita mejorar la presentación de las MIA's centrada en los estudios geológicos y geotécnicos, así como su aprovechamiento en la toma de decisiones y de la elaboración de nuevos proyectos carreteros

Objetivos particulares

- Identificar las deficiencias en la integración de los estudios geológicos y geotécnicos necesarios para la presentación de las MIA's presentadas y evaluadas a nivel federal durante 2005 y 2006.
- Analizar la pertinencia y el aprovechamiento de los resultados de los estudios geotécnicos en el mejoramiento de los proyectos, así como en las medidas de mitigación presentadas en las MIA's.
- Proponer modificaciones a la integración de los estudios para la realización de las MIA's.

II.2 Justificación

Remarcaría la importancia de los estudios geológicos, geotécnicos y geomorfológicos ya que la adecuada realización de dichos estudios proporciona la información necesaria para identificar y evaluar las condiciones geológicas de la zona, así como también conocer los problemas geológicos que pueden afectar la construcción del nuevo proyecto carretero, cuantificar los datos y parámetros del terreno necesarios para el diseño de la obra y aportaría criterios para el diseño.

Proporcionaría 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.

Unificaría 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.

Reduciría o eliminaría los impactos negativos e incrementaría los positivos, se encontraría la forma de reducir impactos inaceptables y adaptaría el proyecto a las condiciones locales. Además definiría los estudios requeridos, de acuerdo a los criterios del responsable del proyecto; en este mismo sentido permitiría evaluar mejor la correcta elaboración de las Evaluaciones de Impacto Ambiental, lo cual tendrá una repercusión en el aspecto económico.

Unificar criterios de estudios completos y correctos de evaluación de impactos.

Capítulo III. Análisis de las manifestaciones de impacto ambiental

Para llevar a cabo el análisis de las MIA´s partiremos de los datos estadísticos en relación con los proyectos de vías generales de comunicación que han sido sometidos al proceso de evaluación en años recientes.

III.1 Selección del método de muestreo

Este trabajo esta enfocado a proyectos de vías generales de comunicación sin embargo, por el número de proyectos es necesario establecer criterios específicos que permitan hacer una selección de proyectos estandarizada para este análisis, de tal forma que se contemplaron los siguientes criterios para nuestro estudio:

1. Proyectos carreteros nuevos, disponibles al público en forma electrónica.
2. Proyectos presentados, evaluados y con información disponible, presentados en los años 2005 y 2006, que tuvieran al menos:
   - Resumen ejecutivo
   - Manifestación de impacto ambiental
   - Resolutivo

   Adicionalmente podían presentar como datos complementarios:
   - Solicitud de información adicional
   - Información adicional

Debido a que el universo a analizar era muy extenso se tuvo la necesidad de emplear un método de muestreo estadístico que fuera confiable y representativo, reconocido y empleado en la actualidad, por lo que se selecciono el "*Método aleatorio probabilístico estratificado*" por cumplir estas características, además de estar dentro de la clasificación de criterios de muestras que emite Moráguez (2005), Rivas (1991), Freud (1977), entre otros. Algunas de las características que presenta este método son:

- Tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de unas variables seleccionadas.
- Se obtienen estimaciones más precisa de la muestra
- Su objetivo es conseguir una muestra lo más semejante posible a la población en lo que a la o las variables estratificadoras se refiere.

El método es una variación del método aleatorio simple y consiste en subdividir a la población en subgrupos o estratos más homogéneos, de los que se toman muestras aleatorias simples de cada uno de dichos estratos. Hay que evitar que los estratos no se traslapen o que existan elementos de un estrato en otro.

Esté método considera parámetros tales como: grado de confiabilidad, error asumido en el cálculo, probabilidad de la población que no presenta las características y probabilidad de la población que presenta las características.

III.2 Determinación de la muestra estratificada

Para poder seleccionar la cantidad de proyectos a tomar como muestra del total de manifestaciones de impacto ambiental del universo (Anexo V), lo cual constituye la población, se empleó el método arriba mencionado, el cual permite determinar el tamaño de la muestra a partir de la población. Para ello la siguiente metodología una metodología a seguir:

Determinación de la cantidad de estratos de la población

Primeramente se determinaron los estratos. En este caso se decidió separarlos en función de la modalidad (regional o particular) de la MIA y al sitio de evaluación de la misma (oficinas centrales de la DGIRA o Delegaciones Federales de la SEMARNAT) y del año. Posteriormente relacionamos la cantidad de estudios que tiene la población, en este caso son los estudios de manifestaciones de impacto ambiental (Anexos V).

Tabla III.1 Proyectos de MIA por año y modalidad que cumplen los parámetros de selección para obtener la muestra.

Año	**2005**		**2006**	
Modalidad	EIA	EID	EIA	EID
Número de proyectos	16	4	30	1

EIA: Estudios evaluados en oficinas centrales DGIRA-SEMARNAT. Modalidad regional.
EID: Estudios evaluados en las Delegaciones Federales de SEMARNAT. Modalidad particular.

A cada estrato (estudio) se le hizo corresponder un número, comenzando del 1 (uno) para cada tipo de modalidad y año. Este número será constante para centro de ahora en adelante. La cuestión está dada en determinar del total de centros, cuántos tomaremos como muestra aleatoria simple, por lo que para ello se aplicará el siguiente estadígrafo:

$$n_o = \left(\frac{z}{\varepsilon}\right)^2 \times p \times q \qquad n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Donde:

n_o: Cantidad teórica de elementos de la muestra

z: Valor estandarizado en función del grado de confiabilidad de la muestra calculada

ε: Error asumido en el cálculo

p: Probabilidad de la población que presenta las características

q: probabilidad de la población que no presenta las características

n: Cantidad real de elementos de la muestra a partir de la población asumida o de los estratos asumidos en la población

N: Número total de elementos que conforman la población, o número de estratos totales de la población

Por ejemplo, si consideramos trabajar con un 95 % de confiabilidad, entonces el valor estandarizado asumir es igual a 1.96, lo anterior con base a los valores estandarizados “z” que se presentan en la Tabla III.2.

Tabla III.2 Valores estandarizados de “Z” en función del grado de confiabilidad.

Para un:	Valor de “z”
99%	2.58
95%	1.96 (El más empleado)
90%	1.64

Toda expresión que se calcula contiene un error de cálculo debido a las aproximaciones decimales que surgen en la división por decimales, error en la selección de la muestra, entre otras, por lo que este error “Ɛ” se puede asumir entre un 1% (uno porciento) hasta un 10% (diez porciento); es decir, que se asume en valores de probabilidad correspondiente entre un 0.01 hasta un 0.1. No obstante, se propone la Tabla III.3 para valores óptimos del error para el cálculo del número de estratos de una muestra:

Tabla III.3 Valores del error asumido "**Є"** en función del tamaño de la población.

Número total de elementos	Valor de "Є"
3 ≤ N ≤ 10	Є = 0.1 (un error del 10 %).
N > 10	Se asume Є = 0.05 (un error del 5 %).

El parámetro "q" es un valor muy importante, debido a que mediante él mismo se asume qué por ciento o proporción de la muestra no puede presentar las mismas características de la población, debido a diversos factores subjetivos y objetivos de los individuos u objetos que conforman la población. Muchos autores plantean esta probabilidad entre un 1% (uno porciento) hasta un 25% (veinticinco porciento), otros asumen, cuando no se conoce esta variable asumir el valor máximo de 50% (cincuenta porciento). Del estudio realizado este método propone la Tabla III.4:

Tabla III.4 Valores de la probabilidad de la población que no presenta las características.

Número total de elementos	Valor de "q"
3 ≤ N ≤ 19	q = 0.01 (un 1 %).
20 ≤ N ≤ 29	q = 0.01 hasta 0.02 (del 1 al 2 %).
30 ≤ N ≤ 79	q = 0.02 hasta 0.05 (del 2 al 5 %).
80 ≤ N ≤ 159	q = 0.05 hasta 0.10 (del 5 al 10 %).
N ≥ 160	q = 0.05 hasta 0.20 (del 5 al 20 %).

El valor "p" es la probabilidad que tiene la muestra en poseer las mismas cualidades de la población (homogeneidad) y como p + q = 1 (Probabilidad máxima), "p" esta determinado por p = 1 – q

De lo anterior se infiere que la representatividad de una muestra está dada en considerar que la misma fue extraída de una población con un determinado nivel de confianza (se trabajo con un nivel de confianza del 95%), de asumir un determinado porcentaje en el error de cálculo, que debe estar comprendido entre un 1 hasta un 10 % (0.01 hasta 0.10); y de considerar un adecuado porcentaje (desde un 1 hasta un 20 %) en valores probabilísticos (0.01 hasta 0.2) de que la muestra no posee las características de la población.

Con base a lo anterior se tiene la Tabla III.5 en la que se presenta todos los valores seleccionados y calculados por estrato incluyendo el tamaño de la muestra.

Tabla III.5 Determinación del tamaño de la muestra.

Año	**2005**		**2006**	
Modalidad	**EIA**	**EID**	**EIA**	**EID**
N	16	4	30	1
Z	1.96	1.96	1.96	1.96
Є	0.05	0.10	0.05	0.10
q	0.01	0.01	0.02	0.01
p	0.99	0.99	0.98	0.99
n_o	15.21	3.80	30.11	3.80
n	8	2	16	1
Muestra	27			

La selección de MIA´s que integran la muestra se hizo en forma aleatoria con ayuda de herramienta estadística (Análisis de datos y muestra) de Excel®. El proceso de selección aleatoria se realizó para cada estrato de acuerdo con la Tabla III.5.

III.3 Aspectos geológicos-geotécnicos considerados para el análisis de los estudios de MIA

Con base en lo expuesto en el Capítulo I se determinaron los aspectos que serían analizados en las MIA´s de la muestra obtenida del Método Estratificado, de acuerdo al esquema planteado en la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, Vías Generales de Comunicación, Modalidad Regional, emitida por la SEMARNAT, con objeto de verificar la suficiencia técnica en los aspectos geológicos-geotécnicos (Tabla III.6):

Tabla III.6 Escenarios analizados de los aspectos geológicos-geotécnicos.

Aspectos geológicos-geotécnicos analizados	
Realización de estudios geológicos-geotécnicos	Realización de estudios geológicos-geotécnicos en cada proyecto.
Referencia de la normatividad aplicable en aspectos geológicos-geotécnicos	Referencia a normatividad aplicable en materia ambiental, así como normas y manuales de la SCT y recomendaciones técnicas.
Descripción de las obras y actividades del proyecto	Descripción de obras y actividades geológicas-geotécnicas que se realizaran de acuerdo al proyecto en cuestión e identificar posteriormente el impacto que provocara dicha obra o actividad.

Tabla III.6 Escenarios analizados de los aspectos geológicos-geotécnicos (continúa).

Caracterización y análisis del sistema ambiental	Revisión de la identificación y descripción de los aspectos geológicos-geotécnicos del sistema ambiental.
Identificación y análisis de los procesos de cambios en el Sistema Ambiental (SA)	Se reviso, de acuerdo a la caracterización y análisis del sistema, que se hayan identificado y analizado aquellos cambios causados por las obras o actividades del proyecto, en lo que corresponde a los aspectos geológicos-geotécnicos.
Descripción de los impactos producidos	Con base en el punto anterior, se reviso la identificación y descripción de los impactos producidos que resultan con la implementación del proyecto en el área del estudio, lo cual permitirá identificar las acciones aplicables para su mitigación.
Medidas de mitigación	Revisión de las medidas de mitigación, en función de la identificación y análisis de los procesos de cambio en el SA y la descripción de los impactos producidos, sobre todo con base a los resultados de los estudios geológicos-geotécnicos.
Información suficiente para su evaluación	Consistió en la revisión la manifestación de información para que las autoridades correspondientes tuvieran la información suficiente para su correspondiente evaluación.

Lo anterior se puede representar gráficamente como se muestra en la Figura III.1:

Figura III.1 Esquema de interacción de los aspectos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos analizados en las MIA´s

En función de estos escenarios se plantearon los siguientes cuestionamientos e indagaciones obteniendo los resultados de la Tabla IV.1.

Listado de cuestionamientos e indagaciones realizadas a las MIA´s.

1. ¿Se reporta que se haya realizado algunos de los estudios siguientes: geotecnia, mecánica de suelos o geomorfológicos?
2. ¿Existen zonas en el proyecto susceptibles a inestabilidad o que presentan otro tipo de problema estructural, por lo que un estudio geotécnico o de mecánica de suelo es indispensable?
3. ¿Se hace referencia a la normatividad o recomendaciones técnicas en los aspectos geotécnicos, geológicos y a los procedimientos constructivos correspondientes?
4. ¿Se realiza la descripción de las obras y actividades del proyecto en cada una de sus etapas, a fin de identificar los aspectos relevantes en relacionados con el ambiente en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo?
5. ¿Se realiza la caracterización y análisis del sistema ambiental en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo, tomando en cuenta sus características litológicas, geomorfológicas de relieve, presencia de fallas y fracturamiento, susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, movimientos de tierra o roca y actividad volcánica, grado de erosión; así como tipo de suelo y sus características?
6. ¿Se realiza la identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental a lo largo del tiempo hasta llegar a la situación actual en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo?
7. ¿Se realiza la identificación y descripción de los impactos que generará el proyecto así como afectaciones que sufrirá la estructura y funciones del sistema ambiental en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo?
8. ¿Se realiza adecuadamente las estrategias y medidas de mitigación para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto pueda provocar en cada etapa de su desarrollo?
9. ¿Las medidas de mitigación están condicionadas o van de acuerdo a los resultados de los estudios de geotecnia, mecánica de suelo o geomorfológicos en el aspecto de suelo?
10. ¿Se realiza un pronóstico ambiental con el objeto de conformar un escenario resultante del desarrollo del proyecto incorporando las medidas de mitigación en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo?
11. ¿Qué es lo que menciona referente a estos aspectos en el resolutivo?
12. ¿En el resolutivo se reporta que carece de información suficiente para ser evaluados en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo?
13. ¿En el resolutivo fue negada la correspondiente autorización por carecer o no contemplar la información necesaria para ser evaluado, en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo?
14. ¿Se condiciona o realiza algún tipo de recomendación en el resolutivo en alguno de los aspectos geológicos, geomorfológicos o de suelo?
15. ¿Qué medidas de mitigación que no estuvieran descritas se propondrían?

Capítulo IV. Resultados

IV.1 Resultados del análisis de las MIA´s en los aspectos geológicos-geotécnicos

Los siguientes resultados se obtuvieron con base en un análisis detallado de los aspectos geológicos-geotécnicos de las MIA´s, el cual se presenta íntegramente en el Anexo VI, sin embargo a continuación se presenta una tabla resumida de estos resultados (Tabla IV.1), basados en los cuestionamientos o indagaciones planteados en el Capítulo anterior:

Tabla IV.1 Resultados del análisis de las MIA´s.

No.	Clave de proyecto	Cuestionamientos e indagaciones realizadas a las MIA´s														
		Proyecto		Normatividad	Sistema ambiental e identificación de impactos							Resolutivo				Otros
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	EIA 2005															
1	18NA2005V0007	No	SÍ	No	No	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	No	No	Nada	No	No	No	Procedimiento de estabilización de taludes dependiendo el tipo de suelo o roca, con base en un estudio técnico
2	12GE2005V0012	No	No	Parcial	No	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	No	No	Protección de taludes y terraplenes	No	No	No	Manifestar el procedimiento o método para estabilizar los taludes
3	24SL2005V0003	Sí	Sí	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	No	No	Nada	No	No	No	Especificar el procedimiento o método para estabilizar los taludes
4	26SO2005VD023	No	No	No	Sí	No	No	No	No	No	No	Nada	No	No	No	No solicitan específicamente el procedimiento o método de estabilidad de talud
5	31YU2004VD063	No	No	No	No	No	No	No	Parcial	No	No	La protección de taludes a base de muro de piedra y malla	No	No	Sí	La elaboración y vinculación de los resultados de estudios geotécnicos y de mecánica de suelo, con los aspectos bióticos
6	20OA2005V0006	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	Parcial	No	Nada	No	No	No	Medidas referentes a la estabilidad de taludes, protección de terraplenes
7	19NL2005V0005	Sí	Sí	Parcial	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Nada	No	No	No	-
8	12GE2005V0021	No	Sí	No	Sí	Sí	No	Parcial	Parcial	No	No	Nada	No	No	No	Falta la elaboración de los estudios geotécnicos o de mecánica de suelo, y vincular los resultados dependiendo el tipo de suelo con las medidas de mitigación
	EID 2005															
9	31YU2005VD013	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	Nada	No	No	No	Vincular los resultados de un estudio de geotecnia o de mecánica de suelos, para poder ofrecer soluciones o alternativas de mitigación. Ofrecer medidas para la estabilización de taludes y ofrecer lternativas para las zonas de falla o donde se presentan problemas.
10	31YU2005VD022	No	No	No	Sí	No	No	No	No	No	No	Nada	No	No	No	Ofrecer medidas para la estabilización de taludes y ofrecer alternativas para las zonas de falla o donde se presentan

Tabla IV.1 Resultados del análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Clave de proyecto	Cuestionamientos e indagaciones realizadas a las MIA´s														
		Proyecto		Normatividad	Sistema ambiental e identificación de impactos							Resolutivo				Otros
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	EIA 2006															
11	14JA2006V0004	No	Sí	Parcial	No	Sí	No	Parcial	Parcial	No, sólo en lo referente a un estudio geohidrológico	Parcial	Que se debe realizar revisiones periódicas a los taludes, y proponen la hidrosiembra como procedimiento de estabilidad.	No	No	Sí	Manifestar de acuerdo algún estudio geotécnico o de mecánica de suelo, alternativas de mitigación, así como su procedimiento o metodología
12	31YU2006V0001	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Proteger los taludes y laderas	No	No	No	Manifestar de acuerdo algún estudio geotécnico o de mecánica de suelo, alternativas de mitigación, así como su procedimiento o metodología
13	16MI2006V0003	Sí	Sí	Parcial	Sí	Sí	No	Parcial	Sí	No	No	Nada	No	No	Se negó	Vincular los resultados del estudio geotécnico, con las alternativas de medidas de mitigación, de acuerdo al tipo de suelo y los problemas que se tengan
14	24SL2006V0004	Sí	Sí	Parcial	Sí	Sí	Parcial	Parcial	Parcial	Sí	No	Nada	No	No	Se negó	Vincular los resultados del estudio geotécnico, con las alternativas de medidas de mitigación, de acuerdo al tipo de suelo y los problemas que se tengan
15	30VE2006V0004	Sí	No	No	Parcial	No	Parcial	Parcial	No	Sí	Parcial	Nada	No	No	No	Vincular los resultados del estudio geotécnico, con las alternativas de medidas de mitigación, de acuerdo al tipo de suelo y los problemas que se tengan
16	24SL2006V0009	No	No	No	Parcial	Parcial	No	No	No	No	Parcial	Menciona que se deberán estabilizar los taludes	No	No	Sí	Vincular los resultados del estudio geotécnico, con las alternativas de medidas de mitigación, de acuerdo al tipo de suelo y los problemas que se tengan

Tabla IV.1 Resultados del análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Clave de proyecto	Cuestionamientos e indagaciones realizadas a las MIA´s														
		Proyecto		Normatividad	Sistema ambiental e identificación de impactos							Resolutivo				Otros
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	16MI2006V0012	Sí	No	No	No	Parcial	Parcial	No	No	No	No	Menciona que se deberán estabilizar los taludes	No	No	Sí	Vincular los resultados del estudio geotécnico, con las alternativas de medidas de mitigación, de acuerdo al tipo de suelo y los problemas que se tengan
18	03BS2006V0010	No	No	Sí	Parcial	Parcial	Parcial	No	No	No	No	Nada	No	No	Se negó	Vincular los resultados del estudio geotécnico, con las alternativas de medidas de mitigación, de acuerdo al tipo de suelo y los problemas que se tengan
19	03BS2006V0012	Sí	No	No	Sí	Sí	No	No	No	Parcial	No	Nada	No	No	No	Vincular los resultados del estudio geotécnico, con las alternativas de medidas de mitigación, de acuerdo al tipo de suelo y los problemas que se tengan
20	14JA2006V0016	No	No	No	No	Parcial	No	No	No	No	No	Nada	No	No	No	Vincular los resultados del estudio geotécnico, con las alternativas de medidas de mitigación, de acuerdo al tipo de suelo y los problemas que se tengan
21	10DU2006V0002	No	No	No	Sí	Parcial	No	Parcial	Parcial	No	No	Estabilizar los taludes	No	No	Sí	Falta realizar los correspondientes estudios geotécnicos o de mecánica de suelo para poder seleccionar las alternativas adecuadas para su correspondiente mitigación
22	12GE2006V0029	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Parcial	Parcial	Nada	No	No	No	Vincular los resultados de los estudios de geotecnia y mecánica de suelos con las medidas de mitigación y problemas de inestabilización
23	18NA2006V0006	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Parcial	No	Parcial	No	No	Nada	No	No	No	Falta realizar los correspondientes estudios geotécnicos o de mecánica de suelo para poder seleccionar las alternativas adecuadas para su correspondiente mitigación
24	12GE2006V0039	Sí	Sí	No	No	Parcial	No	No	Sí	No	No	La estabilización adecuada de los taludes	Sí	No	Sí	Solo faltaría vincular los resultados de los estudios geotécnicos y de mecánica de suelo, con las medidas de mitigación

Tabla IV.1 Resultados del análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Clave de proyecto	Cuestionamientos e indagaciones realizadas a las MIA´s														
		Proyecto		Normatividad	Sistema ambiental e identificación de impactos							Resolutivo				Otros
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
25	16MI2006V0013	No	Sí	Parcial	Sí	Sí	No	Parcial	Parcial	No	No	Nada	No	No	No	Falta realizar los correspondientes estudios geotécnicos o de mecánica de suelo para poder seleccionar las alternativas adecuadas para su correspondiente mitigación
26	21PU2006V0004	No	Sí	Parcial	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	La adecuada estabilización de taludes	Sí	No	Sí	Faltaría vincular los resultados de los estudios geotécnicos y de mecánica de suelo
	EID 2006															
27	31YU2006VD003	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Parcial	No	Sí	No	Nada	No	No	No	Proponer medidas de mitigación con medida de prevención encaso que hubiera derrumbes o inestabilidad de taludes vinculados con el estudio geotécnico

Nota: Con base en el análisis realizado se observó que en la mayoría de los estudios no se realizaba una adecuada vinculación del capitulado del estudio de la MIA, de manera general las deficiencias que se encontraron en el análisis son: (i) la falta de resultados de los estudios geológicos-geotécnicos, (ii) la falta de vinculación de los resultados de los estudios geológicos-geotécnicos, en los pocos proyectos donde si se realizaron, con las alternativas de medidas de mitigación.

Estos resultados ponen de manifiesto algunas deficiencias en los proyectos, en las manifestaciones y también en el sistema de evaluación de impacto ambiental en general. A continuación, para dar un poco más de orden a estos resultados los abordaremos en cuatro diferentes rubros:

- Proyecto
- Normatividad
- Sistema ambiental e identificación de impactos
- Resolutivo

A. Proyecto

La mayoría de los proyectos analizados no manifiesta la realización de alguno de los estudios geológicos-geotécnicos (Figura IV.1) lo cual deja de manifiesto que no se consideraron dichos aspectos para identificación adecuada de los impactos probables y por ende se hizo una evaluación deficiente. Todo esto esta relacionado con la poca importancia que se le da a la elaboración de las MIA's, las cuales se ven únicamente como un requisito más a cumplir (Vilchis, 2007).

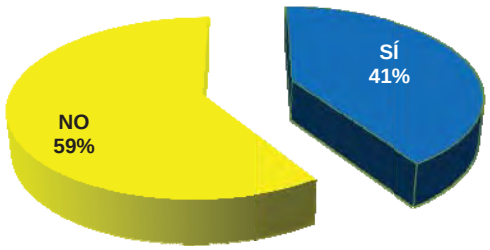


Figura IV.1 Proyectos donde reportan la realización de estudios geotécnicos, mecánica de suelos o geomorfológicos.

De los proyectos analizados la mayoría de los casos se tienen zonas susceptibles a inestabilidades o con problemas geotécnicos (Figura IV.2) por lo que es fundamental la realización de los estudios de geotecnia, mecánica de suelos o geomorfológicos, que proporcionen la información necesaria y adecuada para la identificación de impactos, además se demuestra que dichos estudios son parte integral de las manifestaciones para su realización y evaluación. No obstante, en el caso de los proyectos donde sí mencionan la realización de algún tipo de estudio, esto son básicamente estudios de geotecnia y de mecánica de suelos.

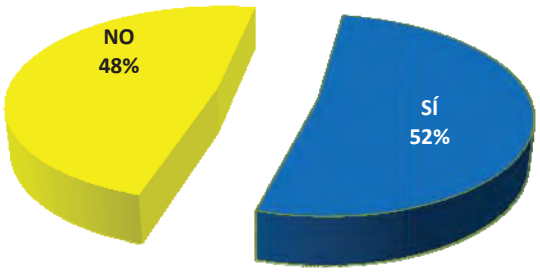


Figura IV.2 Proyectos con zonas susceptibles a inestabilidad o que presentan otro tipo de problema, por lo que un estudio geotécnico o de mecánica de suelo es indispensable.

Los estudios geológicos-geotécnicos tienen repercusiones en varios aspectos ambientales (Villasana, 2008). No existen dificultades para no tomar en cuenta dichos estudios, lo debe hacer el responsable de la elaboración de la MIA, sin embargo el principal problema radica en que los estudios son generalmente muy someros. Existe una vinculación estrecha entre elaboración y la evaluación, el problema que se tiene es que con un trabajo somero, tanto el promovente como el evaluador carecen de capacidad para juzgar la conducta real de la vialidad. En términos generales el estudio geológico-geotécnico se inicia con una fotointerpretación geológica que tiene poca verificación de campo, válida para una geología superficial, como la mostrada en los planos geológicos de INEGI y útil en la etapa de localización. Ya en el proyecto usualmente se hacen sondeos con barrenos de 1" a lo sumo de 2 metros de profundidad, independientemente de la profundidad de los cortes, de dicho estudio geotécnico salen recomendaciones generales sobre taludes; para 1 o 2 m de altura tendidos, de 2 a 5 más parados y finalmente de 10 m o más con fuerte pendiente, dichas recomendaciones usualmente se emiten para todo el tramo, sea este de 20 km o de 200 km. Los estudios geotécnicos normalmente señalan 30 cm de material de despalme aún cuando dicho despalme no exista, es una recomendación del lado de la seguridad económica que después tiene repercusiones, ya que origina un gran volumen de desperdicio que requiere de sitios de tiro. Hay proyectos que tienen esas características y cuyos volúmenes son inexistentes. Además dichos sitios de tiro no son determinados ni por el geotecnista ni por el promovente. En general los estudios geotécnicos resultan deficientes, por ello, sobre todo en las zonas serranas, se tienen tantos derrumbes durante los primeros años de operación de la carretera. Para un correcto diseño y una correcta evaluación ambiental basta con hacer la comparación con respecto a las especificaciones de otros países. Por otro lado, es importante, realizar visitas previas al lugar donde se llevarán a cabo los proyectos para establecer una adecuada unificación de criterios a manejar para la realización de la MIA (Tejada, 2008). Esto sólo se realiza cuando el consultor lo solicita y siempre y cuando haya personal disponible, cuando debería ser una actividad integral del

sistema de evaluación, así como también tener un dialogo entre evaluador y consultor para aclaraciones.

También es importante señalar que generalmente sólo se destina un 2% del presupuesto asignado a un proyecto para la realización de estudios geotécnicos para la realización de un nuevo proyecto carretero (Espinoza, 2008). Además, es muy costosa la integración de estudios geotécnicos a los proyectos y por tal motivo se realizan de manera somera.

B. Normatividad

Sólo un 7% de los estudios analizados hace referencia a alguna normatividad aplicable o recomendación técnica en los aspectos de geotecnia, geología y procedimientos constructivos correspondientes (Figura IV.3). Es importante que las manifestaciones proporcionen información y elementos normativos y técnicos necesarios para la ejecución del proyecto y estar en apego con las normas y aspectos técnicos que garanticen la correcta elaboración del proyecto. Sin embargo, para evitar problemas de tipo normativo, la SEMARNAT debería proponer las modificaciones necesarias a la LGEEPA, con objeto de ir subsanando las deficiencias que esta pudiera presentar (Tejada, 2008).

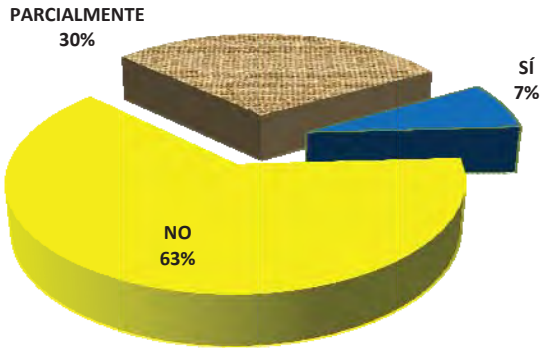


Figura IV.3 Proyectos que hacen referencia a la normatividad o recomendaciones técnicas en los aspectos geotécnicos-geología en los procedimientos constructivos correspondientes.

Aunque en la mayoría de los proyectos sí realizan una descripción de las obras y actividades del mismo a fin de identificar los aspectos relevantes en relación con el ambiente, en el caso de geología, geomorfología y geotecnia, existe un porcentaje considerable en el que no es así (Figura IV.4), además de que no hacen referencia a las normas o recomendaciones técnicas correspondientes, por lo que en dichos casos no resulta posible vincular adecuadamente: proyecto-medio ambiente-normatividad-medidas de mitigación, además de que no se contaría con la información suficiente para su correspondiente evaluación.

Por otro lado, también hay quien considera que el actual sistema de evaluación de MIA´s no tiene deficiencias como tal (Mendoza, 2008). El problema radica en que quienes desarrollan proyectos de infraestructura de cualquier tipo, y específicamente del transporte, no abordan la evaluación del impacto ambiental como una etapa dentro del desarrollo del proyecto, sino como un trámite burocrático, y mientras estas percepciones no cambien, de nada sirve tener estudios de impacto ambiental de alta calidad y que contemplen todos los aspectos ambientales. Así mismo en las guías para la elaboración de MIA´s no contemplan todos los aspectos ambientales, pero en teoría los expertos en evaluación de MIA's de proyectos carreteros sí evalúan los aspectos geológicos y geotécnicos

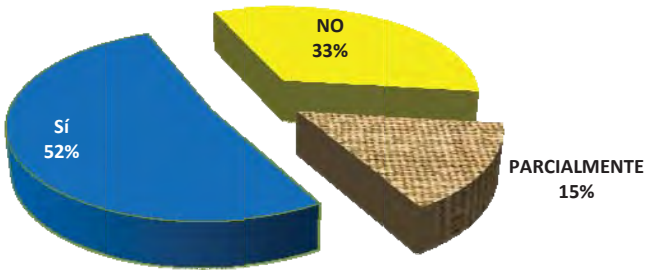


Figura IV.4 Proyectos donde se realiza la descripción de las obras y actividades del proyecto en cada una de sus etapas, a fin de identificar los aspectos relevantes del proyecto en relación con el ambiente en el caso de la geología, geomorfología y geotecnia.

Aunado a esto, en la mayoría de los centros SCT no cuentan con una oficina especializada y especifica para el área de impacto ambiental, aunado a esto las personas que están encargadas de desarrollar las actividades de valoración del estudio de impacto ambiental de los proyectos no son suficientes ni especializadas en la materia.

C. Sistema ambiental e identificación de impactos.

La mayoría de los proyectos realizan la caracterización y análisis del sistema ambiental, en los aspectos: geológicos, geomorfológicos y geotécnicos (Figura IV.5), pero existe un porcentaje considerable que carece de ésta, por lo cual no se contaría con los elementos e información suficiente para realizar la adecuada vinculación de proyecto-medio ambiente-medidas de mitigación y así, tanto los prestadores de servicios como los evaluadores podrán contar con la información adecuada para su identificación y evaluación.

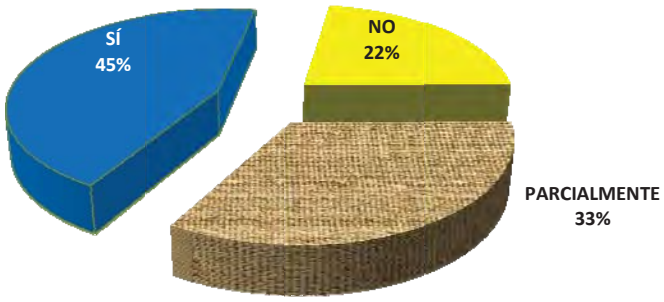


Figura IV.5 Proyectos en los que se realiza la caracterización y el análisis del sistema ambiental en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo, tomando en cuenta sus características litológicas, geomorfológicas, de relieve, presencia de fallas y fracturamiento, susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, movimientos de tierra o roca y actividad volcánica, grado de erosión; así como tipo de suelo y sus características.

Adicionalmente, la mayoría de los proyectos analizados no realizan una identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental de los aspectos en estudio (Figura IV.6). Esto implica no contar con los elementos suficientes para la "identificación de impactos". Tampoco se pueden vincular adecuadamente proyecto-medio ambiente-medidas de mitigación. Además, este punto resulta trascendental para la toma de decisiones ya que al no hacerlo adecuadamente se tienen conflictos o problemas técnicos en la ejecución del proyecto lo que se reflejaría en lo económico.

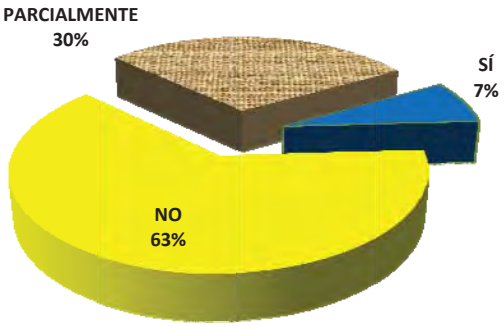


Figura IV.6 Proyectos en los que se realiza la identificación y el análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental a lo largo del tiempo hasta llegar a la situación actual, en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de geotécnicos.

Un 63% de proyectos analizados no realizan una identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental de los aspectos en estudio (Figura IV.6). Consecuentemente, tampoco realizan una identificación y descripción de los impactos generados. Esto ocasiona serios problemas al momento de la realización y evaluación de la manifestación. Por otro lado, el no realizar una adecuada descripción e identificación de impactos provocaría no tener los elementos suficientes para la toma de decisiones y por

ende tener problemas técnicos en la ejecución de los trabajos del proyecto o en la vida útil del mismo lo que se reflejaría en el aspecto económico (Figura IV.7).

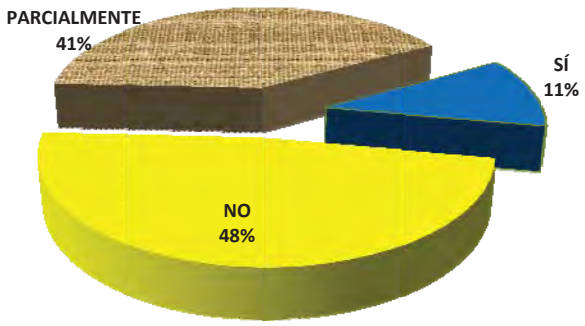


Figura IV.7 Proyectos en los que se realiza la identificación y la descripción de los impactos que generará el proyecto así como afectaciones que sufrirán la estructura y funciones del sistema ambiental en los aspectos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos.

D. Mitigación

De los proyectos analizados, en 41% se menciona la realización de algún tipo estudio (Figura IV.1), pero sólo en un 15% se hace referencia o vinculan los resultados de dichos estudios con las medidas de mitigación (Figura IV.8), lo que nos lleva a concluir que no se esta realizando una estrecha vinculación y una identificación de impacto ambientales insuficiente, además de no considerar los elementos necesarios para su evaluación.

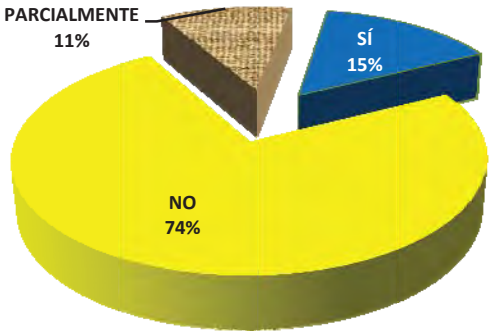


Figura IV.8 Proyectos donde las medidas de mitigación están condicionadas o están planteadas de acuerdo con los resultados de los estudios de geotecnia, mecánica de suelo o geomorfológicos en el aspecto de suelo.

Sólo en un 11% de los proyectos analizados se realiza la descripción e identificación de impactos (Figura IV.7). Por otro lado, es contrastante que en el 19% de los proyectos analizados proponen estrategias y medidas de mitigación que parecían adecuadas, de acuerdo a la descripción del sitio y los posibles impactos identificados durante el análisis

de la MIA (Figura IV.9), un 44% no cumple con estos aspectos, lo que provocaría tener inconvenientes evaluaciones, inadecuadas tomas de decisiones, problemas técnicos en la ejecución y operación del proyecto y por ultimo afectaciones considerables al medio ambiente y repercusiones en el aspecto económico. Por lo que es necesario que los resultados de los estudios correspondientes formen parte integral de la manifestación y con base en ellos identificar los impactos y proponer las medidas de mitigación acordes a su magnitud, y así tener una correcta vinculación entre medio ambiente-proyecto-medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación más frecuentes que se encontraron fueron las siguientes:

- Las laderas, terraplenes y taludes deberán protegerse para disminuir los riegos de erosión, derrumbes y deslaves. Los taludes de los cortes no deberán tener una pendiente mayor a 0.25:1.
- Menciona como medida de mitigación el arrope o protección de laderas, terraplenes y taludes.
- Utilizar bermas para aumentar la estabilidad de los taludes.
- Construcción de muros de contención cuando se presenta inestabilidad de talud, el cual se debe diseñar contra volcamientos, desplazamientos y falla por capacidad de carga.

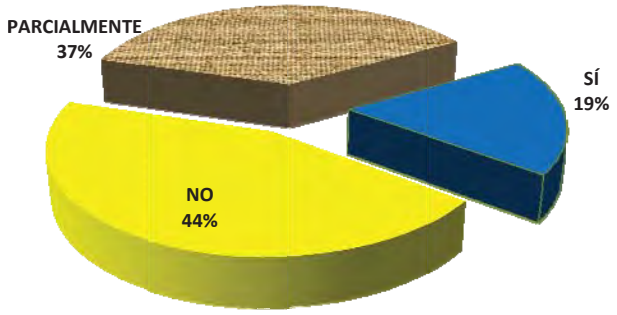


Figura IV.9 Proyectos en los que se proponen estrategias y medidas de mitigación adecuadas para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto podría provocar en cada etapa de su desarrollo en los aspectos geomorfológicos, geológicos y geotécnicos, de acuerdo con las características del proyecto y del sistema ambiental.

E. Resolutivo

Un gran porcentaje de los proyectos analizados no presenta medidas de mitigación acordes a los estudios a los estudios técnicos y/o a las características del proyecto y del medio ambiente (Figura IV.8 y IV.9), consecuentemente, también hay un alto porcentaje (81%) de proyectos en los que tampoco realizan los pronósticos ambientales, en donde se manifiesten los futuros escenarios que se presentarían con las medidas de mitigación en la relación de proyecto-medio ambiente (Figura IV.10). Por consiguiente, ni los

prestadores de servicios, ni los evaluadores contarían con los elementos suficientes para observar y planificar los posibles beneficios o contratiempos que se tendrían con las medidas de mitigación en los aspectos geomorfológicos, geológicos y geotécnicos.

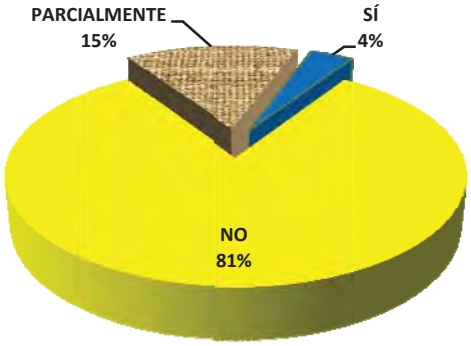


Figura IV.10. Proyectos que se realiza un pronóstico ambiental con el objeto de conformar un escenario resultante del desarrollo del proyecto incorporando las medidas de mitigación en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo.

De acuerdo con los resolutivos de la SEMARNAT, solo un 7% de los proyectos analizados carecen de información suficiente para ser evaluados correctamente (Figura IV.11), lo que conlleva a pensar que los evaluadores no prestan la suficiente atención en los aspectos geológicos, geomorfológicos o geotécnicos, por lo que se puede deducir que sea por no identificar, considerar y manifestar en la manifestación, por parte de los prestadores de servicios, así como no realizar, integrar y vincular los resultados de los estudios correspondiente para interacción de medio ambiente-proyecto-medidas de mitigación.

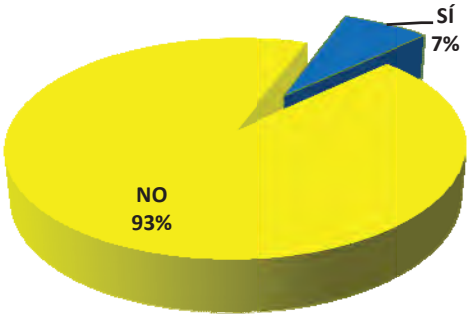


Figura IV.11 Proyectos en los que en los resolutivos se reporta la carencia de información suficiente para ser evaluados en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de suelo.

Algunos de ellos no mencionaban la realización e integración de los correspondientes estudios de dichos aspectos, además no había en algunos de los proyectos información suficientes para la identificación de impactos, de medidas de mitigación y pronósticos de futuros escenarios, sin embargo, en ninguno de los proyectos fue negada la autorización por motivos relacionados con aspectos geológicos, geomorfológicos o geotécnicos.

También es importante mencionar que en la mayoría de los resolutivos de las MIA´s, no especifican alguna condicionante o recomendación, siendo que en la mayoría de los proyectos había zonas susceptibles o que presentaban algún tipo de problema y los pocos resolutivos donde sí lo hacían, no precisaban o no recomendaban específicamente alguna metodología para su mitigación. (Figura IV.12). Siendo la recomendación más citada la siguiente “estabilización y protección de taludes, así como realizar revisiones periódicas a los taludes”.

Figura IV.12 Proyectos condicionados o sujetos a algún tipo de recomendación en los aspectos geológicos, geomorfológicos o de suelo.

IV.2 Discusión de resultados del análisis de las MIA´s en los aspectos geológicos-geotécnicos

De todos los resultados anteriores se observa que en algunos proyectos, aún sin haber realizado una caracterización adecuada y un análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental; que aún sin haber realizado un análisis y sin haber presentado la descripción de impactos que generará el proyecto, se propongan medidas de mitigación que aparentemente están acordes al proyecto. Por ejemplo, podemos observar que los porcentajes de proyectos que presentan: (i) estudios técnicos (Figura IV.1), (ii) caracterización y análisis del sistema ambiental (Figura IV.5), (iii) identificación y descripción de los impactos generados por los proyectos (Figura IV.7) son de 41, 45 y 11% respectivamente, en contraparte, se tiene que en 56 % de los proyectos sí se proponen estrategias y medidas de mitigación adecuadas al proyecto, parciales o completas. No es congruente que haya más proyectos que proponen medidas de mitigación sin tener los elementos necesarios para ello, aún cuando las medidas propuestas sean parcialmente satisfactorias, de lo cual se puede deducir, que se están proponiendo medidas de mitigación de tipo genérico y, obviamente no se les da la importancia que merecen.

De igual manera, podemos observar que existe un gran porcentaje de proyectos en los que se detectan zonas susceptibles a inestabilidad o con problemas estructurales (52%) (Figura IV.2), en los cuales resulta fundamental considerar los resultados de estudios geológicos-geotécnicos, en cambio únicamente un 41% de las MIA's (Figura IV.1) presentan estudios geotécnicos, de mecánica de suelos o geomorfológicos. Es inaceptable que en las manifestaciones se reporten estas zonas de inestabilidad y aún así no presenten los estudios necesarios para plantear las soluciones adecuadas desde el punto de vista geotécnico y, aún más grave, se están proponiendo medidas de mitigación que no están fundamentadas en los estudios técnicos correspondientes

Por otro lado, es evidente que los resolutivos emitidos por las autoridades correspondientes no están considerando o tomando en cuenta adecuadamente los aspectos geológicos-geotécnicos para su evaluación, ya que únicamente el 7% de los casos los resolutivos reportan la carencia de información en estos rubros (Figura IV.11). En la mayoría de los resolutivos analizados no queda manifiesta la falta de información adicional ni condicionan la autorización de los proyectos (sólo en un 26%; Figura IV.12) en los aspectos geológicos-geotécnicos, siendo que desde la realización de la MIA, la mayoría carece de los estudios o elementos necesarios para su evaluación en estos aspectos.

Finalmente también es importante hacer notar que sí hubo algunos resolutivos en los se niega la autorización de realización del proyecto, pero en ninguno estos casos la autorización fue negada por aspectos geológicos o geotécnicos.

IV.3 Propuestas de mejoramiento en los aspectos geológicos-geotécnicos en las EIA de nuevos proyectos carreteros

De acuerdo con los resultados aquí presentados hay varias propuestas que se podrían derivar para mejorar las EIA, particularmente en los aspectos geológicos-geotécnicos. A continuación se presentan las siguientes propuestas:

- La realización de estudios geológicos-geotécnicos previamente a la elaboración de las MIA´s, que contengan los elementos necesarios para su análisis, valoración e identificación de los impactos así mismo su rápida y adecuada evaluación, y que sus resultados y toda información que sirva de base y caracterice las zonas por donde de desarrollara el proyecto formen parte integral de la MIA. Dentro de estos estudios solicitados deberán contemplar al menos la siguiente información: identificación de los materiales, litología, estructuras geológicas y su influencia con el agua, procesos geológicos, geomorfológicos y condiciones del agua subterránea; es decir, los resultados deben de contemplar una estrecha relación geológica-geotécnica, condiciones hidrogeológicas, de esfuerzo, ambientales, geomecánicas e impactos

ambientales. Así mismo la información obtenida de los resultados de los estudios deben de proporcionar parámetros de comportamiento geológico-geotécnico, parámetros de comportamiento mecánico e hidráulico de suelo y macizos rocosos y parámetros que se utilizaran en la estabilización de taludes, cimentaciones y estructuras de tierra.

- La incorporación a la guía (Anexo VII.2) métodos de clasificación de macizos rocosos, tales como el (i) método clasificación geomecánica RMR de Bieniawski y (ii) método del índice "Q" de Barton; así como métodos de clasificación de taludes: (i) Método Slope Mass Rating SMR y (ii) Método de Clasificación Slope Rock Mass Rating "SRMR" de Robertson. Todos los métodos anteriores son recomendables por los parámetros que consideran para su debida y eficaz determinación e identificación.
- Destinar los recursos económicos suficientes o designar un porcentaje adecuado, del presupuesto asignado para la realización del proyecto carretero, para la ejecución de estudios geológicos-geotécnicos que permitan la identificación oportuna de posibles impactos negativos, problemas que ponga en riesgo el proyecto en cualquiera de sus etapas, además de que sirvan como base para la toma adecuada de decisiones por los actores involucrados.
- Incorporar áreas y personal adecuado para desempeñar actividades relacionadas a la valoración de estudios de impacto ambiental en los centros de la SCT.

Hay algunos otros aspectos que en realidad ya están considerados dentro de las Guías para la presentación de las manifestaciones de Impacto ambiental de la SEMARNAT, sin embargo la misma secretaría no hace énfasis en algunos de estos aspectos que resultan indispensables para la correcta evaluación de los posibles impactos ocasionados por un proyecto corretero. Hay algunos aspectos en particular en los que debería hacer particular énfasis en que se llevaran a cabo la presentación de las MIA's:

- Describir detalladamente: (i) las zonas o tramos donde exista algún tipo de problema geológico-geotécnico o que ponga en riesgo la operación o funcionalidad del proyecto, con base en los resultados de los estudios geológicos-geotécnicos; (ii) las etapas de construcción del proyecto donde intervengan los aspectos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos, resaltando aquellas actividades que ocasionen impactos al sistema ambiental y, (iii) la caracterización y análisis del sistema ambiental en los aspectos geológicos, geomorfológicos y de geotécnicos.
- Hacer referencia a las normas o recomendaciones técnicas aplicables en los aspectos geológicos-geotécnicos para la elaboración de la MIA, resaltando aquellas que proporcionen elementos técnicos y sustanciales para considerarlos en las medidas de mitigación correspondiente.
- La identificación, análisis y descripción detallada (i) de los procesos de cambio en el sistema ambiental a lo largo del tiempo resaltando los aspectos geológicos,

geomorfológicos y geotécnicos y, (ii) de los impactos que genera el proyecto o alguna de las actividades del mismo, considerando todos los aspectos geológicos-geotécnicos tomando de base los resultados de los estudios correspondientes previamente elaborados.

- Describir adecuadamente: (i) los pronósticos ambientales en los aspectos geológicos-geotécnicos con el objeto de conformar un escenario representativo del sistema ambiental con la incorporación del desarrollo del proyecto y las medidas de mitigación y, (ii) medidas de mitigación de zonas o tramos que presenten problemas geológicos-geotécnicos, con el propósito de que las autoridades correspondientes pongan la debida atención en analizar y evaluar, las cuales además serán de vital importancia para los responsables de la ejecución del proyecto y seguramente se verá reflejado en una mejoría tanto técnica como económica.
- Vincular adecuadamente los resultados de los estudios geológicos-geotécnicos con los factores descritos en el sistema ambiental y las estrategias y/o medidas de mitigación, haciendo énfasis de los posibles problemas o dificultades que resulten.
- Considerar los Apéndices de la guía para elaboración de informes preventivos y manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de vías generales de comunicación emitidos por la misma SEMARNAT, particularmente en el anexo III.3, en donde se establecen entre otros puntos, los siguientes:

  - Incluir en el Capítulo VIII (de la Guía para elaboración de MIA) los resultados de los estudios geológicos y geohidrológicos y demás realizados para establecer la factibilidad de construir túneles en los sitios que requieran de cortes mayores a 30 metros de altura máxima (Anexo III.3; punto 3.3).
  - Incluir la justificación técnica del tipo de estructura por edificar; señalar las consideraciones topográficas e hidráulicas que fueron consideradas durante el diseño de puentes cimentados en agua (Anexo III.3; punto 5).

  Por otro lado, en estos mismos apéndices hacer mayor énfasis en:

  - Las actividades del proyecto para la preparación del sitio (Anexo III.3; en los rubros de: (i) excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones, (ii) cortes y, (iii) rellenos)
  - El rubro de planos del proyecto (Anexo III.3; en los rubros de infraestructura carretera, túneles y puentes, servicios y accesos)
  - El cambio de uso del suelo (Anexo III.3; punto: uso que se le dará al suelo)

Capítulo V. Conclusiones y perspectivas

En México hay mucho trabajo por hacer en lo que respecta a la solución de problemas ambientales. Es necesario mejorar tanto el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, como la presentación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental, ese es el objetivo de las propuestas realizadas y a continuación se presentan las conclusiones este trabajo.

V.I Conclusiones

En la presentación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental, se observa que tanto la identificación como la descripción de los impactos ambientales son deficientes, por consiguiente, la evaluación realizada posteriormente por las autoridades correspondientes será deficiente, ya que no cuentan con todos los elementos necesarios. En la mayoría de las ocasiones sí se presentan impactos, pero resulta difícil cuantificarlos ya que su identificación se basa en elementos meramente descriptivos o únicamente cualitativos, lo cual les da un alto grado de subjetividad que no permite una evaluación adecuada. Para mejorar esta identificación de impactos ambientales es importante que tanto los promoventes, como los consultores o prestadores de servicios hagan un esfuerzo por presentar mejores Manifestaciones de Impacto Ambiental, en las cuales también deben estar involucrados los habitantes de la zona donde se llevará a cabo el proyecto. En este

sentido, también es importante hacer énfasis en que todos los actores involucrados tengan conciencia que el PEIA es una herramienta fundamental de gestión, que debe ser parte integral de un proyecto y no un tramite más para obtener simplemente la autorización de construcción del proyecto.

En este mismo sentido y con base en los resultados del análisis de las MIAs, realizadas en el presente trabajo, se tienen las siguientes observaciones:

- La Guía para la presentación de manifestaciones de Impacto Ambiental y sus correspondientes Apéndices sirven como instrumentos que proporcionan elementos que deberían ser considerados en la presentación de las MIA's, sin embargo, en esta investigación se observa que en la mayoría de los casos no fueron tomados en cuenta, ya que no contemplan la información básica. En la mayoría de las manifestaciones no se presentan estudios geológicos, geomorfológicos y geotécnicos, ya sea por que no se realizaron o no refieren los resultados. Estos estudios deberían formar parte integral de las MIA's en proyectos carreteros, para así poder cuantificar adecuadamente los posibles impactos al medio ambiente y lograr una vinculación adecuada entre los diferentes elementos que integran la MIA, como son el medio ambiente-proyecto-medidas de mitigación.

- Es inaceptable que en las manifestaciones en las que se reportan zonas de inestabilidad, no presenten los estudios necesarios para plantear las soluciones adecuadas desde el punto de vista geotécnico y, es aún más grave, que se propongan medidas de mitigación que no están fundamentadas en los estudios técnicos correspondientes, aún cuando dichas medidas aparenten ser parcialmente satisfactorias, ya que se puede deducir, que se están proponiendo medidas de mitigación de tipo genérico y, obviamente no se les da la importancia que merecen.

- Resulta evidente que los resolutivos emitidos por las autoridades correspondientes no están considerando o tomando en cuenta adecuadamente los aspectos geológicos-geotécnicos para su evaluación, dado que, como ya se mencionó, hay un gran porcentaje de MIA's que no presentan estudios geotécnicos, de mecánica de suelos o geomorfológicos, que consecuentemente proponen medidas de mitigación que no estarían fundamentadas en estos estudios y, no sólo se aprueban, sino que tampoco se les solicita información complementaria, en los resolutivos emitidos para estas MIA's.

Por todo lo anterior, se puede concluir que el sistema de evaluación en proyectos carreteros carece de efectividad en los aspectos geológicos-geotécnicos, ya que se

presenta un circulo vicioso entre los encargados de realizar los estudios de MIA y los evaluadores, a razón que no consideran los elementos necesarios para su evaluación o peor aún, proponen medidas de mitigación que no tienen fundamento en estudios y por ende no darían una alternativa de solución coherente. Tal pareciera que los estudios de las MIA´s se hicieran a las necesidades de algunos cuantos para obtener algún beneficio propio y no para obtener un beneficio ambiental, en el más amplio sentido del concepto, lo cual implicaría que el propio proyecto se vería mejorado por la correcta realización de un estudio de impacto ambiental y por supuesto la más beneficiada sería la población en general y los usuarios del proyecto carretero.

Se concluye también, que es de vital importancia y relevancia considerar los aspectos geológicos-geotécnicos en la realización de una MIA de vías generales de comunicación, ya que proporcionan información técnica, precisa y necesaria para analizar cada proyecto y poder proponer soluciones a los problemas de este índole, además permite una adecuada toma de decisiones y por ende tener un proyecto con los máximos beneficios técnico-económico y mínimas repercusiones ambientales. Mientras la EIA no forme parte integral de un proyecto carretero, no sea considerada parte de la planeación y para la toma decisiones, su alcance será limitado. En caso contrario, si realmente se cumplieran los objetivos de la EIA, se tendrían proyectos de infraestructura con mayores beneficios sociales, cubriría las necesidades por las cuales fue desarrollado y además su impacto negativo al medio ambiente seria mínimo.

Finalmente también se puede concluir, que aún hay mucho trabajo por realizar para mejorar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en México y así contribuir en la solución de problemas ambientales. Se espera que este trabajo de investigación contribuya al mejoramiento del Sistema, así como al mejoramiento del medio ambiente y particularmente en los problemas relacionados con proyectos carreteros, a través de las propuestas aquí presentadas.

V.2 Perspectivas

Los problemas ambientales cobran cada vez más importancia en todos los países del mundo, ya que todas las sociedades, por diferentes medios, con diferentes concepciones y filosofías, buscan alcanzar un desarrollo sostenible. Sin embargo los problemas son complejos, y por ello resulta indispensable encontrar soluciones interdisciplinarias. Es muy importante que todo profesionista tenga en cuenta y haga conciencia de sus acciones y de los posibles efectos sobre el medio ambiente. También se considera importante que el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental este sujeto a procesos de mejora continua, y en ese sentido es pertinente mencionar que las propuestas presentadas en este trabajo de investigación, se turnarán a las autoridades correspondientes, para que éstas, si lo consideran pertinente, tomen en cuenta estas propuestas de modificación, tanto en (i) la

presentación de las MIA's, (ii) en la modificación de las Guías para la presentación de las MIA's de las Vías Generales de Comunicación, como en (iii) el Sistema en general de Evaluación de Impacto Ambiental.

El desarrollo de infraestructura carretera es complejo, como tantos otros, ya que debe considerar varios aspectos para poder realizar una adecuada Evaluación de Impacto Ambiental. Los aspectos geológicos-geotécnicos son sólo una parte de ese gran conjunto que integran a los estudio de impacto ambiental. En este sentido aún existe mucho campo por investigar en lo referente a dichos proyectos y también es necesario tener presente, en todo momento, la importancia de conjuntar y hacer interdisciplinarios estos trabajos de investigación. Por lo que se considera conveniente continuar con estas investigaciones en diferentes aspectos de las Manifestaciones de Impacto Ambiental, como pudieran ser los aspectos biológicos, físicos, hidráulicos, socioeconómicos, etc.

Así mismo es importante comprender que la creación de nuevas obras de infraestructura debe contribuir al desarrollo socioeconómico de un país y no a un crecimiento económico irracional. Por lo anterior, se detecta importante trabajar en la concientización de lo importante que resulta el realizar correctamente las Evaluaciones de Impacto Ambiental. Trabajar de manera conjunta con profesionales de diversas áreas que ayuden a realizar estos trabajos correctamente.

Capítulo VI. Referencias

Aguilo Alonso M., Aranburu Maqua M.P., Blanco Andray A., Calatayud Prieto L.T., Carrasco González R.M., Castilla Castellano G., Castillo Sánchez V., Ceñal González-Fierro M., Cifuentes Vega P., Díaz Segocia A., Escribando Bombin M., Frutos Gómez M., Galiana Galan F., García Abril A., Glaria Galceran G., González García C., Iglesias del Pozo E., Martín Ridaura A., Martínez Falero E., Milara Vilches R., Monzon de Caceres A., Ortega Hernández-Agero C., Otero Pastor I., Pedraza Gilsanz J., Pinedo González A., Puig Baguer J., Ramos Fernández A., Rodríguez Lombardero I., Sanz Santos M., Angel, Tevar Sanz G., Torrecilla López I., Yoldi Enríquez L. y Rhea Consultores, S.A. (2004) Guía para la elaboración de estudios del medio físico, contenido y metodología. Ministerio del Medio Ambiente, Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Edita: Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica. p.p. 809.

Arreygue Rocha E. (2007) Apuntes de la materia de Ingeniería de túneles de la maestría en infraestructura del transporte en la rama de las vías terrestres, semestre 2007-2008, de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Badillo Juárez E. y Rodríguez Rico A. (2003) Mecánica de suelos. Tomo I Fundamentos de la mecánica de suelos. Limusa. p.p. 642.

Canter L.W. y Hill L.G. (1979) Handbook of Variables for Enviromental Impact Assemente, Ann, Arbor. Science. Ann, arbor. Citada por Garmendia *et al*., 2005.

Conesa Fernández-Vítora, (1996) Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Ed. Mundi-Prensa. Bilbao. Citada por Garmendia, *et al*., 2005.

Damián Hernández S. A. y Téllez Gutiérrez R. (1998) Consideraciones sobre el medio ambiente en la planeación de carreteras. Publicación Técnica No. 102. Instituto Mexicano del Transporte. p.p. 70.

Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. DO-CE 175/L, de 05-07-85.

Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa ala evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (SEA).

Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas, 90/313/CE, de 7 de junio de 1990, sobre libertad de acceso a la información en materia de medio ambiente. DO-CE 158/L, 23-06-90.

Ecolex (2001) Corporativo de Gestión y Derecho Ambiental. Quito Ecuador

Espinoza Quintero R. (22-Jul-2008) Comunicación personal (Jefe coordinador del programa de obra carretera del Centro SCT-Michoacán).

Espoo (1991) Instrumento de Ratificación del Convenio sobre la evaluación de impacto en el medio ambiente en un contexto, transfronterizo, hecho en Espoo (Finlandia) el 25 de febrero de 1991.

Estevan Bolea, M.T. (1981) Las Evaluaciones de Impacto Ambiental. Criterios y Metodologías. Boletín informativo del medio. Madrid, julio-septiembre. Citada por Garmendia *et al*., 2005.

Freud John E. (1977) Estadística comercial. Grupo Editorial Norma Educativa. Colombia.

García de Miranda E. (1981) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kopen para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana. 3ª Edición. México. Citada por SEMARNAT, 2002 a.

Garmendia Salvador A., Salvador Alcaide A., Crespo Sánchez C. y Garmendia Salvador L. (2005) Evaluación de impacto ambiental. Pearson–Prentice Hall. p.p. 398.

Glasson J., Therivel R., Chadwick A. (1999) Introduction to environmental impact assessmente. 2nda Edición, Spon Press. Londres Inglaterra. Citada por Sánchez, 2000.

Gómez C. (1994) Desarrollo sostenible y gestión eficiente de los recursos naturales. Ed. Alianza. España. Citada por Márquez, 2006.

Gómez Orea D. (2003) Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Mundi-Prensa. Citada por Garmendia *et al*., 2005.

González de Vallejo L.I., Ferrer M., Ortuño L. y Oteo C, (2004) Ingeniería Geológica. Pearson–Prentice Hall. España. ISBN 84-205-3104-9, p.p. 715.

Horberry, J. (1984) Status and application of environmental impact assessment for development. Geneva; Conservation for Development Centre. ID 125796. p.p. 111. Citado por Sánchez, 2000.

Kennedy W. (1988) EIA in North America and Western Europe: What Has Worked, Where, How, Why? En: The Role of Environment Impact Assessment in the Decision-making Process. Paschen H. Citada por Márquez, 2006.

Kraemer C., Pardillo, J. M. R., Sandro R., Manuel G., Sánchez Blanco V. y Del Val M. A. (2003a) Ingeniería de carreteras. Tomo I. McGraw Hill. ISBN 84-481-3988-7. País España. p.p. 485.

Kraemer C., Pardillo, J.M.R., Sandro R., Manuel G., Sánchez Blanco V. y Del Val M.A. (2003b). Ingeniería de carreteras. Tomo II. McGraw Hill. ISBN 84-481-3998-4. Parte VII Infraestructura. España.

León Peláez J.D. (2004) Evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Edición Johan Alexander Correa Matrio. Colombia. p.p. 273.

Magrini A. (1990) A Avaliaçâo de impactos ambientais. En: Medio ambiente. Aspectos técnicos e económicos (Ed. S. Margulis). Ipea: Brasilia. p.p. 238. Citada por León.

Márquez López E. (2006) Tesis de maestría: Análisis de la estructura del sistema de evaluación de impacto ambiental michoacano. Michoacán, México. p.p.160.

Martínez Soto A., Damián Hernández S.A. (1999) Catalogo de impactos ambientales generados por las Carreteras y sus medidas de mitigación. Publicación Técnica No. 133. Instituto Mexicano del Transporte. p.p. 70.

Mendoza Sánchez, J.F. (11-Jul-2008) Comunicación personal, IMT (Investigador del Instituto Mexicano del Transporte).

Moráguez I.A. (2005) Curso de estadística aplicada a la investigación educacional. Materiales impresos, compendio de tablas y ejercicios adaptados para el curso. Holguín: ISPH José de la Luz y Caballero. p.p. 32.

Moreira I.V.D. (1992) Vocabulario básico del medio ambiente. FEEMA/PETROBAS, Rio de Janeiro. Citada por Sánchez, 2000.

Munn R.E. (1975) Enviromental impact assessment. Principles and procedures. Wiley. Toronto, Canadá. Citada por Sánchez, 2000.

PNUMA (2000), Programa de las Naciones Unidad para el Medio Ambiente, América Latina y el Caribe.

Rivas Martínez S. (1987) Memoria y mapas de series de vegetación de España. 1:400,000. ICONA. Madrid. Citada por Garmendia *et al*., 2005.

Rivas Moya T. (1991) Estadística aplicada a las ciencias sociales: Teoría y ejercicios (EAC). T. Rivas Moya, M. A. Mateo, F. Ruiz Díaz, M. Ruiz. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Málaga, Málaga.

Sánchez Luis E. (2000) Evaluación de impacto ambiental. Notas de clase dictadas en el II Curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental. Departamento de ingeniería de minas. Escuela politécnica de Sao Paulo. Brasil

Sanz, J. M. (1987) El ruido. Unidades temáticas Ambientales del DGMA. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid. Citada por Garmendia *et al*., 2005.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002a) Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, Vías Generales de Comunicación, Modalidad: Particular. SEMARNAT. p.p. 115.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002b) Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, Vías Generales de Comunicación, Modalidad: Regional. SEMARNAT. p.p. 31.

Tejada Medina E. (23-Jul-2008) Comunicación personal (Consultora de medio ambiente).

Therivel R. (1992) Strategic environmental assessment. Earthscan. Londres, Inglaterra. Citada por Sánchez.

Vilchis Hernández S. (22-Oct-2007) Comunicación personal (Supervisor de la SCT-Aguascalientes).

Villasana L.J.A. (22-Oct-2007, 29-Oct-2007, 04-Jun-2008) Comunicación personal (Consultor de medio ambiente).

Waathern P. (1988) Enviromental Assessment. Theory and practice. Unwin Ltd. Londres. Citada por SEMARNAT, 2002a.

Páginas de Internet

http://www.semarnat.gob.mx/tramitesyservicios/Pages/consultatutramite.aspx

http://es.wikipedia.org/wiki/Evaluaci%C3%B3n_de_impacto_ambiental

ANEXOS

ANEXO I. Glosario

Abatimiento de talud: trabajos necesarios para mejorar la estabilidad de los cortes y terraplenes, mediante corte y remoción de material para obtener un talud con menor inclinación, que resulte estable.

Acotamiento: faja comprendida entre la orilla de la superficie de rodamiento y la orilla de la corona de un camino.

Ambiente: conjunto de factores bióticos y abióticos que actúan sobre los organismos y comunidades ecológicas.

Anclas: barras metálicas que se alojan en un barreno perforado en el talud y se inyectan parcial o totalmente en su longitud, para estabilizar y proporcionar soporte al terreno natural desde antes, durante o después de la excavación en zonas inestables.

Bancos de material: excavaciones a cielo abierto destinadas a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes; ampliaciones de las coronas, bermas o tendido de los taludes de terraplenes existente; entre otros.

Base: capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la sub-base, cuyas funciones principales son (i) proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, (ii) soportar las cargas que ésta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, (iii) proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, (iv) drenar el agua que se pueda infiltrar e (v) impedir el ascenso capilar del agua subterránea

Berma: estructuras que forman escalones en cortes y terraplenes para mejorar su estabilidad.

Bulones: término que se utiliza para denominar tornillos de tamaño relativamente grande, utilizados en obras de ingeniería, maquinaria pesada, vías férreas, etcétera. Los bulones perforados e inyectados se utilizan como anclajes para mejorar la estabilidad natural de suelos con carácter temporal o permanente y para sustentar elementos como pantallas de hormigón o de tablaestacas. Los bulones aumentan la falta de cohesión en los suelos disgregados así como su resistencia a esfuerzos cortantes, produciendo de esta manera un suelo compuesto (monolítico).

Calicatas: excavaciones realizadas con maquinaria ligera o media cuyo objetivo es reconocer los primeros horizontes del terreno, no suelen alcanzar más de 3 a 4 m.

Calzada: zona de la carretera destinada normalmente a la circulación de vehículos. La Calzada se considera dividida en franjas longitudinales, cada una de las cuales permite la circulación de una sola fila de vehículos. Estas franjas se llaman carriles y se distinguen mediante líneas pintadas en el pavimento.

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.

Cunetas: zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona en uno o en ambos lados, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes de los cortes, o del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.

Contracunetas: zanjas o bordos que se construyen en las laderas localizadas aguas arriba de los taludes de los cortes, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie del terreno natural, conduciéndola a una cañada inmediata o a una parte baja

del terreno, para evitar el saturamiento hidráulico de la cuneta y el deslave o erosión del corte.

Cortes: excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra.

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

Derecho de vía: franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fija la SCT, la cual no podrá ser inferior a 20 metros a cada lado del eje del camino.

Desequilibrio ecológico: condición de inestabilidad, permanente o temporal, como consecuencia de la perturbación de las relaciones de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente, ocasionada por acciones antropogénicas, y que pone en riesgo el desarrollo del hombre y la existencia de los demás seres vivos.

Desmonte: remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad.

Despalme: remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la SCT, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

Edafología: rama de la ciencia del suelo que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. Dentro de la edafología aparecen varias ramas teóricas y aplicadas que se relacionan en especial con la física y la química.

Endémico: puede entenderse en ciencias naturales, un endemismo, una especie o taxón biológico que se halla exclusivamente en determinado bioma.

Ensayos de penetración: es un reconocimiento de campo que consiste en la hinca de una tubería cerrada en el terreno. En esta operación se registran los golpes que son precisos dar para avanzar cada tramo de 20 cm.

Escalones de liga: excavaciones en el terreno natural o en el cuerpo de terraplenes existentes cuya pendiente transversal exceda de 25%, con objeto de proporcionar un apoyo al material que se colocará para formar terraplenes nuevos o ampliar terraplenes construidos.

Estabilidad de taludes: es la actividad mediante la cual un talud es analizado y estabilizado mediante algún método de estabilización debido por algunas de las siguientes razones: a) razones geológicas: laderas posiblemente inestables, orografía acusada, estratificación, meteorización, etc. b) variación del nivel freático: situaciones estacionales, u obras realizadas por el hombre, y, c) obras de ingeniería: rellenos o excavaciones tanto de obra civil, como de minería.

Estudio geológico: es la determinación de las características litológicas y estructurales de los materiales existente en el sitio en estudio, mediante un conjunto de técnicas y procedimientos que se utilizan para reconstruir su historia geológica.

Explanada: la superficie obtenida con las explanaciones, sobre las que se apoyará la superestructura se denomina explanada. Constituye el soporte directo del firme, por lo que debe tener una resistencia y una regularidad geométrica adecuadas, se alude la palabra explanada a las características geométricas finales de las obras de tierra.

Fotointerpretación: es la técnica que tiene como objetivo estudiar y analizar la información extraída mediante la descripción de un diseño con aplicaciones visuales y digitales de percepción remota. Es el proceso por el que se extrae la información contenida en la fotografía aérea. En una primera fase se trata de reconocer y ubicar los diferentes elementos que aparecen representados.

Geomorfología: es la rama de la geografía física que estudia de manera descriptiva y explicativa el relieve de la Tierra, el cual es el resultado de un balance dinámico —que evoluciona en el tiempo— entre procesos constructivos y destructivos, dinámica que se conoce de manera genérica como ciclo geomorfológico.

Geotecnia: tiene por objeto permitir la viabilidad de todas las obras de ingeniería en que se presente una interacción entre la obra misma y el suelo –entendiendo a este último como un medio particulado multifase-aportando criterios de diseño y valorando los riesgos que inciden.

Geotextiles: como su nombre lo indica se asemejan a textiles, telas, que se pueden enrollar, cortar, coser. Se utilizan en obras de ingeniería, especialmente cuando se trata de construcciones donde intervienen diferentes tipos de suelo, cumpliendo diversas funciones, como son: separar estratos diferentes, evitando la mezcla indeseada de los materiales y evitar la mezcla indeseada de suelos con características diversas. Algunos geotextiles son resistentes a la tracción, estos pueden ser utilizados para aumentar la resistencia del suelo frente a deslizamientos, llegándose a formar taludes estructurados con geotextiles.

Hidrosiembra: consiste en la siembra de semillas mediante la proyección de una mezcla homogénea (previamente preparada y cargada) de semillas, hormonas, mulch, fijadores, fertilizantes, polímeros, aditivos y agua, sobre el terreno o talud destinado para este concepto, actividad que se realiza con equipo especializado utilizando maquinaria

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

Impacto ambiental residual: el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

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

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

Informe preventivo: documento mediante el cual se dan a conocer los datos generales de una obra o actividad para efectos de determinar si se encuentra en los supuestos señalados en el Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo de la LGEEPA, o requiere ser evaluada a través de una MIA.

Inventarios: recopilación de información, se refleja en planos de planta y se acompaña de una ficha para cada uno de los aspectos inventariados, los principales aspectos que se inventarían son los taludes y laderas, los puntos de agua, los vertederos y las obras de drenaje, entre otros.

Ladera: masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativa, su conformación tuvo como origen un proceso natural.

Macroclima: valores medios de los elementos del clima que caracterizan el estado de la capa inferior de la atmósfera en cada lugar, con independencia de las influencias de la topografía, el suelo o la vegetación

Medio ambiente: conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas y sociales que rodean a las personas ofreciéndoles un conjunto de posibilidades para hacer su vida. En una descomposición factorial analítica comprende una serie de elementos o agentes geológicos, climáticos, químicos, biológicos y sociales que rodean a los seres vivos y actúan sobre ellos para bien o para mal, condicionando su existencia, su identidad, su desarrollo y más de una vez su extinción, desaparición o consunción.

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

Medio: Elemento en el que vive una persona, animal o cosa.

Mesoclima: también llamado topoclima. Variaciones locales de macroclima debidas a los efectos del relieve o del paisaje: laderas de diferente orientación, valles cerrados, etc.

Muros de contención: Son estructuras que se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía.

Promovente: el interesado, persona física o moral, con personalidad jurídica, que solicita autorización de impacto ambiental y riesgo, y somete a consideración de la autoridad competente los informes preventivos, MIA, los estudios de riesgo o los avisos que correspondan.

PVSM: Peso volumétrico seco máximo.

Recubrimiento de talud: conjunto de trabajos que tienen el objeto de proteger de la erosión al material que forma los taludes de cortes o terraplenes.

RQD: Índice de calidad de la roca (RQD, por sus siglas en inglés, rock quality designation)

Screening: análisis de un proyecto con el objetivo de determinar la necesidad de que se someta al procedimiento de evaluación de impacto ambiental

Sinergia: efecto de potenciación de los efectos positivos o negativos de una acción de un proyecto o una medida de minimización de impactos

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

Socavación: Acción de excavar por debajo un material geológico, formándose un hueco en el terreno, dejándolo expuesto al hundimiento.

Sondeos mecánicos: son el único medio que permite conocer directamente los materiales existentes a más de 4-5 m de profundidad, con ellos pueden llegar a extraer en algunos casos muestras inalteradas.

Sub-base: capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la subrasante, cuya funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la base de una carpeta asfáltica o a una losa de concreto hidráulico, soportar las cargas que éstas le transmiten aminorado los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores.

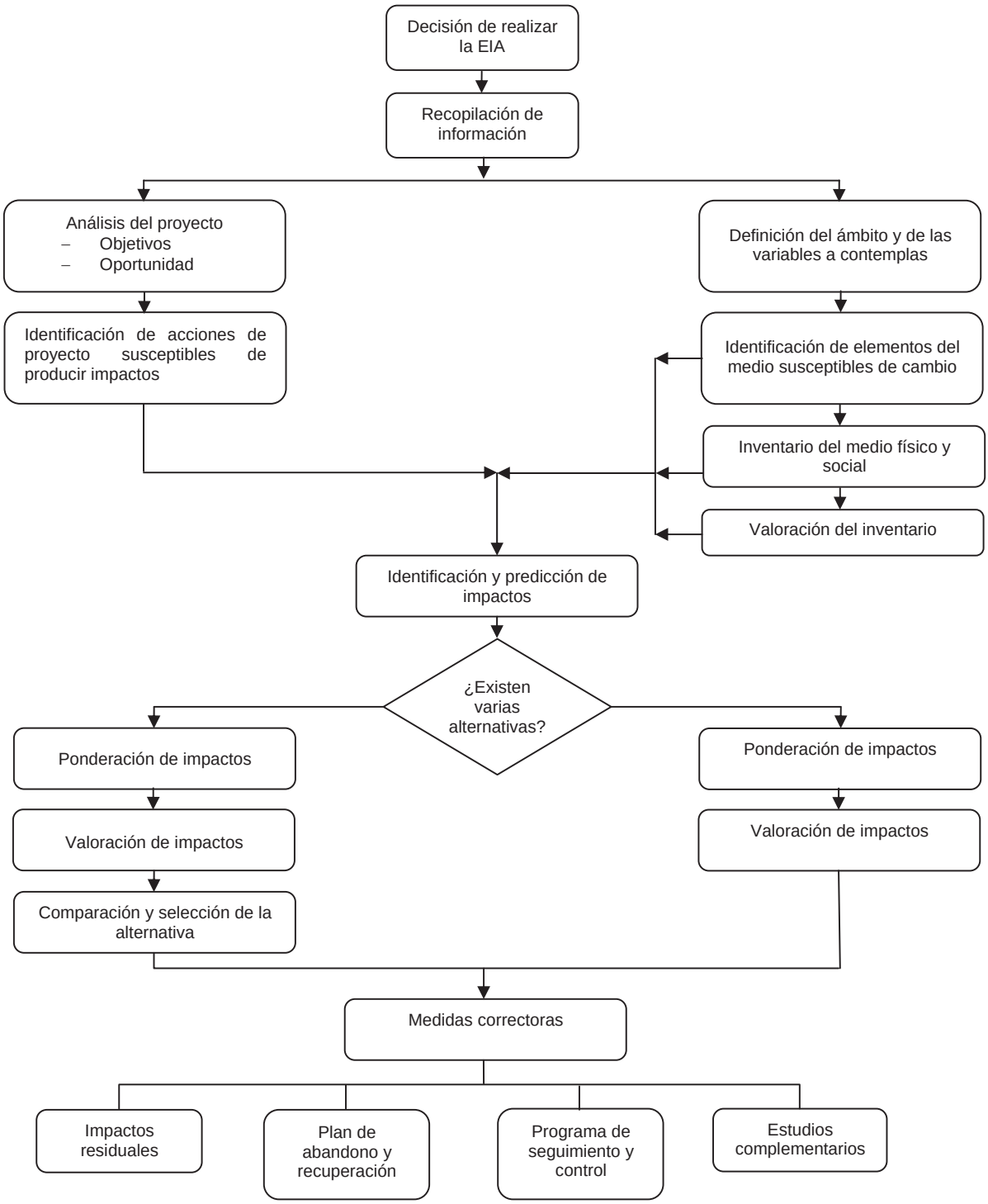
Sub-drenes: consisten en una red colectora de tuberías perforadas o ranuradas, alojadas en zanjas para permitir recolectar el agua subterránea, con objeto de controlarla y retirarla, minimizando su efecto negativo en las capas estructurales del pavimento.

Talud: masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativa, su origen tiene una conformación de proceso artificialmente.

Terraplenes: son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la SCT, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes.

Tierra armada: es una asociación de tierra y elementos lineales capaces de soportar fuerzas de tensión importantes; estos últimos elementos suelen ser tiras metálicas o de plástico. El refuerzo de tales tiras da al conjunto una resistencia a tensión de la que el suelo carece en sí mismo, con la ventaja adicional de que la masa puede reforzarse única o principalmente en las direcciones más convenientes. La fuente de esta resistencia a la tensión es la fricción interna del suelo, debido a que las fuerzas que se producen en la masa se transfieren del suelo a las tiras de refuerzo por fricción.

ANEXO II. Esquema metodológico orientativo del estudio de impacto ambiental.



Fuente: Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, Vías Generales de Comunicación, Modalidad: Regional. SEMARNAT.

Figura A.1 Esquema metodológico orientativo del estudio de impacto ambiental.

ANEXO III. Datos para presentar una MIA de proyectos de vías generales de comunicación, emitidos por la SEMARNAT

Anexo III.1 Datos para presentar una MIA, modalidad regional

Tabla A.1. Datos para presentar una MIA modalidad regional.

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

- I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO
  - 1. CLAVE DEL PROYECTO
  - 2. NOMBRE DEL PROYECTO
  - 3. DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO
  - 4. ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD
  - 5. UBICACIÓN DEL PROYECTO
  - 6. DIMENSIONES DEL PROYECTO
- I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE
  - 1. NOMBRE O RAZON SOCIAL
  - 2. RFC
  - 3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL
  - 4. CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL
  - 5. RFC DEL REPRESENTNATE LEGAL
  - 6. CURP
  - 7. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE
- I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
  - 1. NOMBRE O RAZON SOCIAL
  - 2. RFC
  - 3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN
  - 4. RFC DEL RESPONSABLE TÉCNICO
  - 5. CURP
  - 7. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIADES Y DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

- II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO
  - II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO
  - II.1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS
  - II.1. 3 INVERSIÓN REQUERIDA
- II.2 CARÁCTERÍSITICAS PARTICULARES DEL PROYECTO
  - II.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES
    - A. PROYECTOS ÚNICOS
    - B. CONJUNTO DE PROYECTOS DEL MISMO TIPO
    - C. CONSJUNTO DE PROYECTOS DE DIFERENTE TIPO Y SECTOR
  - II.2.2 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES Y ASOCIADAS
  - II.2.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO
    - II.2.3.1 SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA
    - II.2.3.2 VÍAS DE ACCESO AL ÁREA DONDE SE DESARROLLARÁN LAS OBRAS O ACTIVIDADES
    - II.2.3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS
- II.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES
  - II.3.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO
  - II.3.2 SELECCIÓN DEL SITIO O TRAYECTORIAS
    - II.3.2.1 ESTUDIOS DE CAMPO
    - II.3.2.2 SITIOS O TRAYECTORIAS ALTERNATIVAS
    - II.3.2.3 SITUACIÓN LEGAL DEL O LOS SITIOS DEL PROYECTO Y TIPO DE PROPIEDAD
    - II.3.2.4 USO ACTUAL DEL SUELO EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SUS COLINDANCIAS
    - II.3.2.5 URBANIZACIÓN DEL ÁREA
    - II.3.2.6 ÁREA NATURAL PROTEGIDA
    - II.3.2.7 OTRAS ÁREAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA
  - II.3.3 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
    - II.3.3.1 PREPARACIÓN DEL SITIO
    - II.3.3.2 CONSTRUCCIÓN
  - II.3.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
    - II.3.4.1 PROGRAMA DE OPERACIÓN

Tabla A.1 Datos para presentar una MIA modalidad regional (continúa).

II.3.4.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
II.4 REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS
II.5 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS, DESCARGA Y CONTROL DE EMISIONES
II.6 IDENTIF. DE LAS POSIBLES AFECTACIONES AL AMBIENTE QUE SON CARÁCT. DEL O LOS TIPOS DE PROYECTO
III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES
III.1 INFORMACIÓN SECTORIAL
III.2 VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO EN LA REGIÓN
III.3 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
IV.2.1 MEDIO FÍSICO
CLIMA
AIRE
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA
SUELOS
HIDROLOGÍA
IV.2.2 MEDIO BIÓTICO
VEGETACIÓN TERRESTRE/ACUTICA
FAUNA TERRESTRE/FAUNA
IV.2.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS
DEMOGRAFIA
TIPOS DE ORGANIZACIONES SOCIALES
VIVIENDA
URBANIZACIÓN
SALUD Y SEGURIDA SOCIAL
EDUCACIÓN
ASPECTOS CULTURALES
IV.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
IV.2.5 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES, RECURSOS OÁREAS RELEVANTES Y/O CRÍTICAS
IV.2.6 IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CRÍTICAS
IV.2.7 IDENT. DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES CRÍTICOS DEL SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO REGIONAL
IV.3 DIAGNÓSTICOS AMBIENTAL REGIONAL
IV.4 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
IV.4.1 MEDIO FÍSICO
IV.4.1.1 CLIMA
IV.4.1.2 AIRE
IV.4.1.3 AGUA
IV.4.1.4 SUELO
IV.4.1.5 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA
IV.4.2 MEDIO BIÓTICO
IV.4.2.1 FLORA
IV.4.2.2 FAUNA
IV.4.2.3 ECOSISTEMA
IV.4.2.4 PAISAJE
IV.4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO
IV.4.3.1 MEDIO SOCIAL
IV.4.3.2 MEDIO ECONÓMICO
IV.5 CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
V.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
V.1.1 CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO
V.1.2 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS
V.1.3 ESTIMACIONES CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS CAMBIOS GENERADOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Tabla A.1 Datos para presentar una MIA modalidad regional (continúa).

V.2 TÉCNICAS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES
V.3 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS
V.3.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS
V.3.2 SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS
V.4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
V.5 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENSIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
VI.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN
VI.2 AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS
VI.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS
VII.1 PROGRAMA DE MONITOREO
VII.2 CONCLUSIONES
VII.3 BIBLIOGRAFIA
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN
VIII.1.1 PLANOS DE LOCALIZACIÓN
VIII.1.2 FOTOGRAFIAS
VIII.1.3 VIDEOS
VIII.2 OTROS ANEXOS

Fuente: Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, Vías Generales de Comunicación, Modalidad: Regional. (SEMARNAT, 2002 (a)).

Anexo III.2 Datos para presentar una MIA, modalidad particular

Tabla A.2. Datos para presentar una MIA modalidad particular.

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

- I.1 PROYECTO
  - I.1.1NOMBRE DEL PROYECTO
  - I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO
  - I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO
  - I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL
- I.2 PROMOVENTE
  - I.2.1 NOMBRE O RAZON SOCIAL
  - I.2.2 RFC
  - I.2.3 NOMBRE Y CARGODEL REPRESENTANTE LEGAL
  - I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL
- I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
  - I.3.1 NOMBRE O RAZON SOCIAL
  - I.3.2 RFC
  - I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO
  - I.3.4 DIRECCIPON DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO
  - II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO
  - II.1.2 SELECCIÓN DEL SITIO
  - II.1. 3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN
  - II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA
  - II.1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO
  - II.1.6 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS
  - II.1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS
- II.2 CARÁCTERÍSITICAS PARTICULARES DEL PROYECTO
    - A. DESCRIPCIÓN DE OBRAS PRINCIPALES DEL PROYECTO
    - B. TÚNELES
    - C. PUENTES
    - D. PUERTOS
    - E. AERÓDROMOS, HELIPUERTOS
    - F. TELECOMUNICACIONES
    - G. TENDIDO DE LÍNEAS O CABLEADOS MARINOS
  - II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO
  - II.2.2 PREPARACIÓN DEL SITIO
  - II.2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO
  - II.2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
  - II.2.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
  - II.2.6 OTROS INSUMOS
  - II.2.7 SUSTANCIAS PELIGROSAS
  - II.2.8 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO
    - A. PUERTOS
    - B. AERÓDRONOS, HELIPUERTOS
  - II.2.9 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO
  - II.2.10 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS
  - II.2.11 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA
  - II.2.12 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

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

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

- IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO
- IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

Tabla A.2 Datos para presentar una MIA modalidad particular (continúa).

IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS A. CLIMA B. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA C. SUELOS D. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA E. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL F. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA IV.2.2 ASPECTOS BIÓTICO A. VEGETACIÓN TERRESTRE B. FAUNA IV.2.3 PAISAJE IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO A. DEMOGRAFIA B. FACTORES SOCIOCULTURALES IV.2.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL A. INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL B. SINTESIS DEL INVENTARIO
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES V.1 METODOLOGÍA PARA INDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES V.1.1 INDICADORES DE IMPACTO V.1.2 LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO V.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN V.1.3.1 CRITERIOS V.1.3.2 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL VI.2 IMPACTOS RESIDUALES
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL VII.3 CONCLUSIONES
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN VIII.1.1 PLANOS DEFINITIVOS VIII.1.2 FOTOGRAFIAS VIII.1.3 VIDEOS VIII.1.4 LISTA DE FLORA Y FAUNA VIII.2 OTROS ANEXOS VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Fuente: Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, Vías Generales de Comunicación, Modalidad: Particular. (SEMARNAT, 2002 (b)).

Anexo III.3 Listado de apéndices para elaborar MIA´s

Tabla A.3 Listado de apéndices de las guías para elaborar informes preventivos y manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de vías generales de comunicación

Apéndice I	**Obras y Actividades para vías generales de comunicación**
	A. Carreteras y autopistas I. Caracterización de las obras y actividades por tipo de vía de comunicación 1. Características generales 2. Parámetros de operación 3. Infraestructura adicional 3.1 Intersecciones 3.2 Servicios complementarios y accesos 3.3 Obras especiales 4. Túneles 4.1 Características generales 4.2 Procedimiento constructivo 5. Puentes B. Infraestructura ferroviaria 1. Características generales 1. Recorrido, trazo y secciones 2. Características, ubicación y distribución de la infraestructura ferroviaria C. Infraestructura portuaria 1. Tipo de infraestructura portuaria 2. Capacidad proyectada 3. Infraestructura portuaria 4. Obras hidráulicas 5. Otras obras requeridas 6. Distribución de la infraestructura 7. Tipo y características de las embarcaciones D. Aeropuertos, aeródromos y helipuertos 1. Tipo y características de la infraestructura aeroportuaria 2. Capacidad proyectada 3. Tránsito estimado 4. Descripción de la infraestructura aeroportuaria 5. Otras obras requeridas 6. Distribución de la infraestructura 7. Tipo y características de las aeronaves 8. Tránsito estimado E. Infraestructura para la transmisión, recepción, retransmisión o repetición de señales aéreas 1. Tipo de infraestructura de telecomunicaciones 2. Descripción y distribución de la infraestructura F. Tendido de líneas o cableados terrestres 1. Tipo y características de la línea y su trayectoria 2. Características y distribución de la infraestructura a lo largo del trazo de la línea G. Tendido de líneas o cableados marinos 1. Tipo y características de la línea y su trayectoria 2. Capacidad proyectada 3. Características y distribución de la infraestructura a lo largo del trazo de la línea
Apéndice II	**Obras y actividades provisionales y asociadas**
Apéndice III	**Actividades del proyecto para la preparación del sitio**
	A. Desmontes, despalmes B. Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones C. Cortes D. Rellenos E. Dragados F. Desviación de cauces G. Otros

Tabla A.3 Listado de apéndices de las guías para elaborar informes preventivos y manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de vías generales de comunicación (continúa).

Apéndice IV	**Sustancias peligrosas, sustancias tóxicas y explosivos**
Apéndice V	**Generación, manejo y disposición de emisiones y residuos**
	Opción A *Opción B* 1. Clasificación 1.1 Residuos sólidos 1.2 Aguas residuales 1.3 Emisiones atmosféricas 2. Residuos peligrosos 3. Infraestructura para la minimización de residuos 4. Medidas de seguridad *Opción C* 1. Generación, manejo y opción de residuos sólidos 1.1 Generación 1.2 Manejo 1.3 Disposición 2. Generación, manejo y descarga de residuos líquidos 2.1 Generación 2.2 Manejo 2.3 Disposición final (incluye aguas de origen pluvial) 3. Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera 4. Contaminación por ruido, vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa 5. Medidas de seguridad 5.1 Señalización y medidas preventivas
Apéndice VI	**Planos de localización del área del proyecto**
Apéndice VII	**Planos del proyecto**
	– Para la infraestructura carretera – Para túneles – Para puentes, servicios y accesos – Para infraestructura portuaria y aeroportuaria
Apéndice VIII	**Tipificación de proyectos de vías generales de comunicación**
Apéndice IX	**Cambio de uso del suelo**
	1. Cambio de uso del suelo 1.1 Uso actual del suelo 1.2 Uso que se le dará al suelo 1.2.1 En caso de rellenos 1.2.2 Cuando se trate de dragados 1.2.3 Por las desviación de cauces 1.2.4 Otros I. Información particular
Apéndice X	1. Personal 2. Insumos 2.1 Recursos naturales renovables 2.1.1 Agua 2.2 Materiales y sustancias 2.2.1 Materiales 2.2.2 Sustancias 2.3 Energía y combustibles 2.4 Maquinaria y equipo
Apéndice XI	**Glosario**
	1. Tipos de impactos 2. Características de los impactos 1. Medidas de prevención y de mitigación 2. Sistema ambiental

ANEXO IV. Legislación Mexicana vigente en materia ambiental

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (28-01-1988)

Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental (07-06-88).

Reglamento en materia de prevención y control de contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los Municipios de su zona conurbada (25-11-88)

Reglamento de la LGEEPA en material de residuos peligrosos (25-11-88).

Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera (25-11-88).

Reglamento de la LGEEPA para la prevención y control de la contaminación de las aguas (29-03-73).

Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión del ruido (06-12-82).

Reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias (23-01-79).

Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos (07-04-93).

Ley Federal de Metrología y Normalización (01-07-1992)

Ley de Aguas Nacionales (01-12-1992)

Acuerdo de cooperación sobre el medio ambiente, de América del Norte (México, Canadá y Estados Unidos). (12-08-1993)

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Ley de Vida Silvestre

Código Penal Federal

Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (Legislación internacional)

Tabla A.4 Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.

Norma	Contenido
Descargas de aguas residuales	
NOM-001-SEMARNAT-1996	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales
NOM-003-SEMARNAT-1996	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal
Contaminación atmosférica	
NOM-034-SEMARNAT.1993	Métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición
NOM-035-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición
NOM-036-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición
NOM-037-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para calibración de los equipos de medición
NOM-038-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para calibración de los equipos de medición
Emisión de fuentes fijas	
NOM-039-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácida sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico
NOM-043-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas
NOM-085-SEMARNAT-1994	Fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión
NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005	Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.
NOM-114-SEMARNAT-1998	Especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industrial
Residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial	
NOM-051-SEMARNAT-1993	Máximo permisible en peso de azufre, en el combustible líquidos, gasóleo industria que se consuma por las fuentes fijas en la zona metropolitana de la ciudad de México
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos
NOM-053-SEMARNAT-1993	Procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
NOM-055-SEMARNAT-2003	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radiactivos
NOM-087-SEMARNAT/SSA1-2002	Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológicos-infecciosos- clasificación y especificaciones de manejo

Tabla A.4 Normas Oficiales Mexicanas (continúa).

Norma	Contenido
Flora y fauna	
NOM-005-SEMARNAT-1997	Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal
NOM-059-SEMARNAT-2001	Protección ambiental –especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-lista de especies en riesgo
NOM-061-SEMARNAT-1994	Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestre por el aprovechamiento forestal
NOM-062-SEMARNAT-1994	Especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad ocasionados por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios
NOM-027-SEMARNAT-1996	Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte
NOM-028-SEMARNAT-1995	Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizaos de vegetación forestal
NOM-142-SEMARNAT-2003	Que establece los lineamientos técnicos para el combate y control del eucalipto Glypcaspis brimblecombei moore
Suelos	
NOM-020-SEMARNAT-2001	Procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo
NOM-021-SEMARNAT-2000	Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis
NOM-023-SEMARNAT-2001	Especificaciones técnicas que deberá contener la cartografía y la clasificación para la elaboración de los inventarios de suelos
NOM-060-SEMARNAT-1994	Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación
Contaminación por ruido	
NOM-081-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición
Impacto ambiental	
NOM-116-SEMARNAT-1998	Especificaciones de protección ambiental para protecciones sismológicas terrestres que realicen en zonas agrícolas, ganaderas y eriales
NOM-117-SEMARNAT-1998	Especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales
NOM-120-SEMARNAT-1999	Especificaciones de protecciones ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y temblados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos

Tabla A.4 Normas Oficiales Mexicanas (continua).

Norma	Contenido
Comisión Nacional del Agua	
NOM-003-CNA-1996	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos
NOM-004-CNA-1996	Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general
NOM-005-CNA-1996	Fluxómetros especificaciones y métodos de prueba
NOM-006-CNA-1997	Fosas sépticas-especificaciones y métodos de prueba
NOM-007-CNA-1997	Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques de agua
NOM-008-CNA-1997	Regaderas empleadas en el aseo corporal-especificaciones y métodos de prueba
NOM-009-CNA-1997	Inodoros para uso sanitario-especificaciones y métodos de prueba
NOM-010-CNA-2000	Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro-especificaciones y métodos de prueba
NOM-011-CNA-2000	Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales
NOM-013-CNA-2000	Redes de distribución de agua potable-especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba
Lodos y biosólidos	
NOM-004-SEMARNAT-2002	Protección ambiental –lodos y biosólidos- especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final

ANEXO V. Relación de MIA de vías generales de comunicación 2005 y 2006

Tabla A.5. Relación de MIA de vías generales de comunicación 2005.

MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL EN VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN 2005															
No	CLAVE DEL PROYECTO	PROYECTO	CLAVE DE INTERNET	TIPO DE PROYECTO		EVALUACIÓN		MODALIDAD		DOCUMENTOS					
				NUEVO	MODERNIZACIÓN	EIA	EID	REGIONAL	PARTICULAR	RESUMEN EJECUTIVO	MIA	SOLICITUD DE INFORMACIÓN ADICIONAL	INFOR. ADICIONAL	RESOLUTIVO	OTRA INFORM.
1	EID 000913.	Camino: km. 33+000E.C. (Llano Grande-San Miguel Cajonos)-Santo Domingo Xagacia	20OA2004VD011	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	EID 000920.	Ampliación y modernización del camino Playa Chica La Concha con especificación tipo 'D'	20OA2004VD014		1		1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
3	EID 000921.	''Camino rural km. 16+200 E.C. (Ayotzintepec-Rio Chiquito)-San Pedro Tepinapa Comunal-San Tepinapa Ejidal-Santa María Lovani	20OA2004VD009	1			1		1	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4	EIA 010228.	Modernización y ampliación del ramal subteniente López, Quintana Roo	23QR2005V0003		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
5	EIA 010229.	Modernización del camino: e.c. 36.0 (Villa Victoria-El Oro)-San Miguel Agua Bendita del km 0+000 al 5+000, en el municipio de San José del Rincón, Edo. de México.	15EM2005V0003		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
6	EIA 010230.	Modernización y ampliación de la carretera Cancun-Tulum. Tramo km 256+820 al 281+820	23QR2005V0004		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
7	EIA 010252.	Construcción de la carretera tipo A2 Cuapiaxtla-Cuacnopalan y ramal a ciudad Serdan, estados de Tlaxcala y Puebla	21PU2005VD003	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
8	EIA 010294.	Libramiento oriente de muna, km. 0+000 al km. 5+000 de la carretera Chencoyi-Uman tramo Uman-Muna-Uxmal	31YU2004VD063	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
9	EIA 010312.	Camino Caobas-frontera sur, del kilometro 26+000 al 76+000 en Quintana Roo	23QR2005V0009		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
10	EIA 010336.	Proyecto geométrico y manifestación de impacto ambiental para el camino: Pomaro-E.C. (costera), km 12+000 al km 18+000	16MI2005V0002		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
11	EIA 010356.	Proyecto ejecutivo de los estudios y proyectos para la modernización del camino Tlapa-Metlatonoc, tramo del km 26+000 al km 31+000 en el municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero	12GE2005V0005		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
12	EID 001339.	Modificación de trazo carretera estatal Venados - Metztitlán, tramo: Venados - Hacienda Vieja, sub-tramo: km. 0 + 500 - 1 + 740.	13HI2005VD001		1		1		1						
13	EIA 010396.	Modernización del camino rural: Juliantla-Tlamacazapa, tramo: km 0+000 al km 11+271	12GE2005V0009		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
14	EIA 010397.	Modernización del camino rural Tetipac Pilcaya tramo km 0+000 al km 13+747	12GE2005V0010		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
15	EIA 010398.	Estudios y proyectos para la modernización del camino rural puente Negro-Rancho la Guadalupana con longitud de 2.8 dos punto ocho kilómetros en el estado de Colima	06CL2005V0003		1	1		1		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
16	EIA 010406.	San Nicolás. Tierra colorada.	12GE2005V0012	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
17	EID 001413.	Apertura de camino rural tramo km 0+000 al km 2+000 en la localidad de Diamante-Agua Tendida del Mpio. de Pijijiapan	07CH2004VD037	1			1		1	SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
18	EID 001432.	El paraíso - la Pintada, tramo: km. 0+000 al km. 8+150, tipo: c, longitud: 8km con 150 m.	12GE2005VD026	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
19	EID 001433.	Camino: Ixcateopan - Tlalixtaquilla, tramo: km.	12GE2005VD025	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.

Tabla A.5 Relación de MIA de vías generales de comunicación 2005 (continúa).

MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL EN VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN 2005															
No	CLAVE DEL PROYECTO	PROYECTO	CLAVE DE INTERNET	TIPO DE PROYECTO		EVALUACIÓN		MODALIDAD		DOCUMENTOS					
				NUEVO	MODERNIZACIÓN	EIA	EID	REGIONAL	PARTICULAR	RESUMEN EJECUTIVO	MIA	SOLICITUD DE INFORMACIÓN ADICIONAL	INFOR. ADICIONAL	RESOLUTIVO	OTRA INFORM.
		12+500 al km. 17+653.84,													
20	EIA 010413.	Modernización a 4 carriles de 25 km del tramo Playa del Carmen Tulum	23QR2005V0022		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
21	EID 001463.	Camino: Takgalzaps-Caxtumusing-Cajinanin, tramo: Takgalzaps-Caxtamusing-Cajinanin, longitud:8.243 km., tipo E, ancho de corona: 4m, ubicación: jurisdicción del municipio de Ixtepec, Pue.	21PU2005VD007	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
22	EIA 010449.	Transpeninsular - Santa Rosalita.. Baja California.	02BC2005V0006		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
23	EID 001537.	Camino: e.c. (Interserrana-Coatepec)-Camocuautla tramo: km. 0+000 al km. 6+624.06 tipo: D longitud: 6 km. Con 624.06 m origen: km. 2+420 del camino interserrana-Coatepec final: Camocuautla	21PU2005VD009	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
24	EIA 010513.	Libramiento Hermosillo. Xicotencatl Murrieta. Sonora.	26SO2005VD023	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
25	EIA 010535.	Libramiento de Mexquitic. SLP.	24SL2005V0003	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
26	EIA 010541.	Construcción de la carretera e.c. Tepic, Aguascalientes. La Yesca. Tramo el Pinal La Yesca (43.3 km).	18NA2005V0007	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
27	EIA 010584.	Camino San Luis Acatlan-Yoloxochitl tramo: del km 0+000 al km 6+000	12GE2005V0016	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
28	EIA 010590.	Proyecto de terracerías y obras de drenaje para el libramiento de Tehuantepec. Proyecto de un puente sobre canal de riesgo en el km z-o+585.00 proyecto	20OA2005V0006	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	SÍ	N.D.
29	EIA 010619.	Transpeninsular-Santa Rosaliita.	02BC2005V0009	1		1		1		N.D.	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
30	EID 001689.	Camino: Cuetzalan-Mazatepec del km. 0+000 al 24+270.97 tipo D mejorado longitud 24 kilómetros y 270.97 metros origen: km. 0+000 población de Cuetzalan final: km. 24+270.97 localidad Mazatepec	21PU2005VD019	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
31	EIA 010647.	Carretera Saltillo-Monterrey tramo límite de estados Nuevo León/Coahuila. Monterrey subtramo entronque periférico norponiente del amm-Avenida I.	19NL2005V0005	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
32	EID 001710.	Construcción de la carretera teya-San Antonio Tehuitz, tramo: 0+000-2+804, subtramo: 0+607-2+804.	31YU2005VD013	1			1		1	SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
33	EID 001711.	Construcción de la carretera Ayim-Sudzal chico.	31YU2005VD012	1			1		1	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
34	EIA 010653.	Carretera tramo julimes - e.c. Camargo - Ojinaga, tramo del km. 0 + 000 al km. 25 + 000	08CI2005VD011	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
35	EIA 010678.	Camino Tlapa Metlatonoc.	12GE2005V0021	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
36	EIA 010683.	Construcción de un libramiento carretero para la ciudad de Reynosa, Tamaulipas.	28TM2005V0013	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
37	EID 001805.	Construcción del camino Uayma-Santa María Aznar.	31YU2005VD022	1			1		1	SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.

Tabla A.5 Relación de MIA de vías generales de comunicación 2005 (continúa).

MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL EN VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN 2005															
No	CLAVE DEL PROYECTO	PROYECTO	CLAVE DE INTERNET	TIPO DE PROYECTO		EVALUACIÓN		MODALIDAD		DOCUMENTOS					
				NUEVO	MODERNIZACIÓN	EIA	EID	REGIONAL	PARTICULAR	RESUMEN EJECUTIVO	MIA	SOLICITUD DE INFORMACIÓN ADICIONAL	INFOR. ADICIONAL	RESOLUTIVO	OTRA INFORM.
38	EID 001806.	Reconstrucción de las terracerías y construcción de obras de drenaje, revestimiento del camino Pustunich-Plan Tabi tramo: 00+000 al km 12/700 en el municipio de Ticul.	31YU2005VD021		1		1		1	SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
39	EIA 010778.	Modernización del camino el Alberto-Cantinela, tramo el Alberto - Cantinela, del km 0+560.	13HI2005VD005		1	1		1							
40	EIA 010779.	Bulevar a pocitos. Aguascalientes.	01AG2005VD019	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
41	EID 001823.	Construcción de la carretera Tiholop - Ichmul, tramo 0+000-24+023, ubicado en el municipio de Yaxcabá, estado de Yucatán.	31YU2005UD023	1			1		1	SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
42	EIA 010815.	Elaboración de los estudios, proyectos constructivo de terracerías y drenaje menor, estudio geotécnico de terracerías y pavimentos, proyectos de pavimento y señalamiento entre los km 12+000 al km 30+000. Del tramo: Chalco límite de los estados México/Morelos, carretera México-Cuautla	15EM2005V0016	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
43	EID 001860.	Construcción del camino X-Catzín - Hoteoch tramo 0+000-5+727. México.	31YU2005VD026	1			1		1	SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
44	EIA 010914.	Carretera México-Guadalajara tramo: Atlacomulco-Maravatio km 100+000 al 135+000	15EM2005V0017	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
45	EIA 010952.	Ampliación del camino viejo existente a la Huasteca, entre el km 0+000 y el km 15+000 en el tramo comprendido entre las comunidades de San Diego- La Puerta-e-c (Huejutla-Platon Sánchez) Chalma, Ver.	30VE2005V0025		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
46	EID 001949.	Construcción de carril de aceleración y desaceleración ambos lados de la carretera.	29TX2005VD004		1		1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
47	EIA 010984.	Proyecto de camino tipo C Huehuetla San Lorenzo Achiotepec, tramo: Huehuetla-Canta Ranas, del km 0+000 al km 10+000, ubicado en el municipio de Huehuetla,	13HI2005VD009	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
48	EID 001968.	Palmar Pantla México	12GE2005TD074	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
49	EID 002035.	Acceso al parador turístico la Palma por la autopista Cadereyta - Reynosa km. 84+800.	19NL2005UD037	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
50	EIA 011157.	Modernización del entronque a la localidad de Kopoma Yucatán, ubicado en el kilometro 119 + 300 de la carretera federal 180 Mérida - Campeche.	31YU2005VD033		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
51	EIA 011260.	Elaboración del proyecto ejecutivo para la modernización del camino Ostula e.c. (costera), tramo del km 18+000, con origen en la carretera costera,	16MI2005V0006		1	1		1		SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
52	EIA 011335.	Modernización del ramal Loreto a San Javier, km 0+000 al km 31+500, municipio de Loreto, Baja California Sur	03BS2006V0003		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.

Estudios de MIA que cumplen con los parámetros de selección para ser considerados en la muestra, 2005.

N.D. = No disponible

Tabla A.6 Relación de MIA de vías generales de comunicación 2006.

MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL EN VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN 2006															
No	CLAVE DEL PROYECTO	PROYECTO	CLAVE DE INTERNET	TIPO DE PROYECTO		EVALUACIÓN		MODALIDAD		DOCUMENTOS					
				NUEVO	MODERNIZACIÓN	EIA	EID	REGIONAL	PARTICULAR	RESUMEN EJECUTIVO	MIA	SOLICITUD DE INFORMACIÓN ADICIONAL	INFOR. ADICIONAL	RESOLUTIVO	OTRA INFORM.
1	EID 001968.	Palmar Pantla.	12GE2005TD074	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
2	EIA 011155.	Ampliación y pavimentación del camino ramal a Bahía de Asunción. Baja California Sur.	03BS2006V0001		1	1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
3	EIA 011178.	Modernización del camino Sayula puente Peña Blanca la Chinaltla tramo San Isidro la providencia veintisiete de septiembre del km 20+900 al km 40+900, Sayula	30VE2006V0001		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
4	EIA 011211.	Construcción carriles de rebase en la carretera Toluca-Palmillas, tramo Atlacomulco-lim. Estado de México, Querétaro.	15EM2006V0002	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
5	EIA 011212.	Modernización a 4 carriles del km 7+000 al 16+000 del tramo Toluca-lim. México, Guerrero de la carretera Toluca Cd. Altamirano.	15EM2006V0003		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	SÍ	N.D.
6	EIA 011261.	Libramiento puente grande 4.0 km y dos entronques de la carretera Guadalajara Zapotlanejo, en el estado de Jalisco.	14JA2006V0004	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
7	EIA 011263.	Estudio y proyecto ejecutivo de la vialidad y túnel por el derecho de vía federal de la carretera Chamapa la venta, dentro del perímetro delegacional de Cuajimalpa de Morelos, Distrito Federal.	09DF2006V0001	1		1			1	SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
8	EIA 011289.	Estudios y proyectos del camino las Cuevas la Rivera Cabo Pulmo San José de los Cabos sub-tramo km 29+000 al km 39+000.	03BS2006V0002	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
9	EIA 011302.	Carretera Motul Cansahcab Yucatán.	31YU2006V0001	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
10	EIA 011305.	Estudio y proyecto para la modernización y ampliación del camino Rafael Lara Grajales - Cuapiaxtla, tramo Rafael Lara Grajales - límites de estados	21PU2006VD012		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
11	EID 002284.	Proyecto Yucalpetén	31YU2006VD003	1			1		1	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	N.D.
12	EID 002288.	Nuevos caminos de acceso al hotel Ceiba del mar Puerto Morelos, Q. Roo	26QR2006TD006	1			1		1						
13	EIA 011329.	Proyecto de construcción del libramiento poniente a la ciudad de Morelia en el estado de Michoacán km 0+000.00 al km 50+000.00 en el estado de Michoacán.	16MI2006V0003	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
14	EIA 011331.	Construcción del camino Tenejapa - Yanete-e.c. Azueta - Carlos A. Carrillo, ubicado en el municipio de José Azueta en el estado de Veracruz.	30VE2006V0004	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
15	EIA 011334.	Modernización del ramal a san francisco de la sierra, km 0+000 al km 22+866, municipio de Mulege, Baja California Sur.	03BS2006V0004		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
16	EIA 011341.	Modernización del camino copalillo Tlalcozotitlan tramo del km. 0+000 al km 21+000.	12GE2006V0012		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Tabla A.6 Relación de MIA de vías generales de comunicación 2006 (continúa).

MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL EN VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN 2006															
No	CLAVE DEL PROYECTO	PROYECTO	CLAVE DE INTERNET	TIPO DE PROYECTO		EVALUACIÓN		MODALIDAD		DOCUMENTOS					
				NUEVO	MODERNIZACIÓN	EIA	EID	REGIONAL	PARTICULAR	RESUMEN EJECUTIVO	MIA	SOLICITUD DE INFORMACIÓN ADICIONAL	INFOR. ADICIONAL	RESOLUTIVO	OTRA INFORM.
17	EIA 011367.	Ampliación de la carretera puente Prieto-Canoas-Panuco, en su tramo Canoas - Panuco, Veracruz.	30VE2006V0009	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
18	EIA 011372.	Ampliación, restauración y adecuación del camino rural Potrerillo del Rincón Pueblo Hidalgo con una longitud de 13 km en el municipio de San Luis Acatlan,	12GE2006V0017		1	1		1		SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
19	EIA 011399.	Modernización del camino rural a especificaciones tipo C, el Carmen - limites de estados de Nuevo León Tamaulipas, del km 0+000 al km 30+000.	19NL2006V0005		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
20	EIA 011405.	Modernización del camino rural San Marcos - Tecomate Pesquería, tramo : km 0+000 al km 13+000.	12GE2006V0018		1	1		1		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
21	EIA 011409.	Modernización y ampliación del camino e.c. km 81+500 México Tuxpan Tejocotal tramo del km 0+000 al km 4+340 en la localidad de Tejocotal.	13HI2006V0007		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
22	EID 002394.	Construcción del camino rural tipo "C" Olintla-Hueytlalpan, cuatro caminos, con una meta de 12+000 Km., para el municipio de Olintla.	21PU2004VD022	1			1		1	SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
23	EID 002399.	Camino: San Dionisio del Mar - Huamuchil, del km. 0+000 al 11+000, tipo C.	20OA2004VD013	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
24	EIA 011423.	Mejoramiento de alineación del km 80+400 al km 81+825 y construcción de puente en Curva, tramo Santa Rosalía paralelo 128, carretera Transpeninsular.	03BS2006V0008		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
25	EIA 011443.	Libramiento estación Manuel González en el estado de Tamaulipas.	28TM2006V0005	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
26	EIA 011449.	Carretera tipo C del camino las Barrancas - San Juanico, en el tramo San Gregorio - San Juanico del km 10+600 al 33+261.09 en el municipio de Comondu.	03BS2006V0010	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
27	EIA 011464.	Libramiento de Apizaco, de la carretera Texcoco-Zacatepec con una longitud de 11.000 m. En el estado de Tlaxcala.	29TX2006V0001	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
28	EIA 011467.	Carretera México-Cuautla. Subtramo Ameca limite de estados México-Morelos del km 30+000 al km 51+700 en el estado de México en una longitud de 21.7 km.	15EM2006V0010	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
29	EIA 011469.	Ampliación de la carretera Sonoyta-San Luis Rio Colorado, km 0+000 al 170+000 en el estado de Sonora.	26SO2006V0009		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
30	EIA 011485.	Estudio y proyecto del Cardonal Arenalito-la Mesa-Cieneguillas los Lirios del km 15+000 al km 32+000, en el estado de Hidalgo.	13HI2006V0008	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
31	EIA 011488.	Modernización de la carretera federal San Juan del Rio-Xulitla, tramo Vizarron Peña Blanca, del km. 89+457.687 al km 105+864.261, en el estado de Querétaro.	22QE2006V0007		1	1		1		SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	N.D.

Tabla A.6 Relación de MIA de vías generales de comunicación 2006 (continúa).

MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL EN VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN 2006															
No	CLAVE DEL PROYECTO	PROYECTO	CLAVE DE INTERNET	TIPO DE PROYECTO		EVALUACIÓN		MODALIDAD		DOCUMENTOS					
				NUEVO	MODERNIZACIÓN	EIA	EID	REGIONAL	PARTICULAR	RESUMEN EJECUTIVO	MIA	SOLICITUD DE INFORMACIÓN ADICIONAL	INFOR. ADICIONAL	RESOLUTIVO	OTRA INFORM.
32	EIA 011498.	Rectificación del trazo alineamiento horizontal y vertical y estabilización de la superficie de rodamiento, en un ancho de corona de 7.5 m del camino	31YU2006VD016		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
33	EIA 011529.	Construcción del camino: las cuevas - La Rivera - Cabo Pulmo - San José de los Cabos, tramo km 29 + 000 - km 39 + 000, municipio de Los Cabos, B.C.S.	03BS2006V0012	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	SÍ	N.D.
34	EIA 011538.	Construcción de un nuevo tramo carretero del entronque de Rayón al entronque de Puerto Verde km 136 al km 163 dentro de los municipios de Rayón.	24SL2006V0004	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
35	EIA 011610.	Mejoramiento del alineamiento horizontal y vertical del km 80+420 al km 81+825 y construcción del puente San Juan tramo Santa Rosalía paralelo 28	03BS2006V0013		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
36	EIA 011611.	Camino e.c. Tlapa-Marquelia-Malinaltepec, tramo: del km 22+980, tipo D, longitud : 22 kilómetros con 98 metros.	12GE2006V0029	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
37	EIA 011673.	Camino e.c. Coyuca de Benítez-Tepetixtla-Pueblo Viejo tramo: del km 0+000 al km 12+600.	12GE2006V0034	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.	N.D.
38	EIA 011674.	Proyecto de modernización y ampliación del camino San Marcos-Las Mesas subtramo: Anahuac-llano grande del km 11+500 al km 21+560.	12GE2006V0033		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
39	EIA 011675.	Proyecto de modernización y ampliación del camino Ayutla de los libres-Crucero de Tres Cruces dl km 0+000 al km 38+060, en el estado de Guerrero.	12GE2006V0032		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
40	EIA 011676.	Proyecto de modernización y ampliación del camino correspondiente al tramo san Cristóbal - Tlacoachistlahuaca del km 11+500 al 21+500.	12GE2006V0031		1	1		1		SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	N.D.
41	EIA 011678.	Camino rio Encajonado-Calpanapa, tramo: km 0+000 al km 13+000 tipo C longitud 13 kilómetros.	12GE2006V0027	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
42	EIA 011679.	Entronque la marquesa, carretera México-Toluca.	15EM2006V0020	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
43	EIA 011692.	Modernización y ampliación del camino e.c. km 12+000 Molango-Xochicoatlan-Texcaco, tramo del km 0+000 al km 23+000.	13HI2006V0009		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
44	EIA 011775.	Pavimentación del camino tipo c campo Fischer-Punta Abreojos, tramo km 61+500 al km 66+500, municipio de Mulege, BCS.	03BS2006V0022	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	N.D.
45	EIA 011779.	Proyecto ejecutivo para la modernización del camino rural a especificaciones tipo C Joyas de Bocacelly.	19NL2006V0008		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
46	EIA 011799.	Estudio y proyecto del camino tipo C Santa María Nativitas-Chacalapa, del km 0-000 al km 10+000, municipio de Cuautepec de Hinojosa.	13HI2006VD006	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.

Tabla A.6 Relación de MIA de vías generales de comunicación 2006 (continúa).

MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL EN VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN 2006															
No	CLAVE DEL PROYECTO	PROYECTO	CLAVE DE INTERNET	TIPO DE PROYECTO		EVALUACIÓN		MODALIDAD		DOCUMENTOS					
				NUEVO	MODERNIZACIÓN	EIA	EID	REGIONAL	PARTICULAR	RESUMEN EJECUTIVO	MIA	SOLICITUD DE INFORMACIÓN ADICIONAL	INFOR. ADICIONAL	RESOLUTIVO	OTRA INFORM.
47	EIA 011800.	Modernización de camino rural Xochistlahuaca-Plan de Guadalupe tramo km.0+000 al km 6+000. En el estado de Guerrero.	12GE2006V0041		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
48	EIA 011829.	Pavimentación de la carretera Punta Eugenia - e.c. Vizcaíno Bahía Tortugas, del km 141+000 al km 148+000, municipio de Mulegé, Baja California Sur.	03BS2006V0023	1		1		1		SÍ	N.D.	SÍ	SÍ	SÍ	N.D.
49	EID 002954.	Camino rural ejido Miramar Viejo - ejido la Trindad, Xilitla, S.L.P. .	24SL2006VD027	1			1		1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
50	EIA 011857.	Modernización del camino rural el Aguacate - Zenzotla a una carretera tipo c (trazo km. 4+000 al km 14+000), municipio de el Grullo y Tuxcacuesco.	14JA2006V0020		1	1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
51	EIA 011883.	Estudio y proyecto ejecutivo para la modernización y ampliación de la carretera Altzayanca-Libres, ubicada entre los estados de Tlaxcala y Puebla.	29TX2007V0001		1	1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
52	EIA 011896.	Proyecto ejecutivo de los estudios y proyectos del camino rio Encajonado-Calpanapa, tramo: del km 13+000 al 25+000, en el estado de Guerrero.	12GE2006V0044	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
53	EID 003064.	Ampliación y pavimentación del camino: Escalerillas-Acatepec, tramo del km. 10+000 al km. 18+500, con una longitud total de 8 km con 500 m.	12GE2006VD061		1		1		1	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.	N.D.
54	EID 003065.	Ampliación y pavimentación del camino: e.c. (Chilpancingo - Acatlan de Osorio)-Copanatoyac, tramo del km. 10+000 al km. 13+726.53.	12GE2006VD060		1		1		1	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.	N.D.
55	EIA 012010.	Camino Atotonilco las Pilas la Ventanilla-Morillos, del km 0+000 al km 6+220 con una meta de 6.22 km.	24SL2006V0010	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
56	EIA 012011.	Construcción y operación del entronque rayón - entronque Puerto Verde del km 135+000 al km 163 +000, con una longitud total de 28 000 metros.	24SL2006V0011	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
57	EIA 012016.	Carretera Zacatecas-Durango, tramo nombre de Dios, Durango; subtramo km 228+850 al 238+000 con origen sobre la actual carretera Zacatecas-Durango	10DU2006V0002	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	N.D.
58	EIA 012018.	Camino pozo Bendito Amoladeras, del km 2+600 al km 9+000 con una meta de 6.4 km.	24SL2006V0009	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
59	EIA 012022.	Carretera libramiento poniente Morelia, tramo 0+000 - 50+000 con origen sobre la carretera México-Morelia, a la altura de la localidad de Tarímbalo,	16MI2006V0013	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	N.D.	SÍ	N.D.
60	EIA 012032.	Modernización del camino rural tipo C km 105 carretera Mexicali-Cañada del Sol tramo km 1-300 al 7-550 en Tecate.	02BC2006VD124		1	1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
61	EIA 012033.	Construcción de la carretera San Juan de los Lagos-Encarnación de Díaz tramo del km 0+000 al 18+636.443.	14JA2006V0016	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	N.D.

Tabla A.6 Relación de MIA de vías generales de comunicación 2006 (continúa).

MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL EN VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN 2006															
No	CLAVE DEL PROYECTO	PROYECTO	CLAVE DE INTERNET	TIPO DE PROYECTO		EVALUACIÓN		MODALIDAD		DOCUMENTOS					
				NUEVO	MODERNIZACIÓN	EIA	EID	REGIONAL	PARTICULAR	RESUMEN EJECUTIVO	MIA	SOLICITUD DE INFORMACIÓN ADICIONAL	INFOR. ADICIONAL	RESOLUTIVO	OTRA INFORM.
62	EIA 012034.	Pavimentación del subtramo Pénjamo el Porvenir, perteneciente al camino Pénjamo - San Vicente de Benítez, estado de Guerrero.	12GE2006V0043	1		1		1		N.D.	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
63	EIA 012045.	Construcción del ramal a Las Varas del km 567+087 al km 590+180, de la carretera Jala-Puerto Vallarta en el estado de Nayarit.	18NA2006V0006	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
64	EIA 012048.	Carretera México - Tuxpan subtramo km 140+243.46 al km 178+500.	21PU2006V0004	1		1		1		SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	N.D.
65	EIA 012049.	Carretera Zacapu - e.c. autopista México - Guadalajara, subtramo km 11+600 al km 19+600, en el estado de Michoacán.	16MI2006V0012	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
66	EIA 012090.	Carretera Cruz de Huanacaxtle Punta de Mita, del km 500+000 al km 506+548.96 con origen en Cruz de Huanacaxtle, en el municipio de Bahía de Banderas.	18NA2006V0007	1		1		1		N.D.	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.
67	EIA 012133.	Carretera Zamora-La Piedad, en el estado de Michoacán.	16MI2007V0011	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
68	EIA 012143.	Camino: Lucerito - Tlacoapa , tramo: del km 37+000 al km 44+340, tipo: c , longitud: 7 km con 340 m.	12GE2006V0039	1		1		1		SÍ	SÍ	N.D.	N.D.	SÍ	N.D.

Estudios de MIA que cumplen los parámetros de selección para ser considerados en la muestra, 2006

N.D. = No disponible.

ANEXO VI. Matriz de análisis de las MIA´s

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s.

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional	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	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
				IV.2.1 Medio físico	IV.4.1 Medio físico	V.3.1 Identificación de impactos	VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII.1 Programa de monitoreo	
EIA 2005									
1	Construcción de la carretera: E.C.(Tepic-Aguascalientes) – La Yesca, tramo: El Pinal – La Yesca (43.3 km)	18NA2005 V0007	Sin comentarios	• Excavaciones en cortes: manifiestan el impacto que ocasionaría esta actividad, sin embargo no manifiestan ningún aspecto cuantitativo recomendable con base en estudios para estabilizar los posibles deslizamientos (p. 40). • Geomorfología: manifiesta que las pendientes oscilan entre el 15° y 35°, por lo que son fuertes. Los taludes de la zona son cercanos a 15° (p. 64). • Debido al tipo de roca y fracturación existe la posibilidad de derrumbes, por lo que se debe de realizar un cálculo y diseño de taludes adecuado (p. 70). • Existen ciertos kilometrajes con problemas de erosión (p. 73). • Existen algunos kilómetros susceptibles a ser erosionados por el agua (p. 114). • Manifiestan tiempos recomendables entre el desmonte y el tendido de base para terraplén, para evitar la erosión (p.129).	• Manifiestan tiempos recomendables entre el desmonte y el tendido de base para terraplén, para evitar la erosión (p. 129). • El tramo carretero pasa por laderas moderadas, lo que traería posibles desestabilizaciones en cortes (p.130).	• Excavación en corte: debido a esta actividad se pueden causar impactos, tales como inestabilidad en el talud y derrumbes (p. 153).	• La medida de mitigación a base de bermas en taludes mayores de 10 m y material tipo A y B (p. 175). • La medida de mitigación igual a la anterior solo que se contradicen en el sentido que ahora manejan para taludes mayores de 7 m, y además en la ubicación espacial manejan una altura de 5 m, así manejan el procedimiento y cuanto utilizar estas bermas, es decir, cuando existan pendientes mayores a 1.7:1 y se tenga materia tipo A y B. Además presentan las medidas concernientes para taludes menores de 7 m con pendientes de 2:1 y 3:1 (p. 197). • Manejan un programa donde enlistan una serie de actividades que se deben licitar, en donde resalta los estudios geotécnicos, los cuales se deberían haberse llevado antes de la realización de la presente manifestación y que sirviera de base para tomar en cuentan las medidas necesarias y correctas en cada una de las etapas, así como en las medidas de mitigación o recomendaciones (p. 211).	Sin comentarios	Sin comentarios
2	Construcción de carretera, San Nicolás – Tierra Colorada	12GE2005 V0012	Especificaciones de la SCT	• Se llevarán a cabo los cortes dependiendo de los tipos de suelo, pero no manejan o hacen referencia a ningún estudio (p. 18). • Para los terraplenes manifiestan como se deberán llevar a cabo, así como la compactación dependiendo de la prueba Proctor o Porter (p. 19). • Geología y edafología: en estos aspectos manifiesta el tipo de suelo a grandes rasgos, pero no expresan algún dato obtenido a base de estudios geotécnicos (p. 51).	• Suelo, geología, edafología: expresa que el camino no provocara una erosión considerable, ni que atraviesan zonas de fallas, ni cambios en el sistema de fracturamientos (p. 61).	• Los efectos primarios ocasionados por las excavaciones entre otros son: cambios en el relieve y alteración en la estabilidad de taludes (p. 70).	• En la actividad despalme se deberá realizar lo siguiente: un despalme mínimo, solo en el área requerida dentro las líneas de “ceros”, acamellonar suelo despalmado para posterior reforestación de taludes y bancos de material, arrope o protección de laderas y taludes; lo cual afectara positivamente la erosión y la estabilidad de laderas (p. 94). • En la actividad de excavación en cortes y explotación de bancos por medio de elementos mecánicos, se deberá realizar un arrope de laderas con el fin de afectar positivamente la erosión y la estabilidad de laderas (p. 95). • En la actividad de construcción de terraplenes manifiesta que deberán ser recubiertos con material de despalme para favorecer su reforestación (p. 96). • El mantenimiento de taludes debe hacerse adecuadamente, conservando la vegetación herbácea, la calidad del pavimento, señalamientos, etc. (p. 99). • El material que no sea recogido por los propietarios deberá triturarse junto con la basura orgánica que se genere, para después mezclarse con el suelo, producto del despalme, y con ello arropar los taludes del terraplén y los cortes, cuyas pendientes no sean mayores a la proporción 1:1 (p. 99). • Las laderas, terraplenes y taludes deberán protegerse para disminuir los riegos de erosión, derrumbes y deslaves. Los taludes de los cortes no deberán tener una pendiente mayor que 0.25:1 (p. 100). • Para evitar en lo posible problemas de erosión y derrumbes, se deberán seguir las especificaciones de la SCT, en donde dice que las pendientes de los terraplenes deben ser de 1:2 y 1:1.5 según sea el caso. Aún cuando sean áreas con mayor pendiente, esta inclinación todavía permite el establecimiento de especies vegetales, que soportan la fuerte perturbación evitando la propensión a su erosión. Por otro lado los taludes deberán cubrirse con el mezclado de suelo obtenido en el despalme para favorecer el desarrollo de una cubierta vegetal que impida la erosión y derrumbes, sobre todo en época de lluvias (p. 103).	Sin comentarios	• En el oficio de “solicitud de información” declara que es insuficiente la información de la MIA-R para poder realizar la debida evaluación en términos generales. • En el resolutivo indica que se deberá realizar el arrope o protección de terraplenes y taludes.

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional	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	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
				IV.2.1 Medio físico	IV.4.1 Medio físico	V.3.1 Identificación de impactos	VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII.1 Programa de monitoreo	
3	Libramiento Mexquitic	24SL2005 V0003	• Hace mención en estudios de campo entre los cuales destacan los geotécnicos (p. 12). • En la preparación del sitio con respecto a los taludes de cortes describe que no se deberá dejar fragmentos rocosos que sean susceptibles a derrumbes (p. 15). • Los taludes del proyecto que deberán considerarse para terraplenes son los siguientes (p. 15): Entre 0.00 y 0.80 m 5:1 Entre 0.80 y 2.00 m 3:1 Mayores de 2.00 m 1.70:1 • El grado de compactación que se debe tener para cada capa de acuerdo a la capa que se trate, su PVSM y los resultados de las pruebas Porter y Proctor (p. 16).	• Describen muy generalmente el uso del suelo, y su origen, el cual establece que en gran mayoría son rocas ígneas y una proporción menor rocas sedimentarias. • El suelo cambiará su composición físico-química debido al tendido de terraplén (p. 62). • El proyecto se ubica en una zona no sísmica, además que se realizarán cortes y terraplenes, sin embargo no mencionan algún tipo de inclinación o que estarán sujetos a los resultados de algún estudio (p. 63).	• Habrá un proceso de erosión constante de los suelos tanto por las fases físicas y químicas como las fases petrocálcica, petrogypsica, lítica y dúrica y fase salina, sódica o salina-sódica, proceso que se verá incrementado de seguir perdiendo la cubierta vegetal por la expansión de las actividades productivas (p. 67).	• La actividad de excavación afectará la estabilidad de los taludes (p. 74).	• Como medida de mitigación el arrope o protección de laderas, terraplenes y taludes, así como humedecer el área de trabajo (p. 97). • Acamellonar el suelo despalmado para posterior reforestación de taludes y bancos de materiales, así como seguir la normativa correspondiente; lo anterior como medida de mitigación para el despalme (p. 99). • Se deberá realizar un arrope y protección de laderas y taludes, así como una reforestación, como medida de mitigación para la estabilidad de los mismos (p. 101). • La laderas, terraplenes y taludes deberán protegerse para disminuir los riesgos de erosión, derrumbes y deslaves. Los taludes de los cortes no deberán tener una pendiente mayor a o.25:1 (p. 106). • Para evitar en lo posible problemas de erosión y derrumbes, se deberán seguir las especificaciones de la SCT, en los que se especifica las pendientes de los terraplenes deben ser de 1:2 y 1:1,5 según sea el caso. Aún cuando sean áreas con mayor pendiente, esta inclinación todavía permite el establecimiento de especies vegetales, que soportan la fuerte perturbación evitando la propensión a su erosión. Por otro lado, los taludes deberán cubrirse con el mezclado de suelo obtenido en el despalme y material carbonizado del desmonte, para favorecer el desarrollo de una cubierta vegetal que impida la erosión y derrumbes, sobre todo en época de lluvias (p. 111).	Sin comentarios	Sin comentarios
4	Libramiento Hermosillo	26SO2005 VD023	Sin comentarios	• Describe que los suelos están formados sobre un estrato originado en el precámbrico. La mayor parte de esta área se encuentra cubierta por depósitos sin consolidar del cuaternario, localizados en llanuras y bajadas donde se han acumulado cantidades de material de tipo eólico y aluvial (p. 40). • No hay fallas o fracturamiento en la zona, no presenta sismicidad, ni actividad volcánica. Así también no se identifican rastros de deslizamientos o condiciones geológicas que generen no se identifican rastros de deslizamientos o condiciones geológicas que generen derrumbes o deslizamientos, por lo que la zona no esta expuesta a este tipo de fenómenos (p. 40). • En el área de estudio se pueden distinguir tres tipos de suelos: yermosoles, xerosoles y litosoles, siendo los dos primeros los dominantes en el paisaje. Ambos tipos de suelos carecen de una fase química y presentan una clase textural media, es decir, son suelos arenosos (p. 42).	Sin comentarios	• Manifiesta que no se tendrá ningún impacto en lo referente a suelos en las etapas de construcción y operación (p. 77).	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios
5	Libramiento Oriente de Muna, Km. 0+000 al km. 5+000 de la carretera Chencoyi-Uman tramo Uman-Muna-Uxmal	31YU2004 VD063	Sin comentarios	• No se vera afectado el suelo en el aspecto de erosión (p. 27).	Sin comentarios	Sin comentarios	• Los requerimientos necesarios para adecuar el cuerpo carretero a las exigencias de calidad, estarán debidamente analizadas y regidas por las condiciones que presenta la mecánica de suelos, el cual señalara los pasos y recomendaciones para garantizar la seguridad y estabilidad del proyecto (p. 41). • Manifiesta que de una muestra de banco de materiales de la zona se le realizaron varias pruebas de laboratorio, más no indica cuales fueron los resultados de estas pruebas o que recomendaciones se deben realizar para alguna actividad (p. 48).	Sin comentarios	• En el resolutivo manifiesta que se deberán proteger los taludes con malla y muros de piedra (p. 9).
6	Proyecto de terracerías y obras de drenaje para el libramiento de Tehuantepec. Proyecto de un puente sobre canal de riesgo en el km z-o+585.00 proyecto	20OA2005 V0006	• El producto de corte de excavación se utilizará de acuerdo a las pruebas geotécnicas que se hayan realizado (p. 18). • Manifiesta que se realizaron sondeos a cielo abierto en campo a cada 500 m que permiten conocer los tipos de suelos y características mecánicas, estableciendo los taludes convenientes para los cortes y los terraplenes, así como que dichos estudios fueron entregados (p. 22). • Se realizaron pruebas tales como: granulometría por lavado y límites de plasticidad, compactación dinámica o estática y valor relativo de soporte estándar, con determinación de saturación por expansión (p. 24).	• Se encuentra en una zona de alta sismicidad y por tal motivo existen movimientos de tierra (p. 84). • Se tiene suelos vertisol, así como también el suelo predominante es caoliniticos (ricos en arcilla) (p. 85).	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional IV.2.1 Medio físico	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional IV.4.1 Medio físico	V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional V.3.1 Identificación de impactos	VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas VII.1 Programa de monitoreo	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
7	Carretera Saltillo-Monterrey tramo límite de estados Nuevo León/Coahuila. Monterrey subtramo entronque Periférico Norponiente del Amm-avenida I.	19NL2005 V0005	• En la actividad de excavación en cortes no se dejarán porciones rocosos o fragmentos susceptibles a desplazarse, y que para esta actividad será necesario el uso de explosivos (p. 18). • Establece que los taludes de proyecto que deberán considerarse para los terraplenes serán 1.7:1 (p. 18).	• El tramo pasa por una zona de lomeríos que pueden afectar en la estabilidad de taludes (p. 74).	• Debido a la actividad de despalme se tendrá una inestabilidad de laderas, incrementándose deslaves o derrumbes (p. 198). • Manifiesta que debido a la actividad de corte, excavación y relleno se tendrá una inestabilidad de laderas, incrementándose deslaves o derrumbes y erosión del suelo (p. 199). • Manifiesta una ardua explicación del tipo de suelo de la zona y algunas características de los mismos. Así mismo señalan algunos puntos críticos de la zona donde se llevaran a cabo cortes (p. 206).	• Debido a las excavaciones y cortes cambiará la geomorfología original, incrementando el riesgo de deslizamientos o derrumbes de los taludes (p. 221). • El terreno natural sobre toda el área de proyecto y aledaños es conglomerado arcilloso de buena calidad y con boleos y fragmentos de roca mediana (p. 222).	• Manifiesta que se deben de proteger taludes de corte y terraplenes, laderas (p. 244). • Con base en el dictamen geotécnico de estabilidad de cortes y los bancos de materiales y suelos (con ayuda del laboratorio), complementado con la interpretación de los mapas geológicos, edafológicos e hidrológicos, se pudieron determinar los tipos de formaciones de suelos y rocas, las propiedades mecánicas de los suelos existentes en el área de proyecto. Con dicha información se pueden prever los problemas de estabilidad de las estructuras geológicas, imprescindible en el proyecto de la carretera. Con estos estudios someros de campo se hicieron las recomendaciones sobre la inclinación de los cortes y terraplenes que no necesitaban un tratamiento especial, fundamentado además en experiencias anteriores y en el conocimiento general de los materiales involucrados, sin embargo en el proyecto que nos ocupa los cortes detectados en sitios críticos, que requieren de estudios teóricos especiales respaldados por la exploración directa necesaria y por el empleo de laboratorio hasta donde sea posible (p. 254). • Se recomienda considerar los estudios geotécnicos como medidas preventivas desde la elaboración del proyecto, con el fin de mitigar los efectos adversos significativos y permanentes que generará la construcción de dichos cortes (p. 254). • Describen que los estudios deberán contemplar el estudio y diseño de las áreas de contacto entre los taludes y las laderas naturales desde el punto de vista geomorfológico y geológico para coadyuvar a la estabilización del corte o terraplén. Asimismo se recomienda el diseño y cálculo de obras de conservación de suelos aguas arriba para ayudar a reducir la intensidad de los procesos de ladera, así como del agua que escurre superficialmente en forma de lámina considerando para ello la geometría del relieve (p. 255). • Se realizó un dictamen geotécnico, que tuvo por objeto analizar la estabilidad de cortes e investigar los bancos de materiales y suelos (con ayuda del laboratorio), complementado con la interpretación de los mapas geológicos, edafológicos y e hidrológicos, se pudieron determinar los tipos de formaciones de suelos y rocas, las propiedades mecánicas de los suelos existentes en el área de proyecto, con dicha información se pueden prever los problemas de estabilidad de las estructuras geológicas, imprescindible en el proyecto de la carretera. Con estos estudios someros de campo se hicieron las recomendaciones sobre la inclinación de los cortes y terraplenes que no necesitaban un tratamiento especial, fundamentado además en experiencias anteriores y en el conocimiento general de los materiales involucrados. Sin embargo, además manifiesta que en el proyecto habrá algunos cortes y terraplenes en sitios críticos, que requieren de estudios teóricos especiales respaldados por la exploración directa necesaria y por el empleo de laboratorio hasta donde sea posible (p. 255). • Declaran que se deberán seguir las especificaciones recomendadas en el estudio geotécnico que dice que las pendientes de los terraplenes deben ser de 1.7:1, aún cuando no son pendientes muy bajas, esta inclinación todavía permite el establecimiento de especies vegetales, evitando la propensión a su erosión. Los taludes se cubrirán con la mezcla de suelo y material carbonizado del desmonte, para favorecer se desarrolle la vegetación (p. 280).	Sin comentarios	Sin comentarios

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional IV.2.1 Medio físico	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional IV.4.1 Medio físico	V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional V.3.1 Identificación de impactos	Vi. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas VII.1 Programa de monitoreo	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
8	Camino Tlapa Metlatonoc.	12GE2005 V0021	• El talud en terraplén será de 1.5:1 y el talud en corte de 0.5:1 (p. 15). • Menciona que se puede aplicar para la estabilización de taludes la construcción de un muro de contención (p. 21). • Mencionan métodos para el control de erosión tales como: métodos físicos (cunetas, bermas, etc.), métodos de vegetación, métodos biotécnicos (capas de maleza, estacas vivas y arbustos en hilera) (p. 59). • Mencionan algunos tipos de métodos para la estabilidad de taludes, los cuales son: uso de drenes y subdrenes, terraceo de taludes (escalonamiento), construcción de estructuras de retención, empradización y revestimiento del talud, recubrimiento con concreto o riego asfáltico, zanjas de coronación, estructuras de vertimiento, sellado de grietas (p. 61). • Mencionan que las fallas de talud, o deslizamientos de tierra, suceden generalmente cuando un talud está demasiado inclinado, donde el material de relleno no está compactado, o donde los cortes en suelos naturales del lugar alcanzan el agua subterránea o penetran en zonas de material pobre. En la mayor parte de los trabajos de excavación y de construcción de terraplenes, mediante taludes relativamente tendidos, una buena compactación y la dotación del drenaje necesario se podrá eliminar en términos generales la mayoría de los problemas rutinarios de inestabilidad. Una vez ocurrida una falla, la medida de estabilización más apropiada dependerá de las condiciones particulares del sitio tales como la magnitud del deslizamiento, el tipo de suelo, el uso del camino, las restricciones de alineamiento y la causa de la falla (p. 63). • Para garantizar la estabilidad de los taludes de corte, deberán de efectuarse los cortes, con un talud de 0.5:1 para alturas mayores a 5 m en el caso de los suelos, es decir materiales tipo A y B, mientras que el material tipo C, que corresponde las rocas, los taludes de estos serán de 0.25:1. • Declaran que para abatimiento de taludes ▯ Para las zonas que presente desgajamiento o derrumbes de taludes ocasionados por el intemperismo o por efectos de lluvias torrenciales, se deberá calcular de acuerdo con las características del suelo, ángulos de reposo que ayuden a estos ser estables. ▯ Para el caso de abatimientos estos se deberán realizar delimitando y seccionando debidamente la zona sujeta a corte y remoción, acordando con señalamientos que prevengan posibles accidentes. ▯ Los materiales serán trasladados y depositados en zonas destinadas para tal caso o según lo indique la SCT (p. 66). • Describen que en los cortes la técnica constructiva y de estabilización en las zonas de ampliaciones y de modificaciones de trazo cuya sección sea en corte, se procederá a cortar el material existente, hasta llegar al nivel subrasante de proyecto, aplicando a la superficie descubierta el tratamiento de escarificado acamellonado, tendido y compactación al 95% +- 2% de su PVSM. Calculado con la prueba AASHTO estándar en 30.0 cm de espesor, conformando de esta manera la capa subrasante. Así mismo que los métodos a emplear para garantizar la estabilidad de los taludes deberán tener un talud de 0.5:1 para alturas mayores a 5 m en el caso de los suelos, es decir materiales tipo A y B, mientras que el material tipo C, que corresponde las rocas, los taludes de estos serán de 0.25:1.	• Describe en forma detallada en la parte geológica los diferentes tipos de formación geológica del lugar, los tipos de roca y tipo de suelos con sus respectivas características (p.p. 138, 139,140).	Sin comentarios	• Debido a los cortes que se llevaran a cabo cambiara las características geomorfológicas (p. 258). • Declaran realizar un estudio específico en cada caso para definir la solución adecuada entre las que se pueden considerar: que para suavizar las pendientes de los cortes y terraplenes, y cubrir posteriormente con suelo fértil procurando aprovechar el que se removió durante el despalme. En los cortes con problemas de estabilidad, donde no haya suelo capaz de sostener vegetación, proteger con malla y concreto lanzado para contener el material fragmentado. En los cortes con alturas superiores a 10m utilizar bermas para aumentar la estabilidad de los taludes. Para los taludes rocosos inestables se podrá colocar malla metálica galvanizada, anclada y colocar hidrosiembra, aumentar el ancho de los acotamientos para recepción de los desprendimientos (p. 278).	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios
EID 2005									
9	Construcción de la carretera Teya-San Antonio Tehuitz, tramo: 0+000-2+804, subtramo: 0+607-2+804 .	31YU2005 VD013	• Menciona los diferentes grados de compactación dependiendo de la capa de la terracería (p. 17).	• Describen que el área del estudio se encuentra en una zona de fracturas donde se presentan, hundimientos diferenciales de rocas. Así mismo la zona en estudio es antisísmica, donde no se presentan deslizamientos o derrumbes (p. 40) . • Describen que generalmente el suelo el calcáreo y es rocoso (p. 41).	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional IV.2.1 Medio físico	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional IV.4.1 Medio físico	V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional V.3.1 Identificación de impactos	Vi. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas VII.1 Programa de monitoreo	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
10	Construcción del camino Uayma-Santa María Aznar.	31YU2005 VD022	• Menciona que se realizaran cortes, sin embargo no describen si sus taludes estarán con base en algún estudio o método (p. 9). • Menciona que se utilizaran explosivos para los cortes (p. 15).	• En los aspectos de geología y geomorfología describen en forma general la composición del suelo, su origen y su evolución (p. 22). • En el aspecto del suelo, se tiene suelos pedregosos y que sus diámetros varían de 10 a 15 cm (p. 24). • Se presentan suelos de tipo luvisol los cuales tienen un contenido de materia orgánica alrededor de 5 a 6%, son de textura fina con más de 40% de arcilla, tienden a la neutralidad con valores poco alcalinos o ácidos, muestran buen drenaje (p. 24).	Sin comentarios	• Mencionan que se identifica el impacto en los cortes que impedirá la regeneración del suelo natural y que modificara el relieve (p. 45).	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios
EIA 2006									
11	Libramiento Puente Grande 4.0 km y dos entronques de la carretera Guadalajara Zapotlanejo, en el Estado de Jalisco	14JA2006 V0004	Sin comentarios	• Los terrenos de la zona pertenecen al período terciario, y están compuestos por rocas sedimentarias, caliza, rocas ígneas extrusivas, riolitas, andesitas, basalto, toba y brecha volcánica (p. 63).	Sin comentarios	• Los cortes previstos en el proyecto geométrico serán despreciables, por lo que no hay riesgo de inestabilidad de taludes (p. 100). • Los impactos debido a la actividad de excavación será la inestabilidad de los taludes. Se modificará la estratigrafía y características físicas del suelo. Lo cual se contradice con lo anterior (p. 101). • Debido a los cortes es posible que se manifiesten inestabilidad en taludes y laderas (p. 108). • Durante la formación y compactación de los terraplenes puede presentarse inestabilidad en los taludes (p. 111). • El ataque y circulación de la maquinaria puede provocar inestabilidad en los taludes (p. 113).	• Sera necesario el arrope y protección de laderas y taludes, sin embargo no menciona mediante que procedimiento o con base en los resultados de algún estudio (p. 122). • Para evitar el impacto sobre la configuración del lecho de los arroyos y la dinámica natural de los escurrimientos de agua, la colocación de alcantarillas y drenes, se deberá apegar al estudio geohidrológico de la zona, para evitar se modifique su dinámica después de terminada la construcción de la carretera (p. 126).	• El producto de desmonte que no sea recogido por lo propietarios deberá triturarse junto con la basura orgánica que se genere, para después mezclarse con el suelo producto del despalme, y con ello arropar los taludes del terraplén y los cortes, cuyas pendientes no sean mayores a la proporción 1:1 (p. 127). • Las laderas, terraplenes y taludes deberán protegerse para disminuir los riesgos de erosión, derrumbes y deslaves. Los taludes de los cortes en suelo no deberán tener una pendiente mayor a 1:1 y los que se hagan en material tipo C la que permita el material (p. 128). • El mantenimiento de taludes debe hacerse adecuadamente, conservando la vegetación herbácea, la calidad del pavimento, señalamientos, etc. (p. 131). • Para evitar en lo posible problemas de erosión y derrumbes, se deberán seguir las especificaciones de la SCT, referente a que las pendientes de los terraplenes deben ser de 1:2 y 1:1,5 según sea la altura de los mismos (p. 132).	• En el resolutivo manifiesta que se deberán realizar revisiones de taludes periódicas a fin de evitar en mediano y lago plazo, efectos de erosión y derrumbes hacia la vía carretera, pudiendo ser empleada al efecto la técnica de hidrosiembra para propiciar la estabilidad ya referida (p. 24).

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional	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	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
				IV.2.1 Medio físico	IV.4.1 Medio físico	V.3.1 Identificación de impactos	VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII.1 Programa de monitoreo	
12	Carretera Motul Cansahcab Yucatán.	31YU2006 V0001	• Manifiesta que los cortes son depreciables (p.11).	• En el aspecto de geología y geomorfología describen en forma general la composición del suelo y algunas de sus características y origen (p. 68).	Sin comentarios	• El terreno es una planicie costera en este sentido no hay riesgo alguno de desestabilización de taludes, además de que no es una zona sísmica (p. 101). • En la etapa de construcción se comparan los terraplenes y se tiende la base. Una vez tendido el terraplén el material se compacta al 95%, según la prueba Proctor y se reduce la infiltración al manto freático, hasta el momento que se le aplica el sello a la carpeta asfáltico (p. 101).	Sin comentarios	Sin comentarios	• Manifiesta que se debe de realizar arrope y protección de taludes y laderas (p. 31).
13	Proyecto de construcción del libramiento poniente a la ciudad de Morelia en el estado de Michoacán km 0+000.00 al km 50+000.00 en el estado de Michoacán.	16MI2006 V0003	• Manifiesta que se realizaran cortes (p. 19). • Los terraplenes desplantados en un terreno con pendiente natural igual ó mayor al 25%, se anclarán al terreno natural mediante escalones de liga a partir de los ceros del mismo; cada escalón tendrá un ancho mínimo de huella de 2.50 m, en material tipo “A” ó “B” y en material “C” el escalón tendrá un metro de huella; en ambos casos la separación de dichos escalones será de 2.00 m medidos horizontalmente, a partir de los ceros de los mismos (p. 23). • Los taludes de los cortes, no se dejarán fragmentos rocosos ó porciones considerables de material susceptibles de desplazarse hacia el camino. Con el material producto de despalme, se deberá arropar los taludes de los terraplenes. La construcción de obras de drenaje se hará antes de iniciar la construcción de terracerías; concluidas tales obras, deberán arroparse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante la construcción. Se debe propiciar la forestación de los taludes de los cortes y terraplenes, con vegetación para evitar la erosión de los mismos (p. 23). • Los taludes de proyecto que deberán considerarse para los terraplenes son: entre 0.00 y 0.80, 3:1; entre 0.80 y 2,00 m 2:1; mayores de 2.00 m 1.5:1 (p. 23). • Todas las piedras flojas y material suelto en los taludes serán removidos (p. 26). • Manifiesta que se deberá identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, erosiones, etc. Para su estudio proceder como se indica en el anexo PC-3 correspondiente al programa de conservación preventiva de la SCT (p. 33). • Se deberán realizar inspecciones para identificar problemas o fallas locales de cortes (p. 34). • El mantenimiento de taludes se tiene que verificar diariamente los taludes y cortes para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento con periodicidad diaria y utilizando trascabos y camiones de volteo (p. 37). • El proyecto se llevará a cabo en apego a varias leyes en las que destaca la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (p. 45).	• Todo el trazo carretero se encuentra sobre rocas metamórficas del triásico y jurásico, además que no se observaron bloques que pudieran generar inestabilidad importante que implique poner riesgo las obras (p. 67). • Describen en forma general dos tipos de suelos que se encuentran en la zona (p. 69). • Manifiesta que se anexa a la MIA un informe geotécnico (p. 69).	Sin comentarios	• En algunos casos los terraplenes tienen pendientes mayores que 1:2 o se localizan sobre materiales móviles, provocándose impactos muy fuertes ya que se pueden tener problemas de erosión y de derrumbes (p. 110). • Se deben suavizar los cortes, construir bermas, arropar con los materiales del desmonte y el despalme y pastizar los terraplenes para darles una mayor estabilidad a los taludes y laderas. Construir lavaderos para evitar la erosión lateral de los terraplenes (p. 135).	• Las laderas, terraplenes y taludes deberán protegerse para disminuir los riesgos de erosión, derrumbes y deslaves. En el primer caso, deberá evaluarse la conveniencia de reforestar o bien de revestir las laderas con algún material que evite o contenga los derrumbes y sedimentos que se desprendan, mientras que para los terraplenes y taludes, se recomienda que la protección sea mediante la reforestación con especies nativas. Para evitar la erosión hídrica se deberán construir contracunetas en la parte superior del talud del corte, para dirigir el agua a los arroyos. Los taludes de los cortes no deberán tener una pendiente mayor a 0.25:1 y en caso de tener más de 12 m de altura, se deberán construir bermas de 2 a 3 m de ancho para evitar que el material se vaya a la carretera. En caso de que el material sea tipo A (suelto de fácil fluidez) el ángulo del corte será menor de 0.25:1 y se deberá cubrir con el material producto del despalme para favorecer la reforestación por la germinación natural que contenga el material orgánico y por el fertilizante que se agregará producto de la trituración de basura orgánica y del producto que sobre del desmonte (p. 149).	Sin comentarios	• En el resolutivo establece que se negará la autorización correspondiente debido a no contener la información suficiente, por tener carencia en la información estipulada y no considerar aspectos físicos y bióticos relevantes.
14	Construcción de un nuevo tramo carretero del entronque de Rayón al entronque de Puerto Verde km 136 al km 163 dentro de los municipios de Rayón y Tamasopo, S.L.P.	24SL2006 V0004	• Manifiesta en términos generales el procedimiento de construcción de las capas de pavimentos, así mismo mencionan el porcentaje de compactación que tendrá cada capa de acuerdo a su PVSM obtenido a través de la prueba AASHTO (p. 14). • Se realizaron estudios de mecánica de suelos, geotécnicos que sirvieron de base para elegir la mejor ruta del proyecto y construcción y que forman parte de los anexos de la MIA (p. 16). • Describe que los materiales que se utilicen deberán cumplir con las normas de calidad de los materiales editadas por la SCT. El muestreo y las pruebas de los materiales que se utilicen en la ejecución de las obras se ejecutaran de acuerdo con lo que corresponda aplicar las normas para muestreo y pruebas de los materiales, equipos y sistemas editadas en 1991 por la SCT (p. 21). • Los cortes se deberán ejecutarse de acuerdo a la normativa correspondiente (p. 22).	• En los aspectos geológicos y geomorfológicos describen el origen del suelo, así como algunas características y el origen del periodo geológico al que corresponden (p. 55). • Describe de manera muy completa como ha evolucionado el suelo durante las épocas geológicas, así mismo su estratigrafía y componentes (p. 55). • Describen de manera detallada los tipos de suelo y su origen, así como también algunos aspectos de su composición química (p. 60).	• Menciona que las características intrínsecas del suelo que influyen sobre el riesgo de erosión de éste son: el tamaño, el diámetro y la forma de las partículas del suelo, así como la humedad (que proporciona cohesión entre las partículas), y la estabilidad de los agregados (resultado de los diferentes procesos de cimentación de las partículas) (p. 95).	• Mencionan la realización de medidas de restitución que permitan presentar una topografía final estructural estable, que minimicen los riesgos de derrumbes y erosión de los taludes y en las áreas de cortes (p. 119). • Menciona que se empleara algún tipo de explosivo para la ejecución de los cortes (p. 125).	• En las partes altas de los taludes se sembraran plantas fijadoras de suelo con el fin de darles mayor estabilidad (p. 135). • En el apéndice c “actividades del proyecto” mencionan que se utilizaran métodos para estabilidad de taludes, sin embargo no describen alguno en especial (p. 157).	Sin comentarios	En el resolutivo resuelven negar la autorización, debido a que presentan algunas incongruencias en los aspectos bióticos y abióticos, así mismo carece de información. No realiza una correcta descripción del sistema ambiental regional, así mismo el promovente no identifica, evalúa los impactos acumulativos y residuales de las actividades del proyecto.

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional IV.2.1 Medio físico	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional IV.4.1 Medio físico	V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional V.3.1 Identificación de impactos	Vi. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas VII.1 Programa de monitoreo	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
15	Construcción del camino Tenejapa – Yanete-E.C. Azueta – Carlos A. Carrillo, ubicado en el municipio de José Azueta en el estado de Veracruz.	30VE2006 V0004	• El trazo definitivo se hizo con base en varios estudios, entre los cuales cita a los estudios geotécnicos (p.p. 4,44). • No se realizarán cortes importantes para este proyecto, ya que se trata de un terreno plano y una terracería ya establecida (p. 43). • El trazo definitivo se hizo en base de estudios, entre los cuales cita a los estudios geotécnicos (p. 44). • Se realizaron estudios geotécnicos para verificar que el lugar fuera apto para este camino (p. 45). • Se realizaron recomendaciones geotécnicas para la inclinación de taludes (p. 47).	• Señala que dentro de las actividades a desarrollar se encuentran las de corte y formación de terraplenes y taludes, sin embargo no expresan si estos se realizaran en apego a algún tipo de estudio previamente realizado (p. 79). • Menciona que se realizaron estudios de geotecnia (p. 80).	• Debajo de la capa de suelos existen materiales poco consolidados que consisten en gravas, arenas, limos y arcillas, mezclados en diversas proporciones, pero dominando casi siempre las fracciones más finas. Estos depósitos clásticos han sido considerados de la edad del pleistoceno-reciente y cartografiados como terciario continental (p. 84). • En la zona no se tiene actividad volcánica (p. 87). • Señalan que los suelos de la zona donde se ubica el proyecto han sido clasificados como suelos vertisoles y paravertisoles hidromórficos, topomórficos grumosólicos con concreciones de fierro y manganeso. Se trata de suelos jóvenes, de edad muy reciente, clasificados también de acuerdo al sistema de la FAO-UNESCO, como un suelo vertisol pelico (p. 88).	• Menciona que debido a que se trata de un terreno plano, la geología y la geomorfología del sitio, no será adversamente afectada (p. 145).	Sin comentarios	• Describe que con la construcción del camino, no se modificarán a gran escala las características generales de la zona tanto en el medio abiótico (clima, geología, suelo e hidrología) como en el biótico (p. 173).	• En el resolutivo manifiesta exentar de MIA al proyecto.
16	Camino Pozo Bendito Amoladeras, del km 2+600 al km 9+000 con una meta de 6.4 km.	24SL2006 V0009	• Manifiesta que se tendrán algunos cortes (p. 18). • Se realizarán cortes y que todas las piedras flojas y material suelto en los taludes será removido y para dar por terminado un corte, al nivel de la capa inferior a la sub-rasante, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, ancho y acabado, de acuerdo con lo determinado en el proyecto (p. 20). • Manifiesta que se deberá tener un mantenimiento de taludes, para estas actividades se tiene que verificar diariamente los taludes y cortes, para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento (p. 26).	• Describen que existen cerros, constituidos por roca caliza, en menor proporción rocas ígneas extrusivas (basalto) (p. 57). • Menciona que la geología de la zona esta caracterizada por la formación de rocas del jurásico, materiales dominantes y de mayor distribución en comparación con los cuerpos precámbricos y paleozoicos así como las rocas de edad triásica, ya que su área de afloramiento forma una banda casi continúa (p. 62). • Presentan una tabla de los suelos tipos del lugar, donde se observan su estabilidad y algunas otras características (p. 70).	Sin comentarios	• Menciona que se realizarán pequeños cortes (p. 179).	• El material de corte está conformado por rocas y fragmentos de éstas, por lo que podrá ser reutilizado en zonas de relleno del terraplén (p. 199).	• Debido a la exposición del material parental (roca) hay un incremento del intemperismo del material lo cual conllevaría a la disminución de estabilidad del material y por lo tanto se darían modificaciones en las unidades geomorfológicas, sobre todo en las unidades con condiciones abruptas como son las laderas medias, alta de lomeríos y de la sierras que se encuentran dentro la unidad ambiental regional (p. 213).	• En el resolutivo se manifiesta que se realizarán cortes, sin embargo no expresan bajo qué criterio o con base en algún estudio previo (p.p. 4, 5). E • En el resolutivo indica que se debe contemplar la estabilización de taludes, sin embargo no manifiesta o recomienda algún procedimiento o técnica, o con base en qué criterio se hará esta estabilización (p. 28).
17	Carretera Zacapu – E.C. autopista México – Guadalajara, subtramo km 11+600 al km 19+600, en el estado de Michoacán.	16MI2006 V0012	• Se realizó un sondeo geológico (p.p. 2,24).	• En el aspecto geológico el tipo de roca que se tiene. Ígnea. Sedimentaria y metamórfica (p. 78).	• Describen de una forma detallada los tipos de suelos que se tienen en la zona de estudio (p. 82).	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios	• En el resolutivo indica que se debe contemplar la estabilización de taludes, sin embargo no manifiesta o recomiendan algún procedimiento o técnica, o con base en qué criterio se hará esta estabilización (p. 18).

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional IV.2.1 Medio físico	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional IV.4.1 Medio físico	V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional V.3.1 Identificación de impactos	Vi. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas VII.1 Programa de monitoreo	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
18	Carretera tipo C del camino Las Barrancas – San Juanico, en el tramo San Gregorio – San Juanico del km 10+600 al 33+261.09 en el municipio de Comondu.	03BS2006 V0010	• Los taludes se construirán con un ángulo de reposo de 1:0.25 (p. 15). • Menciona que para la actividad de cortes se tiene la presencia de los tres tipos de suelo: A, B y C (p. 33). • Menciona que las especificaciones para la estabilización de taludes se describen ampliamente en el apéndice de los procedimientos establecidos por la SCT para la estabilización de materiales. Y que además existe un anexo donde se describen ampliamente las condiciones y regulaciones para la estabilización de taludes, de acuerdo a la normas de construcción de la SCT (p. 35). • Describe que los terraplenes son construidos con materiales de alta calidad que permiten la formación de taludes de pendiente con una relación 1.5:1 sin que se tome en cuenta la estabilidad del suelo. Para otras clasificaciones de suelo y que es la situación más común, se ha recomendado una pendiente máxima de 2:1, y donde el terraplén está sujeto a inundaciones se prefiere un talud de 3:1. Los taludes de los terraplenes (al menos los más importantes) deben de ser diseñados tomando en cuenta los principios establecidos en la mecánica de suelos (p. 37). • Dentro de los instrumentos legales aplicables que describe la MIA, menciona las normas técnicas para construcción de carreteras de la SCT (p. 65).	• En el aspecto de suelo menciona y describe brevemente los tipos de suelo que se tienen en la zona (p. 72).	• Menciona que no existen fallas o fracturas en la zona (p. 99).	Sin comentarios	• Como medida de mitigación para la inestabilidad de taludes realizar estudios específicos en cada caso para definir la solución adecuada, entre las que se pueden considerar: suavizar las pendientes de los cortes y terraplenes de acuerdo a los resultados del grado de reposos del suelo que constituya el talud (p. 111).	Sin comentarios	• Se niega la autorización debido a que: en la parte de normativa e instrumentos legales no realiza una vinculación, por no delimitar adecuadamente el SAR.
19	Construcción del camino: Las Cuevas – La Rivera – Cabo Pulmo – San José de los Cabos, tramo km 29 + 000 – km 39 + 000, municipio de Los Cabos, B.C.S	03BS2006 V0012	• Los taludes se construirán con un ángulo de reposo de 0.25:1 en cortes y de 1.5:1 terraplenes (p. 14). • Realizaron estudios geotécnicos con el fin de analizar y proponer una estructura capaz de soportar el volumen de tránsito que circulará por este tramo. La metodología consistió en efectuar un recorrido a lo largo de la línea del proyecto, realizándose sondeos tipo pozo a cielo abierto, de donde se obtuvieron muestras alteradas representativas, además se localizaron y muestrearon bancos para las capas del pavimento y terracerías. Las muestras se enviaron al laboratorio para ensayes de clasificación y calidad correspondientes: granulometría, límites de Atterberg, contracción lineal, expansión, VRS estándar y modificado para las terracerías, de afinidad de asfalto y grado de compactación (p. 26). • Manifiesta que se anexa el estudio geotécnico (p. 115).	• En los aspectos geológicos el suelo que se tiene su formación y su procedencia (p. 47). • Los estudios de mecánica de suelo y la topografía propia del terreno no establecen una susceptibilidad a deslizamientos. Con respecto a derrumbes: la mayor susceptibilidad a que se sujeta el proyecto puede ser por derrumbes dado que se realizarán cortes sobre el cerro, estos no serán significativos y se dejarán estabilizados los taludes. Sin embargo es importante señalar que la presencia de gravas, cantos y bloques en el terreno podría, en avenidas extraordinarias, representar un riesgo. De presentarse este fenómeno se sujetará la carretera a un mantenimiento por parte de la SCT. Otros movimientos de tierra o de roca: la topografía del lugar y las características del terreno no hacen susceptible a este fenómeno (p. 54).	Sin comentarios	• No se utilizarán explosivos en los cortes ni en los bancos de materiales, por lo fracturado de la roca madre (p. 90).	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios
20	Construcción de la carretera San Juan de los Lagos-Encarnación de Díaz tramo del km 0+000 al 18+636.443.	14JA2006 V0016	• Menciona referente al mantenimiento de taludes, que se tiene que verificar diariamente los taludes, para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento con periodicidad diaria y utilizando trascabos y camión de volteo (p. 23). • Se tienen que realizar inspecciones semanales para ver que no se originen fallas locales en los cortes (p. 23).	• Describe los tipos de suelo que componen a la zona (p. 56).	Sin comentarios	• No será necesario excavar en material de tipo C, por lo que no habrá explosivos (p. 118).	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios
21	Carretera Zacatecas-Durango, tramo nombre de Dios, Durango; subtramo km 228+850 al 238+000 con origen sobre la actual carretera Zacatecas-Durango.	10DU2006 V0002	• Describe los tramos donde se ocuparán cortes (p. 16). • Menciona que se realizarán cortes, conforme a proyecto, pero no describen cuál serán su pendiente o como se definirá (p. 19). • Describe en forma general el porcentaje de compactación de acuerdo a su PVSM de acuerdo a la prueba AASHTO (p 23). • Menciona que el mantenimiento de taludes, se tienen que verificar diariamente en taludes y cortes, para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento con periodicidad diaria (p. 32). • Menciona las excavaciones en cortes, sin embargo no menciona las pendientes o taludes que tendrá, ni se definen con base en algún estudio (p. 40).	• Realiza una descripción de los tipos de suelo, y sus características.	Sin comentarios	• Menciona que serán necesario realizar algunos cortes del terreno en los lomeríos suaves y las bajadas. Estos cortes deberán ser diseñados con inclinaciones que brinden suficiente ángulo de reposo al material y se evite que éste se desestabilice y caiga sobre la carretera. Para tal efecto se recomienda ver las medidas de mitigación sugeridas (p. 130).	• Menciona en el aspecto estabilidad de taludes que dada la mayor susceptibilidad de los horizontes minerales del suelo a la erosión hídrica que los horizontes orgánicos (removidos durante las obras), dentro de la zona de los cerros es importante contemplar acciones de estabilización de taludes. Dichas acciones deberán ser cuidadosamente planteadas en función de las características del suelo expuesto y las pendientes del terreno, de tal forma que se evite el aporte de material térreo hacia cañadas tanto dentro como fuera del derecho de vía (p. 155). Los cortes deberán establecerse hasta lograr un adecuado ángulo de reposo de los materiales, a fin de evitar posibles derrumbes (p. 156).	Sin comentarios	• En resolutivo manifiesta que se deberá contemplar la estabilidad de taludes (p. 25).

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional	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	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
				IV.2.1 Medio físico	IV.4.1 Medio físico	V.3.1 Identificación de impactos	VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII.1 Programa de monitoreo	
22	Camino E.C. Tlapa-Marquelia-Malinaltepec, tramo: del km 22+980, tipo D, longitud : 22 kilómetros con 98 metros.	12GE2006V0029	• Las pendientes de los taludes en terraplén serán de 1.5:1 y para cortes 0.5:1 (p. 13). • Se pueden realizar obras como muros de contención para estabilizar taludes (p. 17). • Se realizarán cortes, pero no mencionan si sus pendientes estarán basadas en algún estudio de mecánica de suelos (p. 28). • Se realizó un estudio geotécnico cuyo objetivo es emitir las recomendaciones necesarias para la ejecución de los trabajos de construcción del camino en proyecto, aprovechando al máximo los materiales existentes tanto de la capa de revestimiento, como del terreno natural, para la conformación de capas de terracerías para el soporte de la estructura del pavimento; así como de los bancos de materiales más cercanos a la obra, que cuenten con la calidad requerida para cada capa, aplicando los tratamientos necesarios en cada caso, de acuerdo con las normas de la SCT vigente (p. 32). • Se realizaron consultas técnicas geológicas, geomorfológicas y edafológicas. Estos datos se obtuvieron a través de cartas geológicas (p. 33). • Para garantizar la estabilidad de los taludes de corte, deberán de efectuarse los cortes, con un taludes mayores que 5 m en el caso de los suelos, es decir materiales tipo A y B, mientras que el material tipo C, que corresponde las rocas, los taludes de estos serán de 0.25:1. 0.5:1 para altura para garantizar la estabilidad del relleno, en algunos tramos del camino se construirán muros de mampostería (p. 45). • Debido a que la topografía del terreno del proyecto corresponde al tipo lomerío fuerte a montañoso, será necesario utilizar el abatimiento de taludes para estabilizar los taludes, una vez que se encuentre en operación el camino (p. 45) • Para las zonas que presente desgajamiento o derrumbes de taludes ocasionados por el intemperismo o por efectos de lluvias torrenciales, se deberá calcular de acuerdo con las características del suelo, ángulos de reposo que ayuden a estos a ser estables. • En el caso de los abatimientos estos se deberán realizar delimitando y seccionando debidamente la zona sujeta a corte y remoción, acordando con señalamientos que prevengan posibles accidentes. • Los materiales serán trasladados y depositados en zonas destinadas para tal caso o según lo indique la S.C.T. • Describe que en el levantamiento topográfico del camino indica que será necesario realizar varios cortes para ampliar la estructura del camino. Se presenta una altura promedio de los cortes de 2.13 m y una altura máxima de 9.60 m (p. 48). • En las zonas de ampliaciones y de modificaciones de trazo cuya sección sea en corte, se procederá a cortar el material existente, hasta llegar a la ampliación requerida, dejando en la superficie del talud de corte una inclinación de 0.5:1 (p. 48). • Para garantizar la estabilidad de los taludes de corte, deberán de efectuarse los cortes, con un talud de 0.5:1 para alturas mayores a 5 m en el caso de los suelos, es decir materiales tipo A y B, mientras que el material tipo C, que corresponde las rocas, los taludes de estos serán de 0.25:1 (p. 48). • Describe en forma general el procedimiento de construcción de las diferentes capas del terraplén, con sus grados de compactación (p. 50).	• Existen dos fracturas, y una de ellas es considerable, provocando un tipo de asentamiento (p. 128). • Realizan una descripción breve del tipo de suelo, mencionando algunas características de los mismos (p. 129).	Sin comentarios	• Menciona que se tendrán impactos debido a desprendimientos (p. 215).	• Menciona que en los cortes con alturas superiores a 10m se deberán utilizar bermas para aumentar la estabilidad de los taludes (p. 238). • Los cortes con alturas superiores a 10 m utilizarán bermas para aumentar la estabilidad de los taludes (p. 249). • Menciona que como medida de mitigación se debe cortar el flujo de escorrentía antes de que el agua adquiera suficiente velocidad para iniciar el proceso erosivo, y se deberá construir terrazas o bermas (p. 249). • Menciona que para el presente proyecto se deberá impermeabilizar la parte alta de los taludes y revestir de roca el talud, colocando una capa filtrante (geotextil o mezcla de grava y arena) debajo del enrocado, así como suavizar las pendientes de los cortes y terraplenes y cubrir posteriormente con suelo fértil (p. 249). • Menciona que para mitigar los desprendimientos se tendrá que realizar un estudio específico en cada caso para definir la solución adecuada entre las que se pueden considerar: en los cortes con problemas de estabilidad, donde no hay suelo capaz de sostener la vegetación, proteger con malla y concreto lanzado para contener el material fragmentado; en los cortes con alturas superiores a 10 m utilizar bermas para aumentar la estabilización de los taludes, para taludes rocosos inestables se podrá colocar malla metálica galvanizada, anclada y colocar hidrosiembra, aumentar, el ancho de los acotamientos para recepción de los desprendimientos o bien colocar muros de contención, colocar redes metálicas, drenes y cunetas en la cabeza de talud, usar filtros (geotextiles) para controlar los deslizamientos (p. 249). • Menciona en forma general una serie de medidas para garantizar la estabilidad de taludes, en donde describen las siguientes medidas: uso de drenes y subdrenes, terraceo de taludes, construcción de estructuras de retención, empradización y revestimiento del talud, recubrimiento con concreto o riego asfáltico, zanjas de coronación, estructuras de vertimiento y sellados de grietas (p. 268). • Se recomienda la construcción de muros de contención cuando se presenta inestabilidad de talud, el cual se debe diseñar contra volcamientos, desplazamientos y falla por capacidad de carga (p. 269).	• Menciona que la zona del proyecto es muy susceptible a derrumbes y que se presentan periódicamente (p. 273). • En la zona del proyecto la probabilidad de derrumbes aumenta por la inestabilidad de los taludes (p. 281).	Sin comentarios

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional IV.2.1 Medio físico	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional IV.4.1 Medio físico	V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional V.3.1 Identificación de impactos	VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas VII.1 Programa de monitoreo	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
23	Construcción del ramal a Las Varas del km 567+087 al km 590+180, de la carretera Jala-Puerto Vallarta en el Estado de Nayarit.	18NA2006 V0006	• Para ciertas áreas será necesario el uso de explosivos para la excavación (p. 17). • Dentro del programa de conservación preventiva y correctiva según la SCT, se deben identificar los terraplenes y taludes que presenten inestabilidad. Así también observar la existencia de fallas locales en cortes (p. 23). • Menciona que se debe revisar diariamente los taludes para observar que estos no presenten algún tipo de problemas o inestabilidad (p. 25).	• La naturaleza de las rocas, así como sus cualidades de fracturación y alteración, podrán provocar derrumbes de material si no se toman en cuenta las debidas precauciones en el cálculo y diseño de los taludes. La magnitud de estos derrumbes será directamente proporcional a las dimensiones de los taludes y sus efectos serán muy puntuales (p. 78). • Realiza una descripción de los tipos de suelos que se encuentran en la zona, mencionando características de ellos y su origen (p. 80).	• Ciertos tipos suelos en la zona presentan características de poca estabilidad (p. 154).	Sin comentarios	• En el aspecto de estabilidad de taludes, dada la fuerte susceptibilidad de los horizontes minerales del suelo a la erosión hídrica en la zona de cerros, es importante contemplar acciones de estabilización de taludes. Dichas acciones deberán ser cuidadosamente planteadas en función de las características del suelo expuesto y de las pendientes del terreno, de tal forma que se evite el aporte de material térreo hacia cañadas tanto dentro como fuera del derecho de vía (p. 200).	Sin comentarios	• De acuerdo al resolutivo se niega la autorización debido a que no realiza una vinculación con un Decreto de un Área natural protegida, por no describir, identificar y evaluar los impactos ambientales del proyecto adecuadamente en el SAR. Así también ya que se tendrá un gran impacto con especies que marca la NOM-059.
24	Camino: Lucerito – Tlacoapa , tramo: del km 37+000 al km 44+340, tipo: C, longitud: 7 km con 340 m.	12GE2006 V0039	• Se realizó un estudio geotécnico (p. 26). • Para garantizar la estabilidad de los taludes de corte, deberán de efectuarse los cortes, con un talud de 0.5:1 para alturas mayores a 5 m en el caso de los suelos, es decir materiales tipo A y B, mientras que el material tipo C, que corresponde las rocas, los taludes de estos serán de 0.25:1. En algunos tramos del camino se construirán muros de mampostería para garantizar la estabilización (p. 33). • Debido a que la topografía del terreno del proyecto corresponde al tipo montañoso, será necesario utilizar el abatimiento de taludes como método para estabilizar los taludes, una vez que se encuentre en operación el camino: Abatimiento de taludes Para las zonas que presente desgajamiento o derrumbes de taludes ocasionados por el intemperismo o por efectos de lluvias torrenciales, se deberán calcular de acuerdo con las características del suelo, los ángulos de reposo que ayuden a estabilizar. Para el caso de abatimientos estos se deberán realizar delimitando y seccionando debidamente la zona sujeta a corte y remoción, acordando con señalamientos que prevengan posibles accidentes. Los materiales serán trasladados y depositados en zonas destinadas para tal caso o según lo indique la SCT (p. 33).	Sin comentarios	• Menciona dentro del aspecto de desestabilización de terrenos: que esta acción se ha estado presentando en los taludes de corte, en donde en algunos sitios se pueden observar derrumbes al pie de estos taludes, como efecto de la desestabilización del terreno (p. 137).	Sin comentarios	• Menciona que para el presente proyecto se deberá impermeabilizar la parte alta de los taludes, y revestir de roca el talud, colocando una capa filtrante (geotextil o mezcla de grava y arena) debajo del enrocado, así como suavizar las pendientes de los cortes y terraplenes y cubrir posteriormente con suelo fértil (p. 177). • Menciona que para mitigar los desprendimientos se tendrá que realizar un estudio especifico en cada caso para definir la solución adecuada entre las que se pueden considerar: (i) en los cortes con problemas de estabilidad, donde no hay suelo capaz de sostener la vegetación, proteger con malla y concreto lanzado para contener el material fragmentado; (ii) en los cortes con alturas superiores a 10 m utilizar bermas para aumentar la estabilización de los taludes, para taludes rocosos inestables se podrá colocar malla metálica galvanizada, anclada y colocar hidrosiembra, aumentar, el ancho de los acotamientos para recepción de los desprendimientos o bien colocar muros de contención, colocar redes metálicas, drenes y cunetas en la cabeza de talud, usar filtros (geotextiles) para controlar los deslizamientos (p. 177). • Menciona en forma general una serie de medidas para garantizar la estabilidad de taludes, en donde describen las siguientes medidas: uso de drenes y subdrenes, terraceo de taludes, construcción de estructuras de retención, empradización y revestimiento del talud, recubrimiento con concreto o riego asfáltico, zanjas de coronación, estructuras de vertimiento y sellados de grietas (p. 198). • Se recomienda la construcción de muros de contención cuando se presenta inestabilidad de talud, el cual se debe diseñar contra volcamientos, desplazamientos y falla por capacidad de carga (p. 198). • En el área del proyecto se han observado derrumbes (p. 203).	Sin comentarios	• En la solicitud de información solicitan: información sobre los muros de contención para taludes, medidas de mitigación durante la construcción de túneles y cortes. • En la información adicional menciona que los lomeríos y cerros a lo largo de esta carretera se estima que son muy susceptibles a deslizamiento por lo que como medida de control de derrumbes se ha planteado dentro de las medidas de mitigación, la modificación de la inclinación de los cortes a un adecuado ángulo de reposo. No obstante, en algunos puntos pudiera darse el caso de que por efecto de las lluvias, algunos finos de material se deslicen corte abajo y puedan afectar la seguridad de los usuarios de la carretera, por lo que se contempla dentro del proyecto la construcción de muros de contención (e.g. gaviones) en la base de los cortes y sobre el hombro de la carretera. Por tanto, dichos muros quedan dentro de la línea de ceros y la superficie que ocupan ya ha quedado contemplada por ésta (p. 10). • Menciona que, considerando la alta posibilidad de inestabilidad en la zona, el promovente deberá llevar a cabo un estudio que permita valorar y clasificar adecuadamente el riesgo de derrumbe en cada corte de la carretera, para que en función de ello se propongan las medidas preventivas necesarias (p. 36). Menciona que será necesario llevar a cabo la estabilización de taludes de los cortes cuando quede expuesto el material y realizar de preferencia las obras fuera de la temporada de lluvias (p. 41). Menciona que se deberá inclinar los taludes de los cortes hasta lograr un adecuado ángulo de reposo de los materiales, de preferencia considerar por lo menos inclinaciones de 1:1 (que implique un ángulo de reposo de 45°), en ciertas áreas más susceptibles (p. 42). El resolutivo condiciona que se deberá efectuar la estabilización y protección de los taludes de los cortes, donde se optimice el ángulo de inclinación. Así mismo realizar un estudio que permita valorar y clasificar el riesgo de derrumbe de cada uno de los cortes (p. 61).

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional IV.2.1 Medio físico	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional IV.4.1 Medio físico	V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional V.3.1 Identificación de impactos	Vi. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas VII.1 Programa de monitoreo	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
25	Carretera libramiento poniente Morelia, tramo 0+000 – 50+000 con origen sobre la carretera México-Morelia, a la altura de la localidad de Tarímbalo.	16MI2006V0013	• Se realizarán algunos cortes, además manifiesta que cuando las alturas son considerables se contemplara un túnel, la proporción es de 1 a 10 (p. 22). • Todas las piedras flojas y material suelto en los taludes será removido para dar por terminado un corte, al nivel de la capa inferior a la sub-rasante, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, ancho y acabado, de acuerdo con lo determinado en el proyecto (p. 26). • Menciona el procedimiento de construcción de los terraplenes donde indica el grado de compactación de las capas (p. 27). • Dentro del programa de conservación preventiva de la SCT se deberá identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, erosiones, etc. Para su estudio proceder como se indica en el anexo pc-3 correspondiente al programa de conservación preventiva de la SCT (p. 32). • Se deberán realizar inspecciones semanales o cuando se requieran para identificar fallas locales de cortes (p. 33). • Dentro del programa se deberá dar mantenimiento de taludes, para estas actividades se tiene que verificar diariamente los taludes y cortes, para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento con periodicidad diaria y utilizando trascabos y camión de volteo (p. 35). • Describen en forma general los impacto de los cortes en excavación, no menciona en función de qué estarán las pendientes o como estarán las mismas (p. 42). • En la actividad de construcción de terraplenes en algunos casos contemplan pendientes muy fuertes (0.25:1) o se localizan sobre materiales móviles, provocándose impactos muy fuertes ya que se pueden tener problemas de erosión y de derrumbes. Motivo de ello, todos los terraplenes deberán asegurar un adecuado ángulo de reposo de los materiales y una compactación y estabilización adecuadas, preferentemente considerar inclinaciones 1:1 (ángulo de 45°) o menores (p. 44).	• Realizan una lista de los tipos de suelos, mencionando características de los mismos, su edad y origen, así mismo describe como esta comprendida la zona en estudio con referencia a la actividad volcánica haciendo una descripción detallada de la composición y origen del suelo (p. 94).	Sin comentarios	• En los sitios más propensos a la erosión o deslizamiento, los cortes deberán ser diseñados con inclinaciones que brinden suficiente ángulo de reposo al material y se evite que éste se desestabilice y caiga sobre la carretera. En caso de cortes altos, se deben considerar bermas adecuadamente construidas. Para tal efecto se recomienda ver las medidas de mitigación sugeridas. Adicionalmente a lo anterior, el material producto de los cortes que no sea aprovechado en la construcción de rellenos del terraplén, se considera desperdicio ya que su inadecuada disposición puede ocasionar importantes daños al ambiente, particularmente en zonas cañadas, pudiendo llegar a obstruir el flujo de agua y generar afectaciones aguas abajo del sitio de acumulación inadecuada (p. 164).	• En la estabilización de taludes y que dada la mayor susceptibilidad de los horizontes minerales del suelo a la erosión hídrica que los horizontes orgánicos (removidos durante las obras), dentro de la zona de los cerros es importante contemplar acciones de estabilización de taludes. Dichas acciones deberán ser cuidadosamente planteadas en función de las características del suelo expuesto y las pendientes del terreno, de tal forma que se evite el aporte de material térreo hacia cañadas tanto dentro como fuera del derecho de vía (p. 188). • Los cortes deberán establecerse hasta lograr un adecuado ángulo de reposo de los materiales, a fin de evitar posibles derrumbes. Ello resulta particularmente importante en ciertas áreas donde se observó la presencia de cárcavas de gran tamaño debidas a la erosión hídrica al perderse el suelo orgánico y la vegetación sobre estas. Estamos consientes de que con ello se aumentan los costos de la obra y las superficies de afectación por los ceros del camino. Sin embargo, se considera que de preverse este cambio en el proyecto con suficiente antelación, será posible asignar recursos e informar de ello a las compañías que participan en la licitación para la construcción, y así poder lograr cortes más apropiados. Asimismo, las labores de restauración ecológica se facilitarán sobre taludes con menor ángulo de inclinación, lo que permitirá mejor retención del suelo y la cubierta de pasto y vegetación sembrada, una mejor humectación de toda la superficie, y con ello el desarrollo de una cobertura vegetal persistente en el menor tiempo posible. De ahí que aunque se incremente el área desmontada, ésta será recuperada eventualmente para formar un corredor ecológico a lo largo de ambos lados de la carretera (p. 189).	Sin comentarios	Sin comentarios
			• Manifiesta que en el área del proyecto se presentan zonas muy montañosas lo cual será necesario realizar cortes considerables y algunos túneles (p. 4). • Menciona que cuando el corte es excesivamente alto se sustituye por un túnel, la proporción entre alturas usualmente está por 1 a 10, el túnel produce menos material por compensar que el corte (p. 17). • Describe que todas las piedras flojas y material suelto en los taludes serán removidos y para dar por terminado un corte, al nivel de la capa inferior a la sub-rasante, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado, de acuerdo con lo determinado en el proyecto (p. 21). • Realiza una descripción del procedimiento constructivo de los terraplenes y el grado de compactación de que tendrá las capas de acuerdo a su PVSM de la prueba Proctor (p. 21). • Describe el procedimiento constructivo que se hará para los túneles así mismo la aplicación de algunas técnicas para evitar derrumbes, tales como el uso de barrenos y portales que darán mayor estabilidad, así mismo menciona el uso de barrenos para la aplicación de explosivos, además como estarán ubicados estos barrenos para su detonación (p. 25). • Menciona que dada la conformación de la roca, su calidad y los estratos presentes en los túneles, los marcos deberán ser colocados en los primeros 80 metros de avance a partir del portal de entrada, y en los 60 metros de avance a partir del portal de salida. La distancia entre los marcos irá de 1 a 1.5 metros y para proteger los muros y techo del túnel de posibles erosiones, recibirá una capa de concreto lanzado de 6 cm de espesor (p. 30). • Dentro del programa del programa de conservación preventiva de la SCT se deberá identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, erosiones, etc. Para su estudio proceder como se indica en el anexo pc-3 correspondiente al programa de conservación preventiva de la SCT (p. 34).	• En la zona se predominan corridas de lava, domos y cenizas volcánicas (p. 97). • En el aspecto de geología menciona la composición de los suelos y su era de origen (p. 175). • Toda el área queda como zona de sismicidad media (p. 178). • Tipos de suelos que existen en la zona (p. 179). • Menciona la caracterización de los tipos de suelos (p. 189). • En el terreno donde se ubica el proyecto, presenta pendientes muy fuertes (p. 191). • Menciona que la zona de fuertes pendientes representa una zona donde los procedimientos constructivos de la carretera deberán tomar particulares consideraciones para prevenir importantes deslizamientos de material durante la construcción de terraplenes y cortes (p. 192).	• Menciona que en la construcción de cortes se hará secciones principalmente en balcón, sobre el terreno escarpado y laderas. La inclinación y altura de estos cortes es elevada, con inclinación de talud de 0.25:1 y altura de hasta 35 m (p. 219). • Se tiene como antecedente en la región que los cortes del terreno, con las condiciones de fisuramiento y echado de la roca existentes, la mala consolidación del material y las superficies con suelos con altos contenidos de arcillas, promueven la existencia de derrumbes (p. 221). • Es común observar en algunos de los tramos de esta carretera, actualmente en construcción, derrumbes de material por efecto de la realización de cortes altos y/o con fuertes pendientes en los que la estabilización con colocación de pasto no ha sido suficiente y la saturación del suelo por flujo subsuperficial ha ocasionado el derrumbe esto puede derivar en uno de los impactos más importantes de la construcción de esta carretera, ya que resulta muy importante prever los sitios susceptibles a derrumbes y tomar las medidas previsoras correspondientes para evitar daños materiales y/o personales (p. 221). (Continuúa)	• Menciona que como medida de mitigación se debe de arropar y proteger los taludes, así mismo que las actividades para la construcción se deben realizar en tiempo de secas (p. 246).	• Menciona que dentro del aspecto de estabilización de taludes se tiene que dada la fuerte susceptibilidad de los horizontes minerales del suelo a la erosión hídrica en la zona de los cerros, es importante contemplar acciones de estabilización de taludes. Dichas acciones deberán ser cuidadosamente planteadas en función de las características del suelo expuesto y las pendientes del terreno, de tal forma que se evite el aporte de material térreo hacia cañadas tanto dentro como fuera del derecho de vía (p. 261). • La experiencia en tramos anteriores de esta misma carretera indica que la colocación de tepes de pasto sobre los taludes de cortes y rellenos permite la estabilización del material de mejor manera que el uso de concreto lanzado o mallas; por lo que se deberá contemplar su uso. No obstante, también se observó que por si solo el pasto no tiene las raíces suficientemente penetrantes para brindar adecuada fuerza de retención, por lo que se recomienda contemplar además el uso de especies de plantas ruédales comunes en la región (p. 261). • El proyecto tal y como esta planteado contempla taludes de cortes de hasta 35 m de alto y con inclinaciones de talud variables de 0.25:1, 0.5:1 y 1:1. Los cortes 0.25 y 0.5 a 1 se estima que son excesivamente pronunciados para las condiciones de terreno y tipo de suelo que predomina en la zona. Motivo de lo anterior, como medida de mitigación se deberán inclinar los taludes de los cortes hasta lograr un adecuado ángulo de reposo de los materiales, de preferencia considerar por lo menos inclinaciones de 1:1 (que implican un ángulo de reposo de 45°) (p. 264). • Aunque el mapa de riesgo de derrumbe generado y presentado en este estudio es solo una aproximación, puede considerarse para jerarquizar el grado de inclinación de cortes en función de costos/beneficios. De ser necesario, lo más indicado para ello será elaborar un estudio exprofeso para clasificar adecuadamente el riesgo de derrumbe en cada corte de la carretera con una mayor y mejor calidad de variables (p. 266). (Continúa)	En primera instancia se realizó en un sistema de información geográfica un cruce de los mapas detallados correspondientes: 1. Grado de fracturamiento del material parental (litología superficial) 2. Porcentaje promedio de arcillas en el horizonte mineral de suelo 3. La altura de los cortes proyectados. A partir de estos cruces se obtuvo una matriz de datos que fue estandarizada por contener valores en diferentes unidades de medición, con esta matriz se realizó un análisis de componentes principales para definir el porcentaje de variabilidad que implican las clases producto de los cruces, asimismo se identificaron entre 8 y 10 grupos naturales de condiciones de proposición al derrumbe, asimismo la matriz de datos. (p. 322).	• En la solicitud de información, solicitan aspectos de medidas de mitigación sobre los túneles y cortes. Además solicita información sobre los muros de contención. Los lomeríos y cerros a lo largo de esta carretera se estima que son muy susceptibles a deslizamiento por lo que como medida de control de derrumbes se ha planteado dentro de las medidas de mitigación, la modificación de la inclinación de los cortes a un adecuado ángulo de reposo. No obstante, en algunos puntos pudiera darse el caso de que por efecto de las lluvias, algunos finos de material se deslicen corte abajo y puedan afectar la seguridad de los usuarios de la carretera, por lo que se contempla dentro del proyecto la construcción de muros de contención (e.g. gaviones) en la base de los cortes y sobre el hombro de la carretera. Por tanto, dichos muros quedan dentro de la línea de ceros y la superficie que ocupan ya ha quedado contemplada por ésta. Menciona que resulta importante evitar el deslizamiento de material producto de los cortes ladera abajo del sitio de obras, durante la realización de las mismas; por lo que se deberá proteger la zona de obras de desmonte y corte colocando muros de contención o cercos que impidan el deslizamiento del material residual de corte ladera abajo del sitio de obras. Estos cercos y el material acumulado deberán ser removidos y depositados en los bancos de tiro una vez concluida la construcción de los portales de los túneles (p. 14). Los cortes y superficies expuestas deberán quedar sujetos al programa de restauración ecológica considerado para toda la carretera. (Continúa)

Tabla A.7 Matriz de análisis de las MIA´s (continúa).

No.	Manifestación	Clave	Normatividad y recomendaciones técnicas	IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional IV.2.1 Medio físico	IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional IV.4.1 Medio físico	V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional V.3.1 Identificación de impactos	Vi. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas VII.1 Programa de monitoreo	Solicitud de información adicional, información adicional y resolutivo
26	Carretera México – Tuxpan subtramo km 140+243.46 al km 178+500.	21PU2006 V0004	• Se deberán realizar inspecciones semanales o cuando se requieran para identificar fallas locales de cortes (p. 36). • En zonas con pendientes fuertes, el material producto de cortes puede caer en ladera abajo y ocasionar muy importantes impactos sobre vegetación y escurrimientos superficiales (pe. Obstrucción de cañadas) fuera del área del derecho de vía, por lo que se deberán tomar previsiones (barreras, mallas de contención, muros de gaviones, etc.) Para que esto no ocurra en el área del proyecto; particularmente en sitios con fuerte inclinación del terreno (p. 45). • En algunos casos los terraplenes contemplan pendientes muy fuertes (0.25:1) o se localizan sobre materiales móviles, provocándose impactos muy fuertes ya que se pueden tener problemas de erosión y de derrumbes. Motivo de ello, todos los terraplenes deberán asegurar un adecuado ángulo de reposo de los materiales y una compactación y estabilización adecuadas, preferentemente considerar inclinaciones 1:1 (ángulo de 45°) o menores (p. 47).		• Manifiesta que en un intento por identificar los sitios con mayor susceptibilidad a derrumbe a lo largo del trazo, se conjuntaron los mapas de grado de consolidación de material geológico (inferido a partir de la litología reportada en cartografía INEGI y los recorridos de campo), cantidad de arcilla en los horizontes minerales del suelo (a partir del levantamiento de perfiles de suelo en campo), inclinación del terreno (mapa de pendientes generado a partir de la topografía escala 1:50,000) y altura de los cortes contemplados en el proyecto, dentro de un análisis estadístico multivariado (análisis de componentes principales y análisis de conglomerados) con datos estandarizados para identificar grupos naturales de situaciones combinando los diferentes valores de consolidación del material, , % de arcilla y altura de los cortes. Como resultado del análisis de componentes principales se observó que con los primeros 2 componentes es factible explicar el 82.24% de la variabilidad observada (p. 221). Realiza un estudio detallado presentando una tabla de clases de riesgo a derrumbe para el área de ceros del proyecto. Con estos resultados se elaboro un mapa donde se pueden identificar cortes cuya inclinación del terraplén deba ser re-considerada y modificada. En los sitios más propensos los cortes deberán ser diseñados con mayores inclinaciones de las propuestas, o bien considerar bermas adecuadamente construidas. Para tal efecto se recomienda ver las medidas de mitigación sugeridas (p. 223).		• Establecen que los derrumbes ocurridos reflejan una alta capacidad de saturación de agua por parte de los horizontes minerales del suelo (ricos en arcilla), y la baja consolidación del material geológico, que se combinan con la inclinación del corte, para dejar caras expuestas, susceptibles de movimiento de masa por saturación de agua. Como resultado el material se desliza pendiente abajo afectando la infraestructura carretera y poniendo en riesgo a los trabajadores (en la etapa de construcción) y a los usuarios (en etapa de operación) (p. 264).	Indicadores para cada condición de corte, porcentaje de arcillas y fracturamiento fue ingresada en un análisis de conglomerados (clúster) para identificar sitios (cortes) con similares condiciones de riesgo de derrumbe. El diagrama resultante fue analizado para establecer las diferentes clases de riesgo de derrumbe que implica el proyecto. A partir de ellos se genero una tabla de evaluación de clases de riesgo con la cual se reclasificaron los polígonos resultantes del cruce de mapas para obtener un mapa de riesgo de derrumbe estimado	Menciona que considerando la alta posibilidad de inestabilidad en la zona, la promovente deberá llevar a cabo un estudio que permita valorar y clasificar adecuadamente los riegos de derrumbes en cada corte de la carretera, para que en función de ello propongan las medidas preventivas necesarias. Menciona que se deberá estabilizar los taludes, y realizar actividades en tiempo de secas, así mismo inclinar los taludes de cortes hasta alcanzar un ángulo de reposo adecuado (p. 46). Condiciona que se deberá realizar la adecuada estabilización y protección de los taludes de los cortes (p. 61).
EIA 2006									
27	Proyecto Yucalpetén y resumen ejecutivo – construcción de un puente de 658 m (incluyendo dos aproches)	31YU2006 VD003	• Manifiesta que se anexa un estudio de mecánica de suelos y de geotecnia (p. 8). • Manifiesta que para la construcción del puente, esta basada de acuerdo al estudio geotécnico para definir la profundidad de desplante (p. 22). • Manifiesta que se realizaran algunos cortes (p. 47). • Los taludes producto de las excavaciones serán conformados mediante la maquinaria pesada, y que no existes pendientes pronunciadas que provoquen inestabilidad del talud (p. 50). • Para proteger los taludes, estos serán arropados con material obtenido de los despalmes (p. 74).	• Menciona en el aspecto de geología aspectos generales de la formación y constitución de los suelos, menciona que la zona esta compuesta por rocas sedimentarias, originando placas (p. 135). • El proyecto se ubica en una zona de poca sismicidad, así mismo expresan que el riesgo de derrumbes en la zona es nulo (p. 147). • De acuerdo a las cartas consultadas, donde se observan el tipo de roca, esta zona no indica problemas de estabilidad en los taludes del camino (p. 147). • En el apartado de suelo, manifiesta que existe dos tipos de suelos, y realiza una breve descripción de ambos (p. 148).	Sin comentarios	• Se tendrá inestabilidad en los suelos de los esteros, produciendo deslizamientos y hundimientos (p. 196). • Debido a la inestabilidad en el área de los esteros, ya que el material del estero se desplazara, se deberá sustituir por material pétreo en los terraplenes (p. 225).	Sin comentarios	Sin comentarios	Sin comentarios

Anexo VII. Aspectos técnicos a considerar en la elaboración de las MIA´s

Anexo VII.1 Relación de pruebas aplicables a suelos y parámetros que se obtienen

Tabla A.8 Relación de pruebas aplicables a suelos y parámetros obtenidos.

PRUEBA	MATERIAL	PARAMETROS	APLICACIÓN	REFERENCIA
Muestreo de materiales para terracerías	Terreno natural Base Sub-base Terreno natural Terraplén Subyacente Subrasante	Características de los materiales o verificar que cumplan con los requisitos de calidad	Obtener y preparar la muestra	M-MMP-1-01/03
Secado, disgregado y cuarteo de muestras	Terraplén Subyacente Subrasante	Obtener las porciones representativas para efectuar las pruebas de laboratorio	Obtener y preparar la muestra	M-MMP-1-03/03
Contenido de Agua	Base Sub-base Subrasante Subyacente Terreno Natural	Contenido de agua, consistencia o de su probable comportamiento	- Obtener el contenido de agua, conocer cualitativamente su consistencia o de su probable comportamiento	M-MMP-1-04/03
Granulometría de materiales compactables	Terreno natural Base Sub-base Terraplén Subyacente Subrasante	Granulometría de materiales compactables	Clasificación del material, conocer la distribución del tamaño de partículas y a partir de esto manifestar para que tipo de capa el material es apropiado	M-MMP-1-06/03
Límites de Consistencia	Terreno natural Base Sub-base Terraplén Subyacente Subrasante	Características plásticas de plasticidad Identificación y clasificación de suelos	Conocer la clasificación de suelos, plasticidad	M-MMP-1-07/03
Equivalente de arena	Base Sub-base	Obtener porcentaje de arena, aplicable en base y sub-base	Porcentaje de arena, indica si el material es cohesivo (limos, arcillas)	
Compactación ASSHTO	Terreno natural Base Sub-base Terraplén Subyacente Subrasante	Contenido de agua optimo Masa volumétrica	Obtener el peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima	M-MMP-1-09/03

Tabla A.8 Relación de pruebas aplicables a suelos y parámetros obtenidos (continúa).

PRUEBA	MATERIAL	PARAMETROS	APLICACIÓN	REFERENCIA
Masas volumétricas y coeficientes de variación volumétrica	Terraplén Subyacente Subrasante	Masas volumétricas Coeficientes de variación volumétrica	Obtener la masa volumétrica de suelo seco suelto	M-MMP-1-08/03
Porter	Suelos granulares, arenas y gravas	Determinar el peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima de compactación de cualquier mezcla de suelo	Conocer el grado de compactación de las capas de pavimento	
Proctor	Suelos arcilloso, limos y mezcla de limos arenas y mezcla de arcilla y arenas	Determinar el peso volumétrico seco máximo y la humedad optima de compactación de un suelo fino	Conocer el grado de compactación de las capas de pavimento	M-MMP-1-09/03
Densidades relativas y absorción	Terreno natural Base Sub-base Terraplén Subyacente Subrasante	Densidades relativas de material seco, saturado y superficialmente seco Absorción de materiales	Conocer la absorción del material y su densidad y así poder inferir su porosidad y resistencia	M-MMP-1-05/03
Clasificación de fragmentos de rocas y suelos	Terreno natural Base Sub-base Terraplén Subyacente Subrasante	Clasificar los materiales (rocas o suelos)	Clasificar los materiales (rocas o suelos)	M-MMP-1-02/03
Valor relativo de soporte (Prueba de california)	Terreno natural Base Sub-base Subrasante Suyacente	Calidad de los suelos en cuanto a su valor de soporte midiendo la resistencia a la penetración del suelo compactado y sujeto a un determinado periodo de saturación.	Determinar el espesor mínimo de la capa o capas que deberán colocarse encima del material estudiado	Normas ASTM
Prueba de corte directo	Arenas Arcillas Limos	Determinar las características de esfuerzo-deformación de la resistencia al esfuerzo cortante en suelos friccionantes,	Para conocer la capacidad de carga, empuje de tierras y estabilidad de taludes	Normas ASTM
Compresión simple	Arenas Arcillas Limos	Características de esfuerzo-deformación capacidad de carga de un suelo	Determinar las características de esfuerzo-deformación, así como la capacidad de carga de un suelo al aplicar una carga axial a una muestra representativa	Normas ASTM

Tabla A.8 Relación de pruebas aplicables a suelos y parámetros obtenidos (continúa).

PRUEBA	MATERIAL	PARAMETROS	APLICACIÓN	REFERENCIA
Triaxial rápida	Base Sub-base Subrasante Terreno natural	Características de esfuerzo-deformación, resistencia de los suelos sujetos a esfuerzos cortantes, cohesión, ángulo de fricción interna	Determinar las características de esfuerzo-deformación y resistencia de los suelos sujetos a esfuerzos cortantes, conocer la cohesión y ángulo de fricción interna	Normas ASTM
Método estándar para obtener el valor del colapso potencial de un suelo		La magnitud del colapso unidimensional que ocurre cuando los suelos no saturados son humedecidos con un fluido La magnitud del colapso potencial El índice para clasificar el potencial para el colapso Que puede ocurrir para una tensión (axial) vertical dada	Se utiliza el potencial del colapso para estimar lo que puede ocurrir en una capa del suelo cuando los suelos no saturados son humedecidos con un fluido en un sitio particular	Norma ASTM No. D5333-03
Consolidación	Arcillas Limos	Consolidación, tiempo de consolidación	Determinar el decremento de volumen y la velocidad con que este decremento se produce, en un espécimen de suelo confinado lateralmente en un anillo con una deformación nula y sujeto a la carga axial	Norma ASTM No. D2435-04
Índice de expansión		Índice de expansión Potencial de expansión	Se utiliza para medir una característica básica del suelo que es el índice de expansión, dicho parámetro es comparable a otros índices tales como el límite líquido, límite plástico e índice de la plasticidad de suelos	Norma ASTM No. D4829-03

Anexo VII.2 Métodos de clasificación de macizos rocosos y métodos de clasificación de taludes en roca

Las descripciones de los macizos rocosos con fines geotécnicos precisan de observaciones y medidas adicionales a las geológicas de ahí la necesidad de establecer un sistema que homogenice criterios y facilite la comunicación entre todos los profesionales que tengan que realizar los trabajos de descripción de macizos rocosos a partir de afloramientos. Estas descripciones pueden implicar un cierto grado de subjetividad que debe evitarse, en la medida de lo posible, realizando observaciones sistemáticas y utilizando una terminología estandarizada. Es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos (González de Vallejo, *et al*., 2004):

- Todos los factores deben examinarse sistemáticamente y en secuencia lógica
- No debe omitirse ninguna información básica (orientaciones, inclinaciones, aberturas, etc.) sobre el afloramiento
- Las descripciones deben comunicar una imagen mental precisa y permitir deducir la información más relevante
- El número de datos debe ser estadísticamente representativo

La caracterización de campo del macizo rocoso es un ejercicio progresivo que comienza con una descripción general de las condiciones del terreno, y con la identificación y clasificación de los materiales que forman los macizos.

La sistemáticamente para la descripción de los afloramientos de macizos rocosos se puede resumir en las siguientes etapas:

- Descripción de las características generales del afloramiento
- División en zonas y descripción general de cada zona
- Descripción detallada de cada zona. De la matriz rocosa y de las discontinuidades
- Descripción de los parámetros del macizo rocoso
- Caracterización global y clasificación geomecánica del macizo rocoso

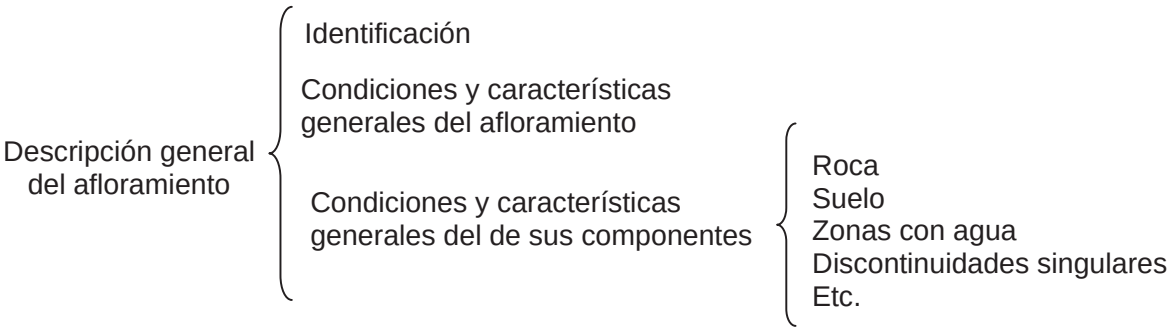


Figura A.2 Datos básicos que debe incluir la descripción general de un afloramiento de macizos rocosos.

La caracterización global del macizo rocoso constituye la fase final del proceso descriptivo, y debe proporcionar las condiciones geológicas y geomecánicas del macizo en su conjunto. A partir de estos resultados se aplican las clasificaciones geomecánicas, que proporcionan información sobre la calidad y resistencia del macizo, así como datos

cuantitativos para su aplicación a diferentes fines constructivos. El primer paso en el estudio de un afloramiento de un macizo rocoso debe ser la identificación del mismo y su descripción general. Posteriormente se lleva a cabo la división en zonas o sectorización y la descripción de las mismas. Es muy útil realizar fotografías y dibujos esquemáticos de los afloramientos, donde se pueden indicar las características básicas de cada zona.

Figura A.3 Aspectos que deben describirse en campo de macizos rocosos.

La identificación de visu de una roca se establece a partir de su composición y de su textura o relaciones geométricas de sus minerales, a estos criterios descriptivos se unen las características genéticas, cuando éstas pueden ser deducidas de la paragénesis mineral, composición química, forma y estructura del yacimiento, y de las relaciones temporales y espaciales con otras rocas.

Las observaciones más prácticas son (González de Vallejo, *et al*., 2004):

- Composición mineralógica.
- Forma y tamaño de los granos.
- Color y transparencia.
- Dureza.

Las discontinuidades condicionan de una forma definitiva las propiedades y el comportamiento resistente, deformación e hidráulico de los macizos. La resistencia al corte de las discontinuidades es el aspecto más importante en la determinación de la resistencia de los macizos rocosos duros fracturados, y para su estimación en necesario definir las características y propiedades de los planos de discontinuidad. La descripción y medida de estos parámetros para cada familia debe ser realizada en campo (González de Vallejo, *et al*., 2004):

- Orientación
- Espaciado
- Continuidad o persistencia
- Rugosidad
- Resistencia de las paredes
- Abertura
- Relleno
- Filtraciones

Algunos de estos parámetros, como la rugosidad, resistencia de las paredes, apertura y relleno, determinan el comportamiento mecánico y la resistencia al corte de las discontinuidades.

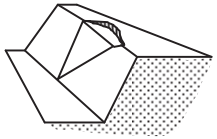
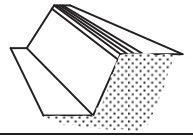
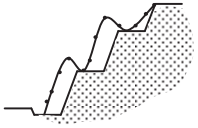
Tabla A.9 Métodos de clasificación de macizos rocosos y taludes de roca.

MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN DE MACIZOS ROCOSO	Clasificación geomecánica (RMR) de Bieniawski	El Sistema de Valoración del Macizo Rocoso (RMR), más conocido como Clasificación Geomecánica RMR, fue desarrollado por Bieniawski durante 1972 y 1973. En los pasados 25 años, el RMR ha tenido éxitos, pasando la prueba del tiempo y beneficio de extensiones y aplicaciones por muchos autores en todas partes del mundo.	Este se basa sobre un punteo que se le da a la roca, recabado del análisis de los siguientes parámetros: 1. Resistencia a la compresión uniaxial de la roca; 2. Índice de Calidad de la Roca (RQD); 3. Espaciado entre discontinuidades; 4. Condición de las discontinuidades; 5. Condición de infiltraciones de agua.
	Q system de Barton	El índice Q de clasificación de macizos rocosos fue desarrollado en Noruega en 1974 por Barton, Lieny Lunde, todos ellos del Instituto Geotécnico de Noruega. Su desarrollo representó una mayor contribución al tema de clasificación de macizos rocosos por las siguientes circunstancias: •El sistema fue propuesto con base en el análisis de 212 casos históricos de túneles en Escandinavia. •Es un sistema de clasificación cuantitativa. •Es un sistema ingenieril que facilita el diseño de sostenimiento para túneles.	En la clasificación se catalogan los macizos rocosos según el denominado Índice de Calidad Q, basado en seis parámetros: Formula II.1 RQD= porcentaje de la recuperación modificada del sondeo Jn= Índice que indica el grado de fracturación del macizo rocoso Jr= Índice de rugosidad de las discontinuidades o juntas Ja= Índice de alteración de las discontinuidades Jw= Coeficiente reductor por la presencia de agua SRF= Coeficiente que toma en consideración la influencia del estado tensional del macizo rocoso La calidad de la roca puede tener un rango que va de Q = 0.001 a1000 en una escala logarítmica, teniendo las siguientes categorías de macizo rocoso.
MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN DE TALUDES EN ROCA	Slope Mass Rating SMR	La clasificación SMR es un método de determinación de las fracturas de ajuste adecuadas para aplicar la clasificación RMR de Bieniawski a los taludes. El índice para la clasificación de taludes se obtiene del Índice RMR restando un factor de ajuste, que es función de la orientación de las juntas (y producto de tres subfactores) y sumando un factor de excavación que depende del método utilizado: SMR = RMR + (F1 x F2 x F3) + F4 Fórmula 3.1 El RMR (rango de 0 a 100), se calcula de acuerdo con los coeficientes de Bieniawski, como la suma de las valoraciones correspondientes a cinco parámetros. El factor de ajuste de las discontinuidades es producto de tres subfactores: • F1 Depende del paralelismo entre la dirección de las fisuras y del frente del talud. Varia de 1 (cuando ambos rumbos son paralelos) y 0.15 (cuando el ángulo entre ambos rumbos es mayor de 30º y la probabilidad de rotura es muy baja). • F2 Depende del buzamiento de las discontinuidades en la rotura plana. Varia de 1 (para fracturas con buzamiento mayor de 45º), y 0.15 (para fracturas con buzamiento inferior a 20º). Para rupturas de vuelco, el valor es de 1. • F3 Refleja la relación entre los buzamientos de la junta y el talud. Se han mantenido los valores propuestos por Bieniawski en 1976, que son siempre negativos.	I índice para la clasificación de taludes se obtiene del Índice RMR restando un factor de ajuste, que es función de la orientación de las juntas (y producto de tres subfactores) y sumando un factor de excavación que depende del método utilizado: SMR = RMR + (F1 x F2 x F3) + F4 Fórmula 3.1 El RMR (rango de 0 a 100), se calcula de acuerdo con los coeficientes de Bieniawski, como la suma de las valoraciones correspondientes a cinco parámetros. El factor de ajuste de las discontinuidades es producto de tres subfactores: • F1 Depende del paralelismo entre la dirección de las fisuras y del frente del talud. Varia de 1 (cuando ambos rumbos son paralelos) y 0.15 (cuando el ángulo entre ambos rumbos es mayor de 30º y la probabilidad de rotura es muy baja). • F2 Depende del buzamiento de las discontinuidades en la rotura plana. Varia de 1 (para fracturas con buzamiento mayor de 45º), y 0.15 (para fracturas con buzamiento inferior a 20º). Para rupturas de vuelco, el valor es de 1. • F3 Refleja la relación entre los buzamientos de la junta y el talud. Se han mantenido los valores propuestos por Bieniawski en 1976, que son siempre negativos.
	Clasificación Slope Rock Mass Rating “SRMR” de Robertson	• Slope Rock Mass Rating (SRMR), toma como base el RMR de Bieniawski, que también se puede emplear en la estabilidad de taludes en roca, Steffen Robertson & Kirsten en 1987, lo emplean para cortes de talud de cavas en macizos rocosos suaves.	

Fuente: Arreygue, 2007.

Anexo VII.3 Contexto geomecánico y criterios de aceptabilidad para el diseño de taludes

Tabla A.10 Contexto geomecánico y criterios de aceptabilidad para el diseño de taludes.

Tipo de inestabilidad	Mecanismo de rotura	Factores críticos	Métodos de análisis	Criterios de aceptabilidad
Deslizamientos	Rupturas complejas con superficies circulares o curvas, incluyendo deslizamientos a favor de fallas y otros elementos estructurales y rupturas a través de las matriz rocosa	Existencia de fallas. Resistencia al corte del plano de rotura. Distribución de agua y altura del nivel freático en el talud. Acciones sísmicas.	Métodos de equilibrio límite. Métodos numéricos (análisis de elementos finitos o elementos discretos) para análisis de mecanismos de rotura y de las relaciones esfuerzo-deformación.	Un valor absoluto del factor se seguridad tiene poco significado, pero los análisis permiten evaluar la influencia de las diferentes medidas estabilizadoras. Se recomienda la revisión a largo plazo para detectar movimientos en el talud.
Taludes en suelos o roca muy fracturada	Rotura curva a favor de superficies en forma de cuchara en suelos o rocas muy fracturadas	Altura y ángulo del talud. Resistencia al corte del plano de rotura. Distribución del agua y altura del nivel freático en el talud. Sobrecarga o acciones sísmicas.	Métodos de equilibrio límite en dos dimensiones. Ocasionalmente: análisis de probabilidad, análisis de equilibrio límite en tres dimensiones y métodos de análisis numérico.	Factor de seguridad > 1.3 para taludes temporales con mínimo riesgo de daños. Factor de seguridad > 1.5 para taludes permanentes con riesgo significativo de daños.
Taludes en macizos rocosos fracturados 	Rotura plana o en cuña a favor de discontinuidades	Altura, ángulo y orientación del talud. Dirección y buzamiento de las discontinuidades. Distribución del agua y posición del nivel freático en el talud. Acciones sísmicas. Secuencia de excavación e instalación del sostenimiento.	Análisis de equilibrio límite para estudios paramétricos. Análisis de probabilidad de rotura basados en la distribución, orientación y resistencia al corte de las discontinuidades.	Factor de seguridad > 1.3 para taludes temporales con mínimo riesgo de daños, FS > 1.5 para taludes permanentes con riesgo significativo de daños. Probabilidad de rotura entre 10-15% para cortas mineras cuando el costo de retirada de material caído es menor que el de sostenimiento.
Taludes en roca con discontinuidades verticales 	Vuelco de estratos a favor de discontinuidades verticales subparalelas a la dirección del talud	Altura, ángulo y orientación del talud. Dirección y buzamiento de las discontinuidades. Nivel freático en el talud. Acciones sísmicas.	Métodos de equilibrio límite para análisis de vuelco y deslizamiento con modelos simplificados. Modelos de elementos discretos con geometrías simplificadas para análisis de los mecanismos de rotura.	No hay un criterio de aceptabilidad general. La revisión del talud es el único medio para determinar su comportamiento.
Taludes en roca con bloques sueltos 	Caída de bloques y fragmentos de roca sueltos o independizados en el talud	Geometría del talud. Presencia de estructuras de retención de caída de bloques.	Cálculo de trayectoria de caída y de rebote de bloques. Análisis de Monte Carlo para trayectorias y distribución de caída de rocas en función de la geometría del talud y características de los materiales.	La localización y análisis de la distribución de los bloques caídos indican la magnitud del proceso y permiten determinar las medidas correctoras.

Fuente: Modificado de Hoek, E., 1991. When is a design in rock engineering acceptable? Proc. Int. Congr. Rocj Mechanics. Aachen, Alemania. ISRM. Vol. 3, pp. 1485-1497. Citada por González de Vallejo *et al*, 2004.