

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS, UNAM

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**Técnicas y métodos de evaluación del
impacto ambiental en proyectos lineales
del sector eléctrico**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN GEOGRAFÍA

P R E S E N T A

MIGUEL ÁNGEL PÉREZ GARCÍA

TUTOR

Dr. Valentino Sorani Baldón

COTUTORA

Dra. Leticia Gómez Mendoza

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

| CONTENIDO | | Pág. |
|------------------|--|-------------|
| I | Introducción..... | 8 |
| 2 | Métodos, técnicas y herramientas de evaluación del impacto ambiental..... | 13 |
| 2.1 | Antecedentes de la EIA en el sector eléctrico..... | 18 |
| 2.2 | El Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental..... | 21 |
| 2.3 | Técnicas para la identificación de impactos ambientales..... | 27 |
| 2.3.1 | Listas de verificación (checklist)..... | 27 |
| 2.3.2 | Matrices..... | 27 |
| 2.3.3 | Redes de relación causa-efecto o de interacción..... | 27 |
| 2.3.4 | Técnicas de sobreposición..... | 28 |
| 2.3.5 | Opinión de expertos..... | 28 |
| 2.4 | Métodos para la evaluación o valoración de los impactos ambientales..... | 29 |
| 2.4.1 | Método del Instituto de Batelle-Columbus..... | 29 |
| 2.4.2 | Método de Domingo Gómez-Orea (2003) y método de Vicente Conesa Fernández-Vítora (1995, 1997)..... | 31 |
| 2.4.3 | Método del Instituto de Ecología, A.C (1999) | 33 |
| 2.4.4 | Método de Bojórquez-Tapia <i>et al.</i> (1998)..... | 34 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3 | Resultados..... | 36 |
| 3.1 | Algunas características técnicas y físico-bióticas del área del estudio de caso..... | 36 |
| 3.2 | Aplicación de una metodología de evaluación del impacto ambiental: estudio de caso: línea de alta tensión y de una subestación eléctrica, en Veracruz..... | 54 |
| 4 | Identificación y evaluación de los impactos ambientales utilizando el método de Bojórquez-Tapia:..... | 55 |
| 4.1 | Índices de calificación del impacto..... | 55 |
| 4.2 | Significancia del impacto..... | 57 |
| 4.3 | Actividades relevantes del proyecto..... | 59 |
| 4.4 | Definición de los factores y componentes ambientales..... | 60 |
| 4.5 | Identificación de interacciones de impacto ambiental..... | 62 |
| 4.6 | Definición de las interacciones identificadas..... | 62 |
| 4.7 | Evaluación de las interacciones identificadas..... | 76 |
| 4.8 | Descripción de los impactos ambientales significativos evaluados..... | 85 |
| 5 | Discusión general..... | 103 |
| 6 | Conclusiones..... | 111 |
| 7 | Referencias..... | 114 |

Anexos

| | | |
|----------|---|------------|
| A | Definición de las actividades para las etapas que conforman el estudio de caso..... | 124 |
| B | Evaluación de las interacciones identificadas para el desarrollo del estudio de caso (Línea de Alta tensión-LAT- y Subestación Eléctrica-SE-)..... | 133 |

| Índice de Tablas | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Técnicas para la evaluación de impactos ambientales..... | 15 |
| Tabla 2. Estudios de impacto ambiental y su contenido que se requieren someter el procedimiento de evaluación del impacto ambiental | 23 |
| Tabla 3. Especies registradas en el área en que se ubica el estudio de caso..... | 48 |
| Tabla 4. Criterios de evaluación del paisaje..... | 51 |
| Tabla 5. Valores asignados a los componentes ambientales y valor de CI y CV. | 52 |
| Tabla 6. Factores y componentes ambientales y sociales susceptibles de afectarse por las actividades del estudio de caso..... | 60 |
| Tabla 7. Matriz de identificación de impactos ambientales del proyecto LAT... | 64 |
| Tabla 8. Matriz de identificación de impactos ambientales del proyecto Subestación Eléctrica..... | 65 |
| Tabla 9. Definición de las interacciones identificadas en la Tabla 7 (LAT)..... | 66 |
| Tabla 10. Definición de las interacciones identificadas en la Tabla 8. (SE)..... | 72 |
| Tabla 11. Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar la significancia de impactos..... | 76 |
| Tabla 12. Parámetros y escala de evaluación utilizada (Impactos negativos sobre los componentes físico-bióticos)..... | 77 |
| Tabla 13. Parámetros y escala de evaluación utilizada (Impactos negativos sobre el paisaje)..... | 78 |
| Tabla 14. Parámetros y escala de evaluación utilizada (Impactos positivos sobre el medio socioeconómico)..... | 80 |
| Tabla 15. Ecuaciones aplicadas para la evaluación y significancia de los impactos..... | 82 |
| Tabla 16. Valores de significancia para los impactos identificados para la obra LAT..... | 83 |
| Tabla 17. Valores de significancia para los impactos identificados para la Subestación Eléctrica..... | 84 |

| Índice de Figuras | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Frecuencia relativas del uso de técnicas o métodos en reportes de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos termoeléctricos..... | 19 |
| Figura 2. Técnicas y métodos utilizados con mayor frecuencia en los estudios de impacto ambiental de proyectos del sector eléctrico..... | 20 |
| Figura 3. Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental..... | 26 |
| Figura 4. Localización y área del estudio de caso..... | 37 |
| Figura 5. Características geológicas del área del estudio de caso..... | 42 |
| Figura 6. Topoformas que conforman el área del estudio de caso..... | 43 |
| Figura 7. Unidades edafológicas que conforman el área del estudio de caso.... | 46 |
| Figura 8, Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor suelo..... | 86 |
| Figura 9. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor aire..... | 87 |
| Figura 10. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor hidrología superficial..... | 88 |
| Figura 11. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor Hidrología Subterránea..... | 89 |
| Figura 12. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor vegetación..... | 91 |
| Figura 13. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor fauna..... | 92 |
| Figura 14. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del paisaje..... | 95 |
| Figura 15. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor socio-económico..... | 97 |
| Figura 16. Número de impactos evaluados por actividad para la etapa de preparación del sitio y construcción de la LAT..... | 99 |

| | |
|---|------------|
| Figura 17. Número de impactos evaluados por actividad para la etapa de preparación del sitio y construcción de la SE..... | 100 |
| Figura 18. Número de impactos evaluados por actividad para la etapa de operación y mantenimiento de la LAT..... | 101 |
| Figura 19. Número de impactos evaluados por actividad para la etapa de operación y mantenimiento de la SE..... | 102 |

RESUMEN

Entre el hombre y el medio ambiente se establece toda una serie de relaciones que se manifiestan en una síntesis: el espacio geográfico. La identificación y evaluación de dichas relaciones, denominadas impactos ambientales, son el objetivo principal de los estudios de impacto ambiental. Particularmente, para la evaluación del impacto ambiental en proyectos del sector eléctrico se han aplicado diversas técnicas o métodos que en el mayor de los casos se desconoce su fundamento, lo cual ha provocado entre otros, que se utilicen de manera indistinta dichas técnicas y métodos que sirven para identificar impactos y aquéllas que funcionan para la evaluación de los mismos. Por lo anterior, es importante contar con un proyecto en cuyo contenido se proponga un método estandarizado de evaluación de impactos ambientales para proyectos de líneas del sector eléctrico, con base en la revisión de metodologías aplicadas a estudios lineales de impacto ambiental de dicho sector y la experiencia profesional, y se asiente la diferencia entre técnicas y métodos de evaluación de impactos ambientales, con su aplicabilidad en un estudio de caso, utilizando la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

Palabras clave: técnicas, métodos, impacto ambiental, proyectos lineales, sector eléctrico.

ABSTRACT

Between man and the environment is a whole series of relationships that are manifested in a synthesis: the geographical space. The identification and assessment of these relationships, known environmental impacts, are the main target of environmental impact studies. In particular, for environmental impact assessment of the power sector projects have applied various methods or techniques that in most cases is to unknown their substance. This has resulted among others, techniques and methods used without distinction to identify or value environmental impacts. Therefore, it is important to have a project in which content is to propose a standardized method for environmental impact assessment for linear power sector projects, based on a review of methodologies for environmental impact studies linear in that sector and experience, and settle the difference between techniques and methods of environmental impact assessment, with its applicability in a case study using the methodology proposed by Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

Key words: techniques, methods, environmental impact, linear projects, power sector.

I. Introducción

El desarrollo sustentable ha llegado a erigirse como la nueva filosofía que podría orientar hacia modelos productivos más racionales con el entorno y equitativos socialmente. El objetivo básico sería hacer viable y perdurable el bienestar humano, mediante procesos de integración socio-ambiental; sin embargo, hasta el tiempo actual, no se han presentado resultados significativos y eficaces en esa dirección, tanto en términos globales como locales. Entre otras razones, se apuntan la ambigüedad e indefinición de los objetivos y principios teóricos surgidos, fundamentalmente, del ámbito político-institucional y el desacuerdo en las formas, métodos e instrumentos para hacerlo operativo. Así, la tendencia dominante y más influyente es la concepción de un desarrollo sustentable desde dentro del sistema, que no cuestiona o introduce cambios esenciales en el proceder económico habitual. Las bases científicas que apoyan al desarrollo sustentable han configurado una reducida y aislada idea de sistema económico, considerándolo aparte e independiente de su proveedor y sustento físico-material, la biosfera. Como reacción, desde el campo científico, ciertas disciplinas basadas en enfoques holísticos, globales e integradores, podrían y deberían ofrecer aportaciones y soluciones más adecuadas a la compleja, variable y multidimensional tarea del desarrollo sustentable. Dentro de éstas cabe mencionar a la Geografía. El proyecto de un desarrollo sustentable o perdurable requiere, por definición, conciliar dos objetivos tradicionalmente enfrentados: el progreso humano y la conservación de los recursos naturales. Ello implica utilizar enfoques y herramientas metodológicas propias, las cuales deberán estar entre las ciencias naturales y las sociales. La Geografía cumple con tal condición (Toro, 2007).

Por definición, la Geografía es la ciencia que describe, relaciona y explica aspectos tanto naturales como culturales que diferencian los lugares sobre la superficie terrestre (Boadas, 1970). Es importante establecer este concepto debido fundamentalmente a la importancia metodológica del análisis y síntesis utilizada en los estudios geográficos donde se conjugan las características físico-naturales y socio-económicas (Aponte, 2005), y que actualmente surgen con el nombre de Geografía Ambiental.

La Geografía Ambiental es un campo emergente del conocimiento (más que una sub-disciplina), en el cual la Geografía aporta la comprensión de las relaciones espaciales para describir y entender el impacto de las actividades humanas sobre el ambiente. Nos referimos a espacio geográfico, en tanto continente de hechos y fenómenos, sociales y naturales. Por su parte, lo ambiental es visto como las interacciones entre los componentes físicos, químicos y biológicos que ocurren en la naturaleza y constituyen el sostén de vida, los cuales influyen y son influidos por organismos vivos (plantas y animales) y por las actividades humanas. La relación entre espacio y ambiente queda establecida porque los procesos sociales y naturales ocurren en sitios o lugares específicos. Así visto, la contribución de la geografía a la cuestión ambiental es a través de la perspectiva territorial o espacial del análisis del ambiente que también se identifica con la noción de paisaje. La dimensión territorial, paisajística, entonces, ofrecida por la geografía le otorgaría especificidad a la cuestión ambiental (http://www.ciga.unam.mx/ciga/index.php?option=com_content&task=view&id=167). El conocimiento geográfico, siempre relacionado con el desarrollo de diferentes actividades económicas y con la ocupación de distintos puntos del planeta, ha representado una base estratégica para las acciones humanas. El carácter estratégico de la Geografía como ciencia ha sido reconocido por sociedades que han habitado regiones del globo distantes entre sí y que han sido importantes en varios momentos de la historia. La proyección que tiene la ciencia geográfica dentro del ámbito de la sociedad y la economía mexicanas es clara, ya que quienes ejercitan en forma profesional la Geografía en este país pueden contribuir, cada vez en forma más intensa y reconocida, a solucionar problemas que aquejan a distintas regiones de México.

El presente trabajo se presenta considerando que entre el hombre y el medio se establece toda una serie de relaciones que se manifiestan en una síntesis: el espacio geográfico, el cual estará orientado por el hombre y en función del hombre. La mayoría de las actividades que se dan en dicho espacio son competencia de los geógrafos, quienes deben ubicarse dentro de la concepción moderna de la geografía, donde se ponga de relieve el carácter científico de esta disciplina, a través de su capacidad para formular lineamientos

relacionados con la organización del espacio y los procesos que los determinan (dinámica espacial). De acuerdo con Aponte (2005), los profesionales de la geografía están llamados a asistir al país en todos aquellos conflictos relacionados con la organización del espacio, aspectos ambientales y humanos, inventario, evaluación y ordenación de los recursos, análisis crítico de problemas de población, urbanos, industriales, agrícolas y regionales; por tal razón, el geógrafo está capacitado para realizar, entre otras, las siguientes funciones: a) analizar las condiciones físicas y socioeconómicas de un espacio geográfico específico, así como sus interrelaciones, b) elaborar e interpretar diseños cartográficos, aplicar técnicas y métodos de fotointerpretación y elaborar mapas básicos o temáticos, c) formular lineamientos referidos a la organización del espacio geográfico y los procesos que lo determinan, d) recolectar, registrar, analizar, diagnosticar e intercambiar información, así como emplear métodos estadísticos asociados a la interpretación geográfica, e) asesorar a organismos en la elaboración de planes de desarrollo regional, ordenación del territorio y en el manejo del ambiente, y a instituciones de educación superior, y f) trabajar en equipos interdisciplinarios/multidisciplinarios.

Partiendo de lo anterior, los geógrafos pueden participar, entre otras, en las siguientes líneas de investigación: a) catastro rural y urbano (elaboración cartográfica, avalúo e inspección domiciliaria), b) turismo y ecoturismo (inventario de bellezas naturales, levantamiento de información sobre las facilidades turísticas), c) cartografía y toponimia (diseño e investigación cartográfica, cálculos, usos de escalas, diseños del SIG), d) planificación regional (diseño del plan, propuestas y recomendaciones del plan), e) estudios ambientales y planificación ambiental (determinación de cartografía básica del trabajo, aerofotografía, aspectos físicos y socioeconómicos, sensibilidad ambiental del medio natural, definición de impactos y proposición de medidas) f) geomorfología (levantamiento de información geomorfológico de campo, cartografía temática asociada a riesgos naturales), g) ordenamiento territorial (diseño de políticas de ordenación territorial, asignación de usos), h) áreas protegidas (determinación de usos permitidos en áreas protegidas, diseños cartográficos), i) estudios de población y demografía

(estimación del crecimiento espacial de la población y sus consecuencias territoriales), y climatología y meteorología (estimación de los impactos del clima en el desarrollo de las actividades productivas) (Aponte, 2005).

Para el caso específico de la línea de investigación relativa a estudios ambientales y planificación territorial, objeto del presente estudio, cabe mencionar que el estudio de impacto ambiental puede definirse como la identificación y valoración de los impactos potenciales sobre los componentes físicos, químicos, bióticos culturales y socioeconómicos del entorno. El propósito fundamental del estudio de impacto ambiental, es que se considere al medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones para, en definitiva, acabar definiendo actuaciones que sean más compatibles con éste (Canter, 1999). Los estudios de impacto ambiental se realizan fundamentalmente por equipos interdisciplinarios, cuyas actividades se caracterizan por las interrelaciones y el reparto e integración de los resultados de los miembros del equipo. De acuerdo con Cosme (1993), dentro de los distintos perfiles de profesionales a participar en los estudios de impacto ambiental, destaca principalmente el geógrafo como partícipe en casi 50% de la totalidad del citado estudio de impacto ambiental.

En el presente documento se vierte la experiencia adquirida en quince años sobre la revisión y/o elaboración de estudios de impacto ambiental, así como en la gestión ante la autoridad ambiental de proyectos lineales dentro del sector eléctrico. Particularmente, para la evaluación de impacto ambiental en proyectos del sector eléctrico se han aplicado diversos métodos o herramientas, aunque en la mayor parte de los casos se desconoce el fundamento de los mismos, lo cual ha ocasionado que la evaluación de potenciales impactos ambientales producidos por un determinado proyecto, no reflejen de manera objetiva el impacto global que ocasionará el proyecto al sistema ambiental en que se ubica. Esta situación ha provocado básicamente lo siguiente: a) que se utilicen de manera indistinta las técnicas que sirven para identificar impactos y aquéllas que funcionan para la evaluación de los mismos, b) que las técnicas y métodos utilizados en el proceso de evaluación del impacto ambiental sean, en muchas de las ocasiones, subjetivas, por lo que

la valoración de los impactos no refleja la situación real y, c) que la instancia ambiental que autoriza los proyectos en materia de impacto ambiental no cuente con la información necesaria y real de los impactos que ocasionará el proyecto, y en consecuencia, frecuentemente la autorización de procedencia de desarrollo del proyecto sea condicionada a la ejecución de ciertas actividades que, en muchas de las ocasiones, no mitigan los efectos ambientales que se ocasionarán con el proyecto.

Por lo anterior, es importante contar con un proyecto en cuyo contenido a) se proponga un método estandarizado de evaluación de impactos ambientales para proyectos de líneas del sector eléctrico con base en la revisión de metodologías aplicadas a estudios lineales de impacto ambiental de dicho sector y la experiencia profesional, b) se asiente la diferencia entre técnicas y métodos de evaluación de impactos ambientales, con su aplicabilidad en un estudio de caso y, c) se establezca la relación entre el procedimiento de evaluación del impacto ambiental y las técnicas y métodos de evaluación en proyectos lineales eléctricos.

2. MÉTODOS, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

En primer término, es importante hacer una diferencia entre técnicas y métodos de evaluación de impacto ambiental. Pocas palabras se utilizan de una forma tan diversa y generalizada como 'método' y 'técnica'; generalizada porque se emplean en todas las ciencias, y diversa porque suelen adjudicárseles significados diferentes, los cuales son importantes en aquellas ocasiones en las cuales: a) se utilicen ambos términos para describir procedimientos en el contexto de la actividad científica; b) se utilicen ambos términos con sentidos diferentes; y c) cuando sea necesario diferenciarlos, si con ello se clarifican aquellos procedimientos.

Tanto el método como la técnica se refieren a procedimientos para hacer o lograr algo, es decir, son medios orientados hacia un fin. Tal es el sentido que recogen las definiciones lexicográficas a partir de los usos más habituales: "técnica es un conjunto de procedimientos de un arte o ciencia"; "método es el orden que se sigue en las ciencias para investigar y enseñar la verdad". La diferencia básica entre método y técnica es que: un método es un procedimiento general orientado hacia un fin, mientras que las técnicas son diferentes maneras de aplicar el método y, por lo tanto, es un procedimiento más específico que un método, es decir, los métodos son procedimientos generales y las técnicas son procedimientos específicos aplicados en el marco de un método.

Para el presente caso, las cuatro técnicas fundamentales, las cuales son comúnmente usadas como método para conducir un estudio de impacto ambiental, son la lista de chequeo, las matrices, las redes de interacción y las sobreposiciones. Las herramientas para los estudios de impacto ambiental apoyan la aplicación de las cuatro técnicas mencionadas. Algunas de las herramientas comúnmente usadas son los modelos de predicción, los sistemas de información geográfica y el sistema de expertos.

Generalmente, más de una técnica o herramienta son usadas, que en conjunto constituyen un método, para alcanzar los mejores resultados. En la mayoría de los estudios ambientales actuales, se ha adoptado un planteamiento menos formal, debido a que:

- Muchas de las estimaciones pueden ser suficientemente exactas usando métodos simples.
- La complejidad no garantiza exactitud donde la incertidumbre es alta.
- Los datos que se requieren para los métodos complejos a menudo no existen.
- Los modelos a menudo no son buenos en términos de su interpretación de las relaciones o de su habilidad para modelar éstas relaciones de manera práctica.
- Frecuentemente no puede darse el tiempo y costo para el desarrollo de modelos.

Es importante enfatizar que no hay un método “correcto”; sin embargo, lo siguiente debe considerarse en la selección de un método de evaluación de impacto ambiental:

- *Circunstancias.*- Se está tratando de estimar únicamente los impactos directos principales o los directos e indirectos.
- *Disponibilidad de tiempo.*- De cuánto tiempo se dispone para la recopilación de datos, desarrollar modelos, etc.
- *Disponibilidad de recursos.*- De qué recursos se dispone en términos de fondos, expertos, equipo, etc.
- *Cantidad y calidad de datos disponibles.*- Están disponibles las bases de datos en series de tiempo, para qué variables, a qué escala, de qué calidad, etc.
- *Precedentes.*- Hay ejemplos o casos similares a aquéllos bajo estudio que puedan ser usados como modelos comparativos.
- *Tamaño del proyecto.*- El tamaño y escala del proyecto puede influir en el nivel y detalle de los estudios requeridos y los recursos disponibles.

Es importante señalar que una regla general es escoger el modelo más simple que satisfaga los requerimientos del estudio. Se han identificado alrededor de sesenta y ocho técnicas, cuyos alcances se resumen en la Tabla 1. Dependiendo de la precisión y objetivo de información que se desea obtener se seleccionan una o varias técnicas que permitan consolidar una decisión adecuada.

Tabla 1. Técnicas para la evaluación de impactos ambientales.

| Elementos del modelo  Técnicas | Definición del impacto | Determinación del impacto | Asignación del impacto | Medición del impacto | Transformación de escala | Ordenación de rangos/ponderación | Integración de impactos | Extrapolación/proyección de la tendencia | Evaluación de utilidad |
|---|------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|------------------------|
| 1. Promedios | | | | ☒ | | ☒ | ☒ | | |
| 2. Lluvia de ideas | ☒ | | | | | | | | |
| 3. Listas de verificación | ☒ | | | | | | | | |
| 4. Agrupamiento | | ☒ | | | | | | | |
| 5. Valor comercial | | | | ☒ | | | | | |
| 6. Técnicas de consenso | | | | ☒ | ☒ | ☒ | | | |
| 7. Valores conservativos | | | | | | | | ☒ | ☒ |
| 8. Pruebas de correlación | | | | ☒ | | ☒ | | | |
| 9. Análisis de Costo/Beneficio | | ☒ | | | | ☒ | | | |
| 10. Ajuste de curvas de costos | | | | ☒ | ☒ | ☒ | | | |
| 11. Árbol de decisiones | | | | | | | | | ☒ |
| 12. Técnica Delphi | | | | ☒ | ☒ | ☒ | | | |
| 13. Nivel de demanda | | | | ☒ | | | | | |
| 14. Diferenciación | | | | | | | | ☒ | |
| 15. Medición directa | | | | ☒ | | | | | |
| 16. Flujo de descontento efectivo | | | | ☒ | | | | | |
| 17. Dominancia | | | | | | | | ☒ | |
| 18. Equivalencias | | | | ☒ | | | | | |
| 19. Valor esperado | | | | | | | | | ☒ |
| 20. Juicio experto | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | | | | |

| Elementos del modelo  Técnicas | Definición del impacto | Determinación del impacto | Asignación del impacto | Medición del impacto | Transformación de escala | Ordenación de rangos/ponderación | Integración de impactos | Extrapolación/proyección de la tendencia | Evaluación de utilidad |
|---|------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|------------------------|
| 21. Diagrama de flujo | | | | | ☒ | | | ☒ | |
| 22. Análisis de factores | ☒ | | | | | | | | |
| 23. Conjuntos difusos | | | | ☒ | | ☒ | | | |
| 24. Juego | | | | | | | | ☒ | |
| 25. Estructura de metas | ☒ | ☒ | | | | | | | |
| 26. Valor atribuido | | | | ☒ | | ☒ | | | |
| 27. Índices e indicadores | | | | ☒ | ☒ | | ☒ | | |
| 28. Curva de indiferencia | | | | | | ☒ | | | |
| 29. Teoría de celdillas | | ☒ | | | | | | | |
| 30. Rangos lexicográficos | | | | | | | ☒ | | |
| 31. Análisis lingüísticos | | | | ☒ | | | | | |
| 32. Mapas | | | | | | | ☒ | | |
| 33. Matrices de impacto cruzado | | | | | | | | | ☒ |
| 34. Matrices de metas | ☒ | | | | | | | | |
| 35. Matrices de utilidad | | | | | | ☒ | | | |
| 36. Matrices de causa-efecto | | | | | | | | ☒ | |
| 37. Asamblea sobre casos hipotéticos | ☒ | | | | | | | | |
| 38. Análisis morfológicos | ☒ | ☒ | ☒ | | | | | | |
| 39. Valor más probable | | | | | | | | | ☒ |
| 40. Cuentas múltiples | ☒ | ☒ | | | | | ☒ | | |
| 41. Redes | ☒ | | | | | | | | |
| 42. Función objetiva | | | | | | | ☒ | | |
| 43. Objetivos de una acción específica | ☒ | ☒ | ☒ | | | | | | |
| 44. Ponderación de opiniones | | | | ☒ | | ☒ | | | |
| 45. Técnica de superposición | | | | | | | ☒ | | |
| 46. Comparación por partes | | | | ☒ | | ☒ | | | |
| 47. Valoración paramétrica | | | | | | | | ☒ | |
| 48. Índice de preferencia | | | | | | ☒ | | | |
| 49. Orden de preferencias | | | | | | ☒ | | | |

| Elementos del modelo  Técnicas | Definición del impacto | Determinación del impacto | Asignación del impacto | Medición del impacto | Transformación de escala | Ordenación de rangos/ponderación | Integración de impactos | Extrapolación/proyección de la tendencia | Evaluación de utilidad |
|---|------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|------------------------|
| 50. Distribución de probabilidad | | | | | | | | | ☒ |
| 51. Reuniones públicas | ☒ | | | | | | | | |
| 52. Rango de valor | | | | | | | | ☒ | |
| 53. Técnicas de regresión | | | | | | | | ☒ | ☒ |
| 54. Números de relevancia | | | ☒ | | | ☒ | | | |
| 55. Árboles de relevancia | ☒ | ☒ | | | | | | | |
| 56. Escenarios | | | | | | | | | ☒ |
| 57. Estado de la naturaleza | | | | | | | | | ☒ |
| 58. Análisis del valor estructurado | | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| 59. Simulación | | | | | | | | ☒ | |
| 60. Medida de objetividad | | | ☒ | ☒ | | | | | |
| 61. Probabilidad subjetiva | | | | | | | | | ☒ |
| 62. Agrupaciones sucesivas y corporaciones cruzadas | | | | | | ☒ | | | |
| 63. Medidas suplentes o “proxi” | | | | ☒ | | | | | |
| 64. Medidas de examen | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | | ☒ | | | |
| 65. Evaluación tecnológica | ☒ | | | | | | | | |
| 66. Prueba de umbral | | | | | | | | ☒ | |
| 67. Extrapolación/proyecto de tendencia | | | | ☒ | | | | | |
| 68. Evaluación de utilidad | | | | ☒ | | | | | |

Fuente: Bolden, J., 1980.

Con el fin de conocer el fundamento y los resultados que ofrecen algunas de las técnicas y métodos que actualmente existen en el proceso de evaluación del impacto ambiental, a continuación se ofrece una breve descripción de las mismas. Para facilitar dicha descripción, dichas técnicas y métodos se diferencian en aquéllas que se utilizan para identificar los impactos y las que se sirven para la evaluación de los mismos.

2.1 Antecedentes de la EIA en el Sector Eléctrico

De acuerdo con González *et al.* (2006), los documentos elaborados dentro del sector eléctrico para la obtención de los permisos ambientales correspondientes, evidenciaron que se sigue usando la matriz de Leopold (1971). Al analizar 51 Reportes de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) de proyectos eléctricos se observó que 36 REIA de proyectos termoeléctricos presentaron la siguiente frecuencia relativa en cuanto al uso de técnicas o métodos (Figura 1):

- 48.8% de los proyectos empleó la técnica de la Matriz Leopold y/o Sieve y Checklist.
- 17.6% utilizó cualquier otra técnica o método sugerida o conocido por el consultor.
- 14.4% aplicó algún tipo de matrices modificadas o reducidas, o superposición de transparencias o escenarios modificados.
- 7.2% usó una descripción personal.
- 6.4% aplicó diagramas de flujo (Odum, 1972), modelos matemáticos (Conama, 1994) o modelos de dispersión de la contaminación.

Los quince REIA restantes, que comprendían proyectos hidroeléctricos, geotermoeléctricos y eoloeléctricos, presentaron las siguientes frecuencias relativas:

- 85.1% de los proyectos eléctricos aplicó una técnica descriptiva, matrices de Leopold y/o Sieve o Checklist.
- 14.9% de los proyectos usó en su evaluación escenarios modificados y el método Conesa-Vítora (Conesa, 1995: 390).

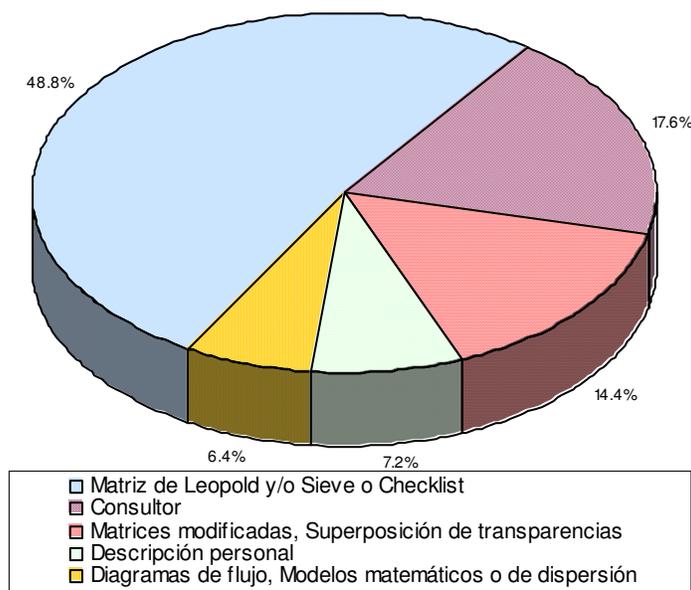


Figura 1. Frecuencia relativa del uso de técnicas o métodos en reportes de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos termoeléctricos

Con el fin de complementar la información anteriormente mencionada, para la elaboración del presente documento, se revisaron treinta reportes de proyectos relativos a líneas eléctricas de transmisión y subtransmisión (véanse referencias del capítulo VII del presente documento). Dichos documentos se elaboraron para un fin común: obtener la autorización en materia del impacto ambiental. De dicha cantidad de proyectos, las técnicas o métodos de evaluación utilizadas fueron las siguientes:

- 100% de los estudios analizados utilizaron listas de verificación para establecer los factores y componentes ambientales a afectar y las actividades del proyecto impactantes (Figura 2).
- 100% de los estudios ambientales revisados utilizaron, para la identificación de impactos ambientales, la matriz de Leopold (1971) modificada.
- 83% de los estudios analizados utilizaron el método de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998) para la evaluación de los impactos ambientales.

- 7% de los proyectos lineales eléctricos utilizaron, para la evaluación de los impactos ambientales, el método del Instituto de Ecología, A.C.
- 7% de los proyectos lineales eléctricos utilizaron, para la evaluación de los impactos ambientales, el método del Instituto Batelle-Columbus.
- 7% de los proyectos utilizaron la opinión de expertos para la evaluación de los impactos ambientales.

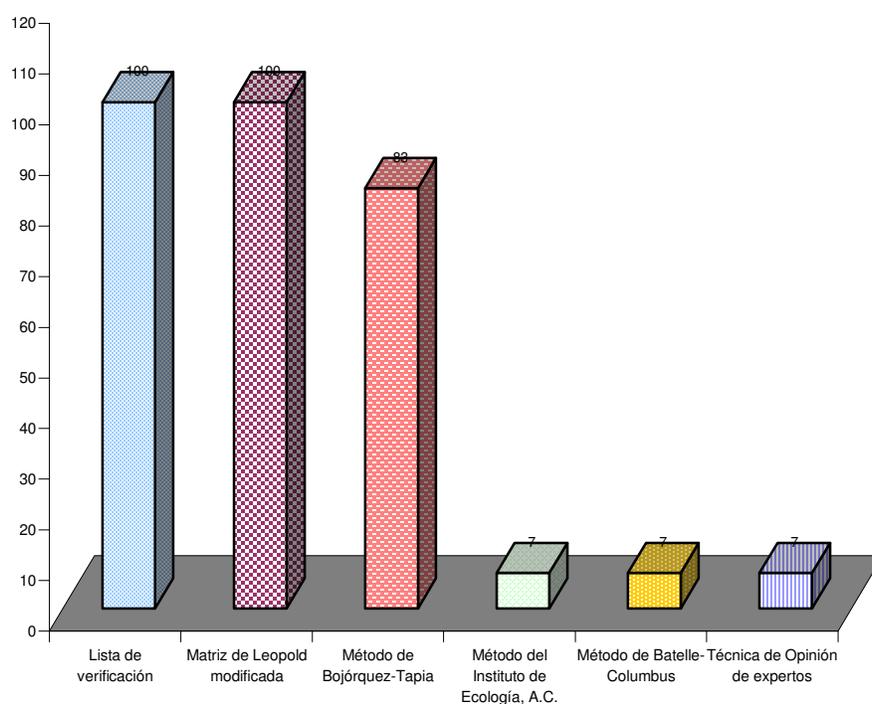


Figura 2. Técnicas y métodos utilizados con mayor frecuencia en los estudios de impacto ambiental de proyectos del sector eléctrico.

Es importante aclarar que para obtener las frecuencias relativas de los proyectos de líneas de transmisión se consideró todo el procedimiento de identificación y evaluación de los impactos ambientales, por lo que los valores porcentuales globales rebasan el 100%.

En general, la mayoría de los evaluadores de proyectos eléctricos optan por metodologías tradicionales que resultan de fácil aplicación, bajo costo y corto tiempo de evaluación, pero que desafortunadamente son altamente subjetivas y en muchos casos no evalúan todas las etapas del proyecto. Por tal razón, el presente documento se elabora con el fin de asentar en la medida de lo posible los métodos más objetivos para la EIA dentro del sector eléctrico, considerando en ello la falta general de información puntual para muchas de las regiones de la República Mexicana.

2.2 El procedimiento de evaluación del impacto ambiental en México

La aplicación del procedimiento de evaluación del impacto ambiental (PEIA) comienza desde la década de los setenta, principalmente en la obra pública. El Gobierno Federal, mediante algunas dependencias como la Secretaría de Asentamiento Humanos y Obras Públicas, la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la Comisión Federal de Electricidad y Petróleos Mexicanos, reportan las primeras experiencias en materia de evaluación del impacto ambiental. Con la publicación de la Ley de Obras Públicas de 1980 y su reglamento en 1981, se facultó a la Subsecretaría de Medio Ambiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, en la Unidad de Análisis de Obra Pública e Impacto ambiental para determinar qué tipo de proyectos, obras o tipos de obras en sus diferentes etapas, podrán ocasionar impactos ambientales, a efecto de autorizar, mediante un dictamen de impacto ambiental, la aceptación, rechazo o modificación de los proyectos, además de realizar la supervisión, a fin de que las obras se ajusten a las leyes y a las demás disposiciones administrativas expedidas en materia ambiental.

En 1982, con la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, se institucionaliza el procedimiento de la evaluación de impacto ambiental, atribución que se le reserva a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) mediante la reforma a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal de diciembre de 1981.

El 11 de enero de 1982 se publicó la Ley Federal de Protección al Ambiente y, por primera vez, se establece el concepto de impacto ambiental en forma explícita dentro del marco jurídico ambiental mexicano. A la postre, el Artículo 7º refería que: *Los proyectos de obras públicas o de particulares, que pueden producir contaminación o deterioro ambiental, que excedan los límites mínimos previsibles marcados en los reglamentos y normas respectivas, deberán presentarse a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, para que ésta los revise y pueda resolver sobre su aprobación, modificación o rechazo, con base en la información relativa a una manifestación de impacto ambiental, consistente en las medidas técnicas preventivas y correctivas para minimizar los daños ambientales durante su ejecución o funcionamiento.*

Con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada el 28 de enero de 1988, la conceptualización del impacto ambiental fue precisada aun más. Dicha Ley definió el impacto ambiental en su artículo 3º como sigue: *Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.* Posteriormente, el 13 de diciembre de 1996 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el cual entró en vigor al día siguiente de su publicación. Como consecuencia de dicho decreto, el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se modificó, definiendo la evaluación del impacto ambiental como « *el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites o 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* ».

Aunque la reforma citada es de 1996, el nuevo reglamento de impacto ambiental a que hace referencia dicha reforma, se publicó en el Diario Oficial de la Federación hasta el 30

de mayo de 2000, abrogando el anterior Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental de 1988.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el PEIA tiene como documento base un estudio de impacto ambiental (Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, o Informe Preventivo), tal y como se muestra en la figura 3, en la cual en el cuadrante central se señalan las etapas principales, a la izquierda se registran algunos de los fundamentos de la etapa que corresponda y a la derecha se muestran algunas de las actividades que se realizan durante el PEIA.

En sus líneas más generales, el esquema de organización de impacto ambiental contempla la ejecución de una serie de etapas, en lo que a la realización de un estudio de impacto ambiental concierne y que se resume en la tabla 2 (artículo 12, 13 y 29 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

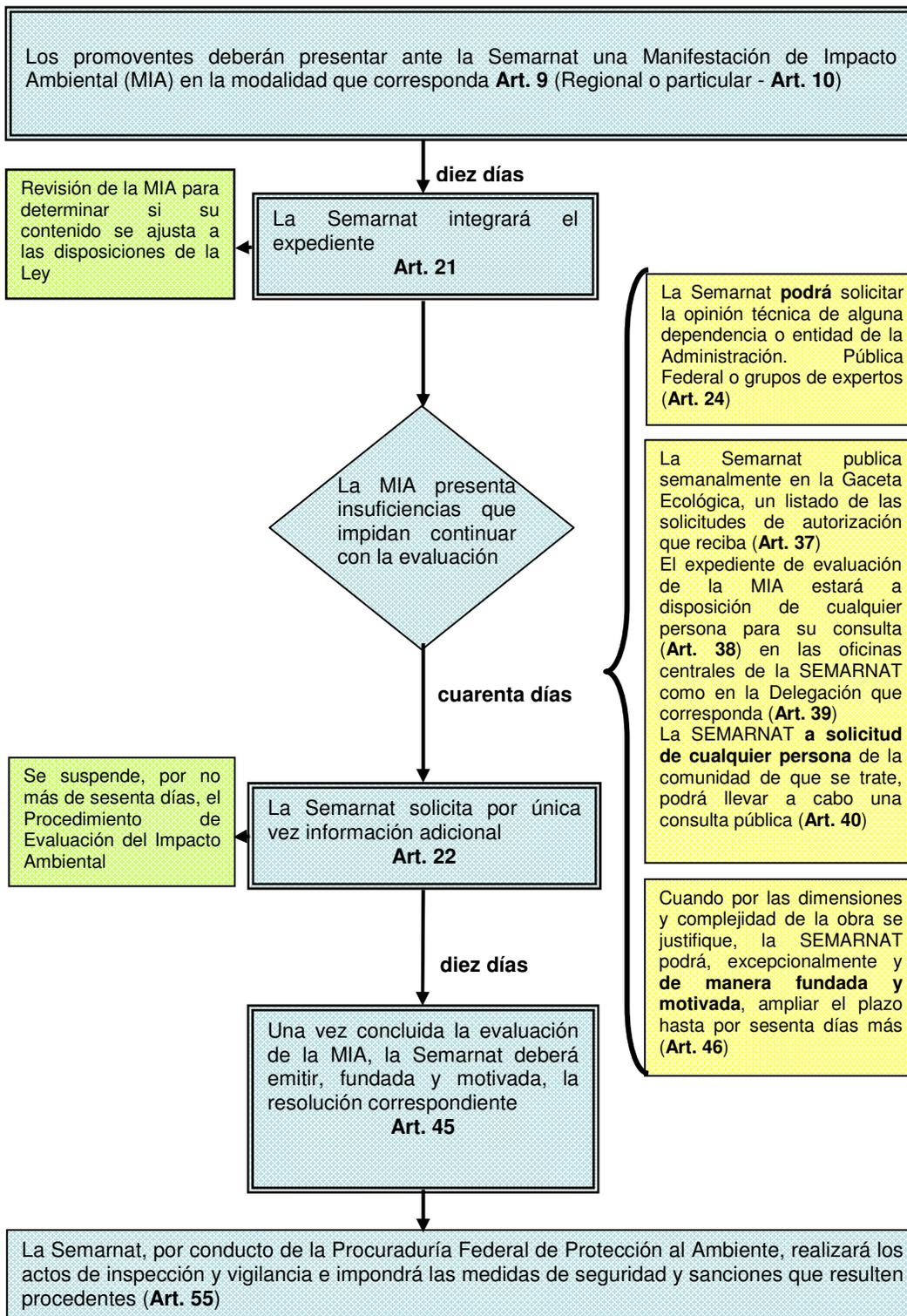
Tabla 2. Estudios de impacto ambiental y su contenido que se requieren someter al procedimiento de evaluación del impacto ambiental

| INFORME PREVENTIVO | MIA PARTICULAR | MIA REGIONAL |
|--|--|--|
| I. Datos de identificación, en los que se mencione: a) nombre y ubicación del proyecto b) datos generales del promovente c) datos generales del responsable de la elaboración del informe | I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental | I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental |
| II. Referencia, según | II. Descripción del proyecto | II. Descripción de las obras |

| INFORME PREVENTIVO | MIA PARTICULAR | MIA REGIONAL |
|--|--|--|
| <p>corresponda:</p> <p>a) a las normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas o el aprovechamiento de recursos naturales, aplicables a la obra o actividad</p> <p>b) al plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico en el cual queda incluida la obra o actividad; y</p> <p>c) a la autorización de la Secretaría del parque industrial, en el que se ubique la obra o actividad; y la siguiente información</p> | <p>III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo</p> | <p>o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo</p> <p>III. Vinculación con los ordenamientos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables</p> |
| <p>III. La siguiente información:</p> <p>a) la descripción general de la obra o actividad proyectada;</p> <p>b) la identificación de las sustancias o productos que vayan a emplearse y que puedan impactar el ambiente, así como sus características físicas y químicas;</p> <p>c) La identificación y estimación de las emisiones, descargas y residuos cuya generación se prevea, así como las medidas de control que se pretendan llevar a cabo</p> | <p>IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto</p> | <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias de desarrollo y deterioro de la región</p> |
| | <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales</p> | <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional</p> |
| | <p>VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales</p> | <p>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales,</p> |

| INFORME PREVENTIVO | MIA PARTICULAR | MIA REGIONAL |
|---|---|--|
| d) la descripción del ambiente y, en su caso, la identificación de otras fuentes de emisión de contaminantes existentes en el área de influencia del proyecto; | | acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional |
| e) la identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes y la determinación de las acciones y medidas para su prevención y mitigación | VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas | VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas |
| f) los planos de localización del área en la que se pretende realizar el proyecto; y g) en su caso, las condiciones adicionales que se propongan en los términos del artículo 31 | VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores. | VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental. |

Fuente: Elaborado a partir de lo establecido en los artículos 12, 13 y 30 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental



Fuente: Elaborado a partir de la LGEIPA, 1996

Figura 3. Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental

2.3 Técnicas para la identificación de impactos ambientales

2.3.1 Listas de verificación (Checklist)

Las listas de verificación varían desde listados de factores ambientales hasta aproximaciones altamente estructuradas que involucran pesos de importancia para factores y la aplicación de técnicas de escalas para los impactos de cada alternativa sobre cada factor. Es importante mencionar que las listas no proporcionan información sobre necesidades específicas de datos, métodos de medición o evaluaciones y predicciones de impactos (Adame, 2003).

2.3.2 Matrices

También denominadas como matrices de relación causa-efecto (Gómez-Orea, 2003), son cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto que causan impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales. La primera y más conocida de estas matrices es la de Leopold (1971), empleada en una gran cantidad de proyectos

La matrices ayudan a determinar las deficiencias de información y anticipar las actividades que requieren del diseño de medidas de mitigación.

2.3.3 Redes de relación causa-efecto o de interacción

Consisten en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Esta técnica es menos utilizada en la identificación de impactos en comparación con las matrices causa-efecto; sin embargo, refleja mucho mejor la cadena

de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno (Gómez-Orea, 2003).

En la construcción de una red de impactos es preciso responder a una serie de preguntas relacionadas con cada una de las actividades del proyecto que incluyen la definición de cuáles son los impactos primarios, secundarios y terciarios sobre el área.

Las redes son valiosas porque abordan al ambiente como un sistema complejo. Una acción causa una o más condiciones de cambio ambiental que, a su vez, produce uno o más cambios subsecuentes que finalmente resultarán en uno o más efectos terminales.

2.3.4 Técnicas de sobreposición

Estas técnicas son muy útiles para trabajos de evaluación de impactos ambientales vinculados a la planificación y ordenación de áreas. Proyectos como el trazado de una autopista, un ferrocarril, líneas eléctricas de alta tensión, oleoductos y gasoductos, aeropuertos, canales, etc., son los que, en una primera aproximación, son evaluados por estas técnicas (Robeiro de Almeida *et al*, 2008). A pesar de favorecer la representación visual, este tipo de metodología, omite impactos cuyos indicadores no son específicos, pero nada impide que la misma sea utilizada como complemento de otra metodología de evaluación.

2.3.5 Opinión de Expertos

Esta técnica se utiliza normalmente para señalar los impactos específicos de un proyecto sobre los diferentes componentes ambientales. Las herramientas específicas dentro de la categoría de opinión de expertos que pueden utilizarse para delinear información, incluyen estudios Delphi (Gómez-Orea, 2003) y el uso del proceso adaptativo de evaluación ambiental. Con este enfoque, los grupos de expertos identifican la

información apropiada y elaboran modelos cualitativos/cuantitativos para la predicción de impactos o para simular procesos medioambientales.

2.4 Métodos para la evaluación o valoración de los impactos ambientales

Esta fase es muy compleja, ya que consiste en predecir cómo van a cambiar los factores ambientales afectados y valorar esos cambios del modo más profundo posible. Para disminuir la subjetividad de la valoración, se aconseja que en esta faceta la predicción la realicen expertos y que se utilicen herramientas específicas (modelos de difusión y dispersión de contaminantes en la atmósfera y en efluentes líquidos, métodos para prever alteraciones en los ecosistemas, modelos de simulación, etc.) (Fundación Universitaria Iberoamericana, s/f).

Existen diversos métodos para realizar la valoración cuantitativa de los impactos. Sin embargo, los más completos y adaptables a cualquier proyecto son los que se detallan a continuación:

2.4.1 Método del Instituto Batelle-Columbus

Este método fue desarrollado por los laboratorios Batelle de Columbus, Ohio (EUA) en 1971, para evaluar proyectos hidráulicos. Consiste en emplear indicadores que permiten evaluar cuantitativamente y de forma homogénea los impactos ambientales producidos por un proyecto. Se definen como una serie de niveles ambientales que agrupan a todos los factores ambientales (78). Los indicadores de impacto informan sobre la representatividad del impacto ambiental derivado de las acciones impactantes consideradas.

De acuerdo con la Fundación Universitaria Iberoamericana (s/f), un resumen de las fases de este método son las siguientes:

- ❖ Establecimiento de una lista de indicadores.
- ❖ Ponderación de los indicadores.
- ❖ Medición de los valores de los indicadores “sin proyecto”.
- ❖ Predicción de estos valores “con proyecto”.
- ❖ Transformación de esos valores en unidades de calidad ambiental.
- ❖ Suma ponderada de calidad ambiental en la situación “sin proyecto”.
- ❖ Suma ponderada de calidad ambiental en la situación “con proyecto”.

Las ventajas de este método son las siguientes:

- ❖ Es un método sistematizado para la comparación de alternativas. Se da un valor final que fuerza la decisión.
- ❖ Presenta un sistema de alertas.
- ❖ Sirve para apreciar la degradación del medio como resultado del proyecto tanto en global como en sus distintos sectores.
- ❖ Asigna pesos mediante procedimiento informáticos (de tipo Delphi¹).

Las desventajas de este método son las siguientes:

- ❖ Presenta una lista de indicadores limitada.

¹ Metodo Delphi: El panel de expertos queda potenciado y ve la eficacia de sus conclusiones muy agrandada; asimismo, se trata de un proceso muy sistemático, que se integra dentro de las técnicas de convergencia de criterios (Fernández-Vítora, 1995). El método Delphi está basado en las siguientes premisas: a) Las opiniones de los especialistas son justificadas como “inputs” en la toma de decisiones, cuando las respuestas y cuestiones son desconocidas; b) El consenso entre un grupo de especialistas permite obtener una respuesta mejor, que la de un único especialista. Para una toma de decisión, a través del método Delphi, se deben constituir, por lo menos, tres grupos de individuos: los que toman decisiones (aquéllos que recibirán los resultados del trabajo de los especialistas y los utilizarán), los que elaborarán los cuestionarios que serán enviados por correo a los especialistas y que, después de recibirlos de vuelta, los analizarán, y por último, el grupo de especialistas que deberá responder las cuestiones y remitir las respuestas por correo.

- ❖ Las funciones de valor son rígidas y pueden dar una errónea sensación de objetividad.
- ❖ La agregación de impactos hace que los valores puedan quedar olvidados ante las cifras globales.
- ❖ Recomienda valores fijos para los pesos en proyectos similares.
- ❖ Al ser un método tan sistematizado y rígido, con unos pasos establecidos, y con requerimientos de información específica local, puede conducir a que se efectúen evaluaciones incompletas si no se cuenta con datos precisos o no se sigue el proceso metodológico.

2.4.2 Método de Domingo Gómez Orea (2003) y método de Vicente Conesa Fernández-Vítora (1995, 1997)

Ambos son métodos integrados que permiten la identificación, caracterización y ponderación de impactos. Sintetizan procedimientos y técnicas descritos anteriormente. Ambos autores siguen el mismo modelo; sin embargo, el método de Conesa es más minucioso en las escalas de calificación de cada una de las características que determina el impacto.

De acuerdo con Gómez-Orea (2003) y la Fundación Universitaria Iberoamericana (s/f), un resumen de las fases de este método son las siguientes:

- ❖ Desagregar el proyecto en forma de árbol: Fase---Elemento---Acción (por ejemplo: Construcción---Apertura de derecho de vía---Desmonte).
- ❖ Desagregar el medio en forma de árbol: Medio---Factor---Subfactor (por ejemplo Biótico---Fauna---Diversidad).
- ❖ Identificar y caracterizar efectos sobre casillas de cruce según: signo (se refiere a la condición de benéfico o perjudicial que merece el efecto a la comunidad técnico-científica y a la población en general), inmediatez (establece si el efecto

es directo o indirecto), acumulación (establece si el efecto es simple o acumulativo), sinergia (establece si existe o no reforzamiento de efectos simples) momento (plazo corto, mediano o largo en que se produce el efecto), persistencia (considera si el efecto es temporal o permanente), reversibilidad (se señala si el efecto es reversible o irreversible), recuperabilidad (establece si el efecto se puede o no eliminar o reemplazar), periodicidad (se evalúa si el efecto se manifiesta de forma cíclica o recurrente, o impredecible), continuidad (se evalúa si el efecto produce una alteración constante o irregular en el tiempo).

- ❖ Buscar indicaciones de impacto para cada subfactor.
- ❖ Atribuir unidades de medida para el efecto sobre cada subfactor.
- ❖ Expresar la magnitud del efecto para cada cruce en la fila correspondiente y en unidades heterogéneas.
- ❖ Obtener funciones de transformación.
- ❖ Expresar la magnitud del impacto en unidades homogéneas de impacto ambiental (valor del impacto) aplicando las funciones de transformación.
- ❖ Calcular la importancia del impacto sobre cada factor (uno o más índices de importancia).
- ❖ Obtener el impacto sobre cada subfactor.
- ❖ Atribuir coeficientes de ponderación a las ramas del árbol: medios, factores y subfactores.
- ❖ Obtener el impacto ambiental sobre cada factor por suma ponderada de impactos sobre subfactores.
- ❖ Obtener el impacto ambiental sobre cada medio por suma ponderada de impactos sobre factores.
- ❖ Obtener el impacto total por suma ponderada de impactos sobre cada medio.

Ambos métodos presentan prácticamente el mismo principio, sólo con algunas variantes y se presume que estos métodos tienen su base en el de Batelle-Columbus. Uno de las grandes desventajas para la aplicación rígida en México de estos métodos es la falta de

información físico-biótica localizada, tal y como se menciona anteriormente, es decir, al ser un método tan sistematizado y rígido, con unos pasos establecidos, y con requerimientos de información específica local, puede conducir a que se efectúen evaluaciones incompletas si no se cuenta con datos precisos o no se sigue el proceso metodológico.

2.4.3 Método del Instituto de Ecología, A.C.

El método sigue en esencia el siguiente procedimiento (Instituto de Ecología, 1999):

- ❖ Elaboración de una lista de las acciones relevantes que comprende el proyecto.
- ❖ Elaboración de una lista de factores y componentes ambientales.
- ❖ Identificación de interacciones ambientales (Matriz binaria).
- ❖ Asignación de categorías de impacto considerando dos características principales, la magnitud del impacto y la importancia del factor o componente afectado. La magnitud del impacto se determina como función de los siguientes criterios: extensión del efecto, duración de la acción, continuidad del efecto, reversibilidad del impacto, certidumbre del impacto, susceptibilidad de medidas de mitigación e intensidad del impacto. La importancia del factor o componente se obtiene a partir de nueve criterios de importancia en los que se involucran aspectos relativos a la parte biológica, ecológica y paisajística, así como económica y social.
- ❖ Obtención de la significancia del impacto a partir de la magnitud y la importancia.

Algunas de las ventajas que presenta este método son las siguientes:

- ❖ No se duplican las actividades del proyecto con respecto a los impactos.
- ❖ La información es organizada en un formato simple, no se elaboran matrices complejas.
- ❖ Es un procedimiento sistemático y objetivo, en el que todos los impactos se evalúan bajo los mismos criterios.

- ❖ Existe mayor certidumbre en los resultados y se facilita la racionalidad en la toma de decisiones.

2.4.4 Método de Bojórquez-Tapia

El método consiste básicamente en los siguientes pasos (Bojórquez-Tapia *et al.* 1998):

- ❖ Identificación de variables (listas de verificación).
- ❖ Definición de variables.
- ❖ Identificación de interacciones (matriz binaria).
- ❖ Definición de interacciones.
- ❖ Evaluación de impactos.
- ❖ Agrupación por clase de significancia.
- ❖ Balance de impactos.

Algunas de las ventajas de la metodología utilizada son las siguientes:

- ❖ No se duplican las actividades del proyecto con respecto a los impactos.
- ❖ La información es organizada en un formato simple, no se elaboran matrices complejas.
- ❖ Los enjuiciamientos sobre los impactos son rastreables, no queda sujeta a la subjetividad del evaluador.
- ❖ Es un procedimiento sistemático y objetivo, en el que todos los impactos se evalúan bajo los mismos criterios.
- ❖ Existe mayor certidumbre en los resultados y se facilita la racionalidad en la toma de decisiones.
- ❖ Los datos reales, más fácilmente obtenidos para los criterios básicos, pueden ser separados de los valores más subjetivos enjuiciados para los criterios complementarios.

- ❖ Los resultados permiten al equipo multidisciplinario estimar la eficiencia de las medidas de mitigación y en consecuencia se obtienen los impactos residuales; asimismo, se facilita explorar las alternativas.

De esta manera, cumple las condiciones que Lawrence (1993) señala para un procedimiento científicamente válido: la rastreabilidad de los datos, la cuantificación de los cambios y la inclusión de métodos matemáticos válidos. Con este procedimiento se previenen algunos de los problemas detectados en las MIA de nuestro país, tales como ambigüedad e inconsistencia de los criterios de evaluación (Ezcurra, 1995; Bojórquez-Tapia y García, 1998).

Este método es el que se desarrollará para la valoración de los impactos ambientales del estudio de caso que se presentará más adelante.

3 RESULTADOS

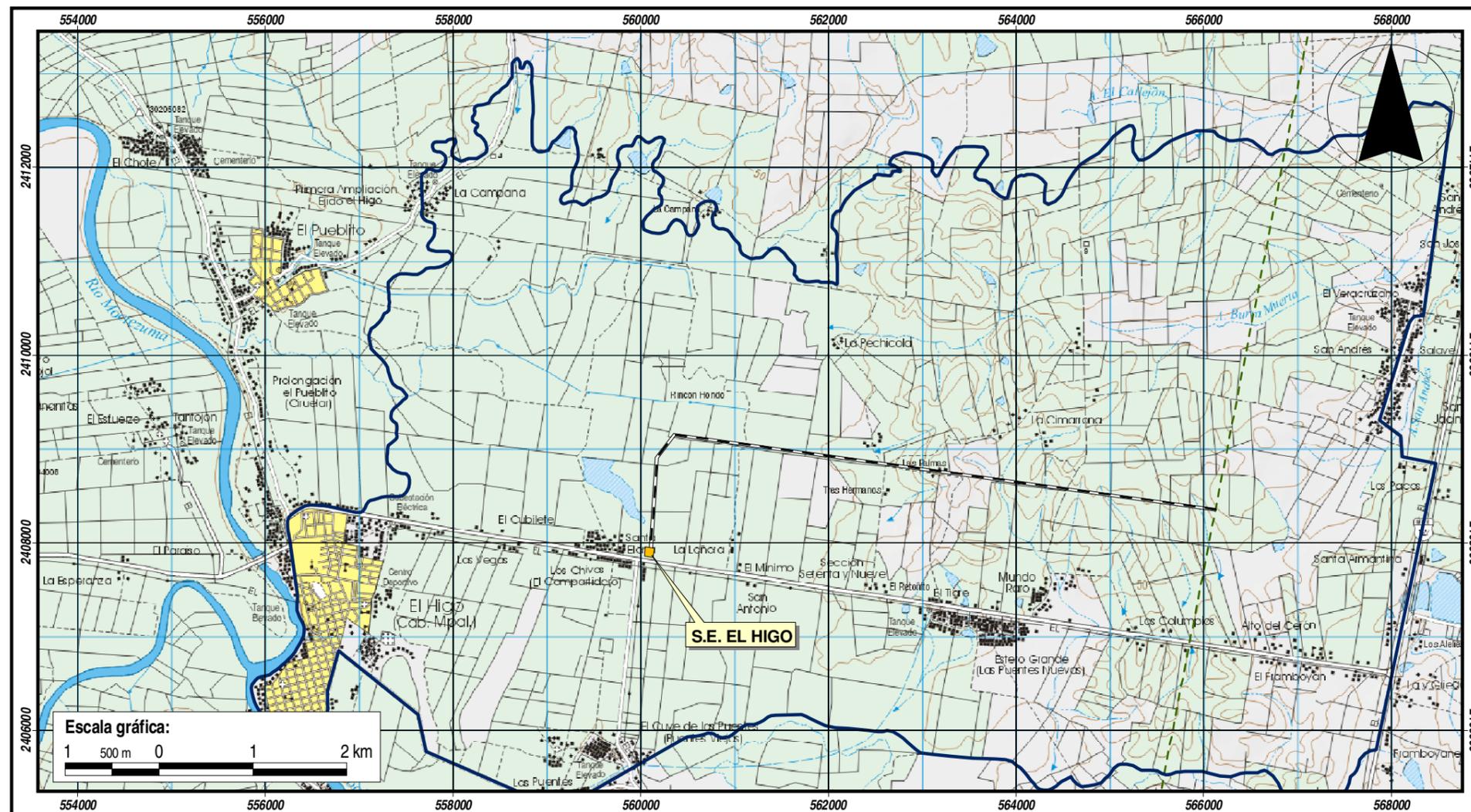
3.1 Algunas características técnicas, de planeación y físico-bióticas del área del estudio de caso

3.1.1 Ubicación del proyecto

La trayectoria de la línea de alta tensión (LAT) y el predio de la Subestación Eléctrica (SE) se ubican en el norte de Veracruz (Figura 4). Geográficamente entre las coordenadas (UTM); X = 560,272.9686 y Y = 2'407,891.8843 del inicio de la trayectoria y X = 566,363.1476 y Y = 2'408,304.3369 de la llegada al entronque.

La trayectoria de la línea de alta tensión atravesará por predios de propiedad ejidal y pequeñas propiedades, en tanto que el predio de la subestación eléctrica se ubica dentro de un terreno adquirido por la CFE.

La longitud total requerida para el proyecto línea de alta tensión es de 7,192.57 m, y un ancho de derecho de vía de 20 m lo que equivale a 14-38-51.40 ha. Para el caso específico de la SE, se requiere una superficie de 10,000 m² (100 x 100 m²), lo que equivale a 01-00-00 ha.



NOMENCLATURA:

-  Area de estudio
-  Subestacion Eléctrica El Higo
-  LAT El Higo Entronque Pánuco - Tempoal II
-  LST Pánuco - Tempoal II

| | | | |
|---|---|----------------|--------|
|  | COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SUBDIRECCION DE DISTRIBUCION DIVISION DE DISTRIBUCION GOLFO CENTRO | | |
| | PROYECTO: LAT El Higo entronque Pánuco - Tempoal II 115 Kv - 7.8 KM - 2C TITULO: - 795 ACSR/AS | | |
| UBICACION: Municipio de El Higo, Estado de Veracruz | | | |
| | NOMBRE | FIRMA | FECHA |
| CARACTERIZÓ | ING. JOSE LUIS CORNEJO YAÑEZ | | |
| EJECUTÓ | ING. VICTOR M. RUIZ MARTINEZ | | |
| REVISÓ | ING. MANUEL L. QUEZADA BERRONES | | |
| VALIDÓ | ING. GILBERTO RODRIGUEZ A. | | |
| NUMERO DE OBRA | ESCALA | ACOTACIONES EN | HOJA |
| | 1: 50,000 | | 1 DE 1 |
| No. DE ARCHIVO DE C.F.E. | | | |
| IDENTIFICADOR DE SEGUIMIENTO DE CALIDAD | | | |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

Figura 4. Localización y área del estudio de caso

3.1.2 Características técnicas del estudio de caso

Las actividades principales para cada una de las etapas del proyecto se definen ampliamente en el anexo A y se describen brevemente a continuación.

Línea de Alta Tensión (LAT)

A) Preparación del sitio: Levantamiento topográfico, estudio geotécnico, apertura de brecha, desmonte de las áreas para armado de estructuras y localización de estructuras.

B) Construcción

Obra civil.- Excavaciones, cimentaciones y relleno y compactado

Obra electromecánica.- Hincado y armado de estructuras de soporte (torres), vestido de estructuras, tendido y tensado del hilo de guarda y cable conductor, sistema de tierras e inspección mayor y menor.

C) Operación y mantenimiento: Preoperación de la línea, mantenimiento de derecho de vía y brecha de maniobras y patrullaje, mantenimiento de caminos, sustitución de partes de la línea de alta tensión (cambio de herrajes aisladores etc.), operación de la línea (transmisión de energía).

Subestación Eléctrica (SE)

A) Preparación del sitio: Levantamiento topográfico, trazo y nivelación, y desmonte de toda el área.

B) Obra civil y electromecánica

Obra civil: Terracerías (movimiento de tierra, relleno y compactación), excavaciones, cimentaciones (colado de concretos) y relleno y compactado

Obra electromecánica: Armado y montaje de estructuras, vestido de estructuras, tendido y tensado de los cables de guarda y conductor, montaje de equipos, sistema de tierras y pruebas y puesta en servicio

C) Operación y mantenimiento: Inspección mayor y menor, cambio de herrajes y aisladores y lavado de aislamiento

3.1.3 Instrumentos de planeación y regulación de uso del suelo que se vinculan con el área del estudio de caso

El estudio de caso no se ubica en ninguno de los ordenamientos ecológicos territoriales (www.semarnat.gob.mx), instrumentados o no, así como tampoco en ninguna de las Áreas Naturales Protegidas, federales o estatales, o de Regiones Prioritarias Terrestres para la Conservación o de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's) establecidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Arriaga, *et al*, 2000; Benítez, *et al*, 1999; Arriaga, *et al*, 2002).

El estudio de caso se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) No. 75 Confluencia de las Huastecas (Arriaga *et al.*, 2002); sin embargo, es importante destacar que para la ejecución de dicho estudio de caso no se tiene contemplado utilizar o aprovechar los recursos bióticos, como es el caso de flora y fauna; por otra parte, la línea eléctrica implicará solamente la poda y el derribo selectivo de algunos árboles dentro del derecho de vía, con el objeto de brindar seguridad al cableado conductor y no habrá

modificaciones en el régimen hidrológico o en los patrones de recarga de acuíferos o balance hídrico, ya que el proceso de transmisión de energía no considera el consumo de agua proveniente de corrientes superficiales. Por lo tanto, el desarrollo del proyecto no implicará impactos significativos o sinérgicos que actúen en conjunto con los impactos que actualmente se presentan en la RH 75 a causa de otras actividades humanas.

Con relación a los planes de desarrollo, federales, estatales y municipales, el proyecto no se contrapone con los ejes de acción, la sustentabilidad ambiental, y los objetivos y líneas estratégicas que se establecen en dichos planes.

3.1.4 Características físicas, bióticas, estético-paisajísticas y socioeconómicas del área del estudio de caso

Características físicas

Clima

En el área del estudio de caso se presenta el clima $Aw_0(e)w''$ (estaciones meteorológicas El Higo y Santa Trinidad), cálido subhúmedo, intermedio por el grado de humedad de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano, extenso con oscilación entre 7 y 14° C, presencia de canícula (García, 1988). Según INEGI (1988), durante el periodo noviembre-abril las condiciones de movilidad del viento para el área de estudio provienen principalmente del sur, y en menor frecuencia del norte, este y sureste, en tanto que para el periodo mayo-octubre la movilidad del viento proviene principalmente del sur, sureste y este. En términos generales, los vientos regionales dominantes provienen del este.

Geología

En el área del estudio de caso se identifican, según la carta geológica del INEGI escala 1:250 000 (1983), los siguientes tipos de rocas (Figura 5).

a) Lutita -Te (Lu)-. Roca sedimentaria, ligeramente calcárea de coloración verde y amarillo. En algunas de sus capas presenta bentonita que es una arcilla de grano muy fino; forma coloide con alta presencia de montmorillonita con alto contenido de bases y de hierro, confiriéndole al terreno la propiedad de acidez y de saturación en época de lluvias o en crecidas de los ríos cercanos.

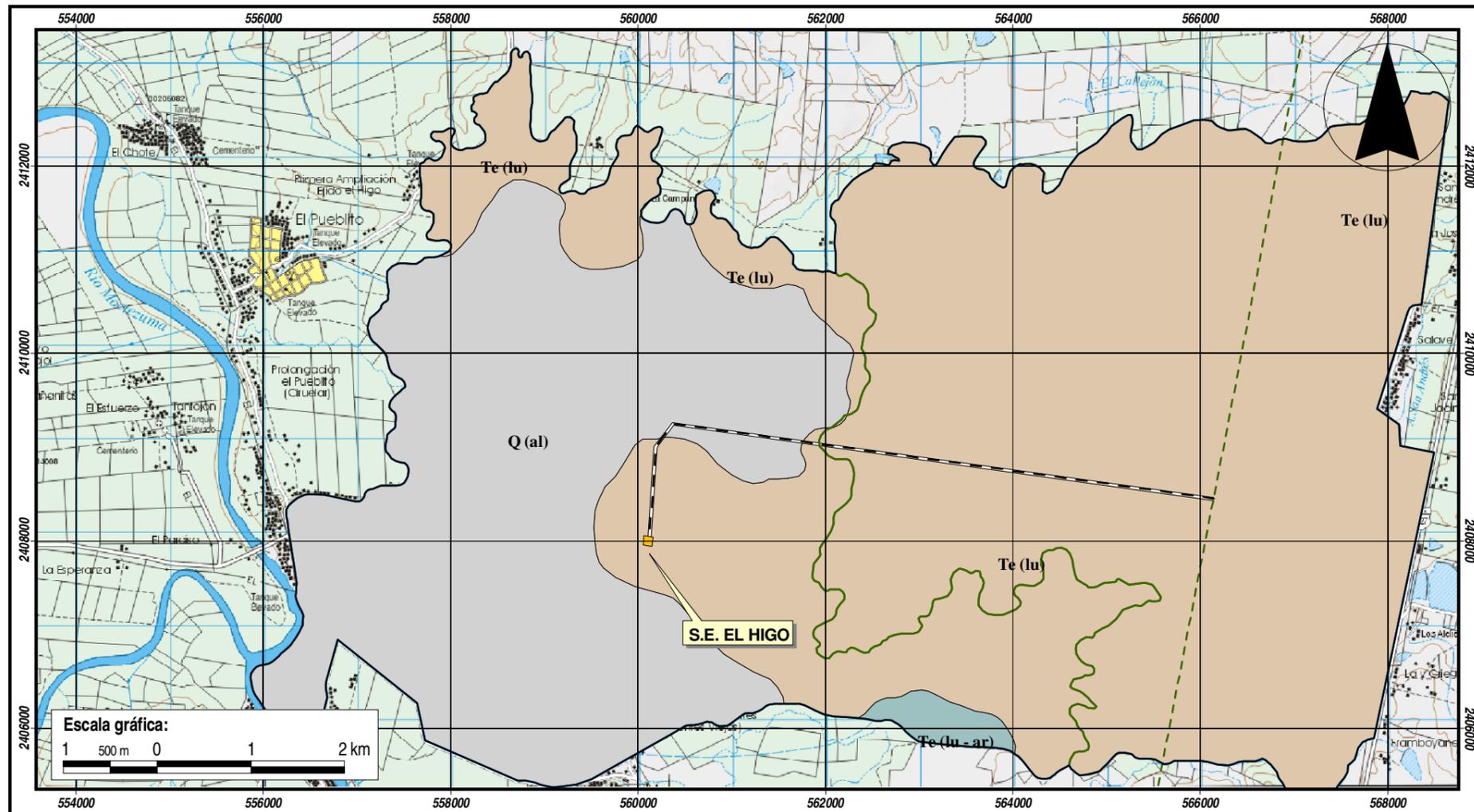
b) Material aluvial -Q (al)-. Unidad litológica constituida por depósitos aluviales, coluviales y proluviales. En el área de estudio el material coluvial está presente en la porción limítrofe entre las dos unidades ambientales del área de estudio (de lomeríos y valle con llanos), en tanto, los depósitos aluviales y proluviales están presentes en la unidad ambiental valle con llanos.

Geomorfología

El área del estudio de caso se ubica en la Llanura Costera del Golfo Norte (Planicie Costera del Golfo de México), subprovincia Llanuras y lomeríos (Planicies Costera del Golfo del Norte). En dicha área se distinguen los siguientes tipos de relieve (Figura 6):

Llanura aluvial. En esta unidad geomorfológica, las condiciones del relieve están determinadas por los aportes de sedimentos del río Tempoal. La estructura topográfica de esta unidad geomorfológica está bordeada por unidades del relieve de lomeríos suaves.

Lomeríos. Unidad geomorfológica caracterizada por la remoción de material sedimentario consolidado, principalmente asociado con las lutitas. En esta unidad también se identifican procesos coluviales. En términos generales, se caracteriza por ser un terreno muy desgastado, confiriéndole a la región una fisonomía ondulada.



NOMENCLATURA:

- Area de estudio
- Subestacion Eléctrica El Higo
- LAT El Higo Entronque Pánuco - Tempoal II
- LST Pánuco - Tempoal II

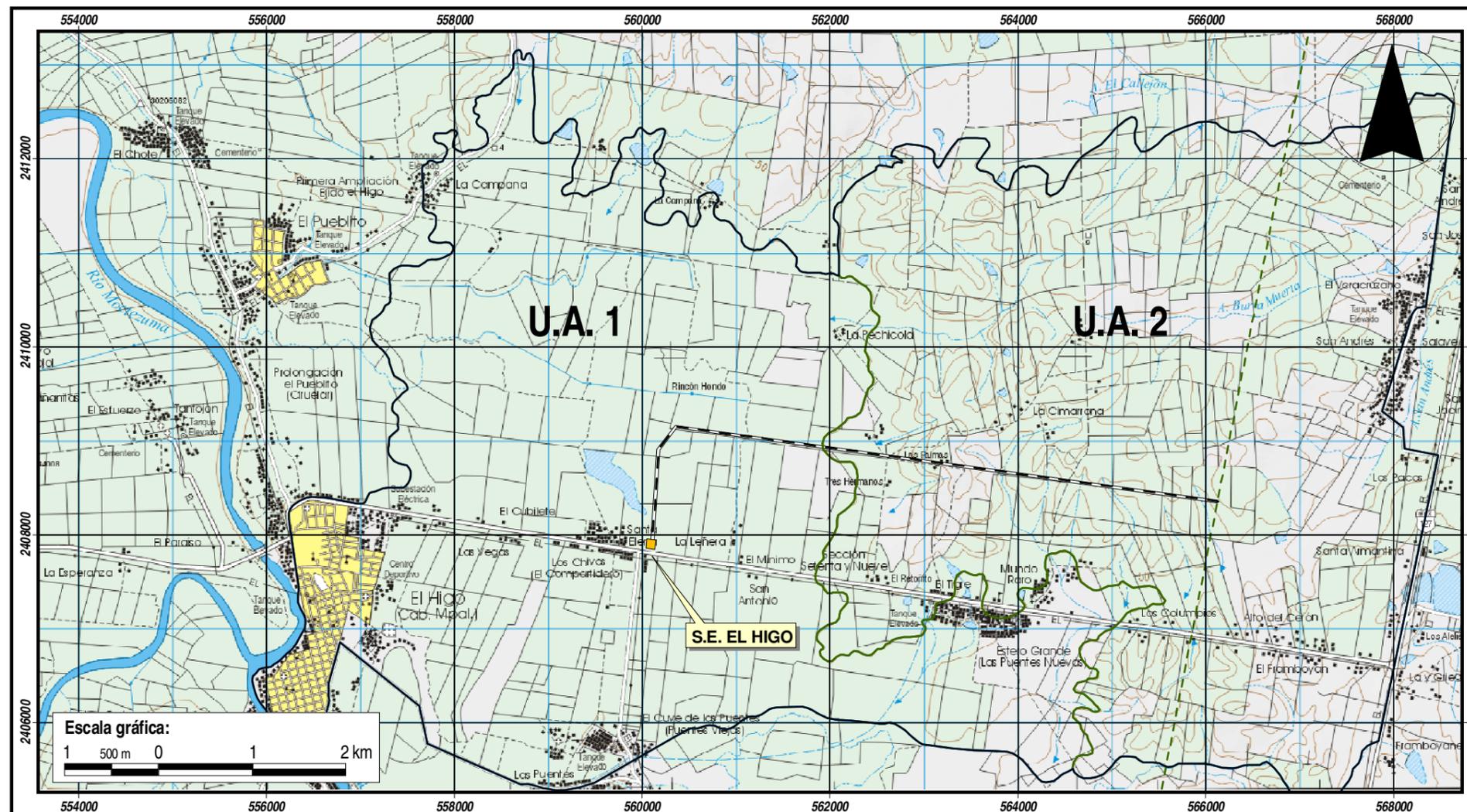
Unidades cronológicas:

- Q (al) Aluvión del Cuaternario
- Te (lu-ar) Asociación lutita-arenisca del Eoceno
- Te (lu) Lutita del Eoceno

| | | | |
|---|--|---|----------------|
| | | COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SUBDIRECCION DE DISTRIBUCION DIVISION DE DISTRIBUCION GOLFO CENTRO | |
| PROYECTO: | LAT El Higo entronque Pánuco - Tempoal II 115 Kv - 7.8 KM - 2C | | |
| TITULO: | - 795 ACSR/AS | | |
| UBICACION: | Municipio de El Higo, Estado de Veracruz | | |
| | NOMBRE | FIRMA | FECHA |
| CARACTERIZÓ | ING. JOSE LUIS CORNEJO YAÑEZ | | |
| EJECUTÓ | ING. VICTOR M. RUIZ MARTINEZ | | |
| REVISÓ | ING. MANUEL L. QUEZADA BERRONES | | |
| VALIDÓ | ING. GILBERTO RODRIGUEZ A. | | |
| NUMERO DE OBRA | ESCALA 1: 50,000 | ACOTACIONES EN | HOJA 1 DE 1 |
| No. DE ARCHIVO DE C.F.E. | | | |
| IDENTIFICADOR DE SEGUIMIENTO DE CALIDAD | | | |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

Figura 5. Características geológicas del área del estudio de caso



NOMENCLATURA:

- Area de estudio
- Subestación Eléctrica El Higo
- LAT El Higo Entronque Pánuco - Tempoal II
- LST Pánuco - Tempoal II

Unidades Ambientales:

- U.A. 1 Llanura aluvial
- U.A. 2 Lomeríos

| | | | |
|---|--|----------------|--------|
| | COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SUBDIRECCION DE DISTRIBUCION DIVISION DE DISTRIBUCION GOLFO CENTRO | | |
| | PROYECTO: LAT El Higo entronque Pánuco - Tempoal II 115 Kv - 7.8 KM - 2C TITULO: - 795 ACSR/AS UBICACION: Municipio de El Higo, Estado de Veracruz | | |
| | NOMBRE | FIRMA | FECHA |
| CARACTERIZÓ | ING. JOSE LUIS CORNEJO YÁÑEZ | | |
| EJECUTÓ | ING. VICTOR M. RUIZ MARTINEZ | | |
| REVISÓ | ING. MANUEL L. QUEZADA BERRONES | | |
| VALIDÓ | ING. GILBERTO RODRIGUEZ A. | | |
| NUMERO DE OBRA | ESCALA | ACOTACIONES EN | HOJA |
| | 1: 50,000 | | 1 DE 1 |
| No. DE ARCHIVO DE C.F.E. | | | |
| IDENTIFICADOR DE SEGUIMIENTO DE CALIDAD | | | |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

Figura 6. Topografías que conforman el área del estudio de caso

Suelos

En el área en que se ubica el estudio de caso se reconocen las siguientes unidades de suelo (INEGI, 1983) (Figura 7): vertisol pélico de clase textural fina (Vp/3) y rendzina con regosol calcárico de clase textural fina (E+Rc/3).

Los vertisoles se han formado a partir de lutitas, areniscas, calizas, conglomerados, rocas ígneas básicas y aluviones. Son suelos muy arcillosos, de textura fina y de ligera a moderada alcalinidad.

Las rendzinas son suelos delgados, menores de 50 cm de profundidad. Esta unidad de suelos se distribuye en la unidad de lomeríos del área de estudio, en donde se desarrollan rendzinas asociadas con la presencia de materiales rocosos ricos en cal, principalmente de lutitas calcáreas. Este tipo de suelo posee una capa superficial rica en humus y muy fértil que descansa sobre material rico en cal; generalmente no es muy profundo.

Los regosoles constituyen la etapa inicial de la formación de otros suelos; son muy parecidos al material del que se derivan (calizas, lutitas, areniscas y depósitos aluviales); su fertilidad es media y, conforme se intemperizan las partículas de mayor tamaño, quedan disponibles diversos nutrientes.

Hidrología superficial

La parte norte del estado de Veracruz, donde se localiza el área del estudio de caso, se extiende dentro de la Región Hidrológica (RH) N° 26 Río Pánuco, la cual abarca varios estados de la República Mexicana, incluyendo el estado de Veracruz.

La RH-26 está conformada por tres cuencas y 16 subcuencas. El estudio de caso comprende la cuenca el Río Pánuco y dos subcuencas: Río Pánuco y Río Moctezuma.

Los cuerpos de agua perennes más importantes cercanos al área de estudio del proyecto son los Río Tempoal y el Río Pánuco; ninguno de estos será afectado por las actividades de construcción de la línea eléctrica.

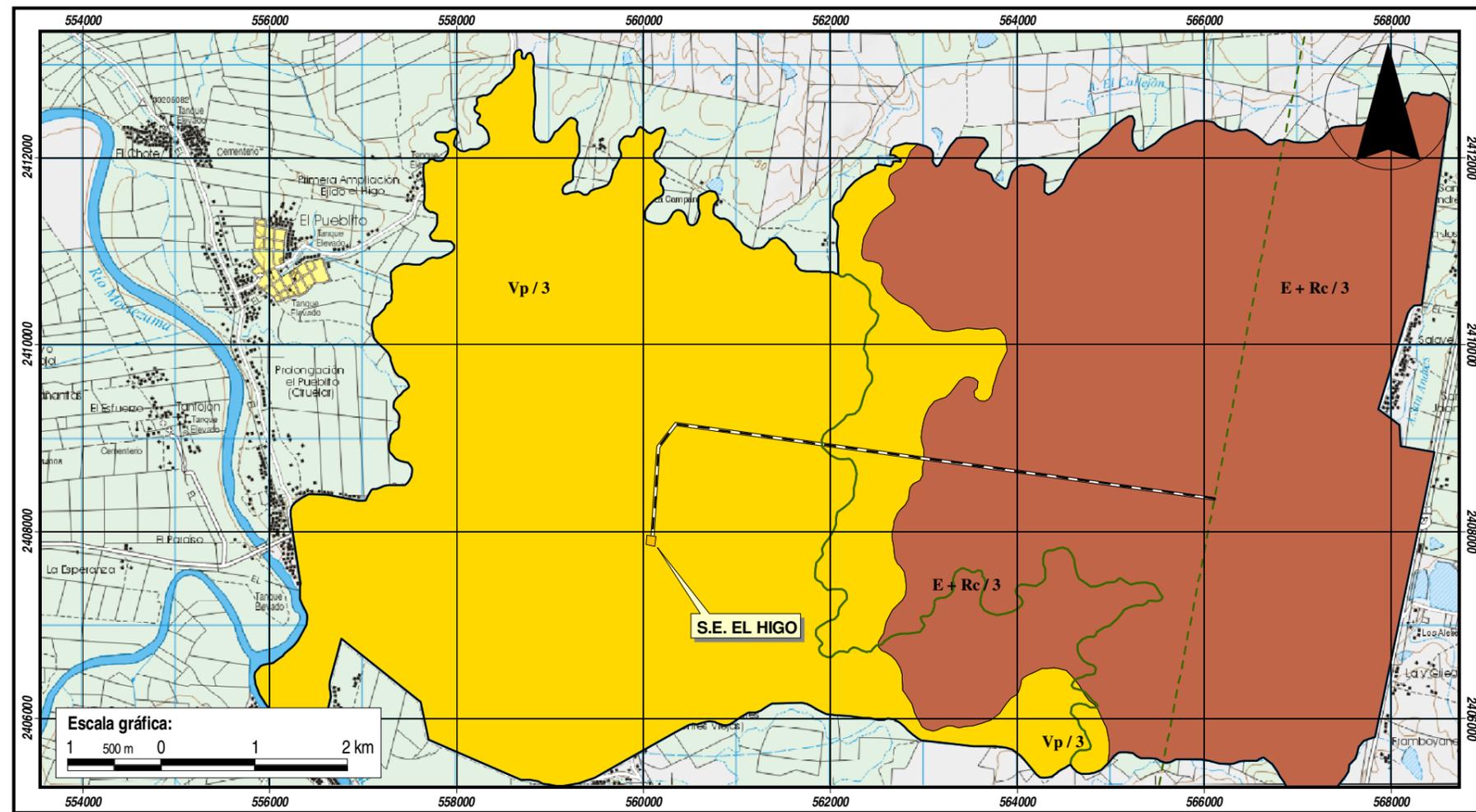
Características Bióticas

Uso del suelo y vegetación

El área en que se ubica el proyecto es considerada con una alta diversidad de especies vasculares por Rzedowski (1986) y Puig (1991), como resultado de la amplia gama de condiciones climáticas calido-húmedas que imperan en ella; sin embargo, en la zona se manifiesta una problemática que es señalada en capítulos precedentes, debido a ello, la vegetación se encuentra muy alterada tanto a nivel de estructura como en la composición de especies (de acuerdo con muestreos de campo de CFE, 2008). Dada esta situación, la vegetación ha cambiado de natural a secundaria en toda el área del estudio de caso, existiendo diversas etapas sucesionales debido a su intensidad de disturbios naturales y humanos (Puig, 1991).

Vegetación secundaria

De acuerdo con CFE (2008), la vegetación primaria de bosque tropical subcaducifolio ha sido perturbado totalmente con fines de aprovechamiento forestal, agrícola y ganadero; como consecuencia de lo anterior, en el área del estudio de caso se han desarrollado zonas de palma (*Sabal mexicana*) y asociaciones de cocouite (*Piscidia piscipula*), que por la antigüedad y severidad de la perturbación, parecen elementos primarios de la vegetación del área. Las únicas zonas donde el bosque tropical subcaducifolio se encuentra relativamente conservado son en algunos cerros cársticos abruptos, donde la topografía hace a estas zonas inaccesibles para la agricultura o la ganadería; no obstante, en algunas partes la presión demográfica ya las ha perturbado.



NOMENCLATURA:

- Area de estudio
- Subestación Eléctrica El Higo
- LAT El Higo Entronque Pánuco - Tempoal II
- LST Pánuco - Tempoal II

- Unidades edáficas:**
- E + Rc / 3 Rendzina+Regosol calcárico de textura fina
 - Vp / 3 Vertisol pélico de textura fina

| | | | |
|---|---|----------------|----------------|
| | COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SUBDIRECCION DE DISTRIBUCION DIVISION DE DISTRIBUCION GOLFO CENTRO | | |
| | PROYECTO: LAT El Higo entronque Pánuco - Tempoal II 115 Kv - 7.8 KM - 2C - 795 ACSR/AS | | |
| TITULO: Municipio de El Higo, Estado de Veracruz | | | |
| UBICACION: Municipio de El Higo, Estado de Veracruz | | | |
| | NOMBRE | FIRMA | FECHA |
| CARACTERIZÓ | ING. JOSE LUIS CORNEJO YANEZ | | |
| EJECUTÓ | ING. VICTOR M. RUIZ MARTINEZ | | |
| REVISÓ | ING. MANUEL L. QUEZADA BERRONES | | |
| VALIDÓ | ING. GILBERTO RODRIGUEZ A. | | |
| NUMERO DE OBRA | ESCALA 1: 50,000 | ACOTACIONES EN | HOJA 1 DE 1 |
| No. DE ARCHIVO DE C.F.E. | | | |
| IDENTIFICADOR DE SEGUIMIENTO DE CALIDAD | | | |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

Figura 7. Unidades edafológicas que conforman el área del estudio de caso

En general, la vegetación secundaria se manifiesta por varias asociaciones de especies según el disturbio, cuyas características son: estar constituidas por arbustos, es decir, especies de plantas leñosas de no más de 5 m de alto, ramificadas desde la base; algunas de ellas son predominantemente espinosas, en cambio otras son fundamentalmente inermes. En terrenos de veinte años de abandono, es factible encontrar arbustos de vara blanca (*Croton sp.*) de hasta 5 m de alto, con troncos de no más de 10 cm de diámetro y hasta de tres ramas principales por planta. Estas comunidades se clasifican como matorrales secundarios.

De dichos matorrales secundarios, las especies secundarias con mayor éxito de establecimiento son: *Guazuma ulmifolia*, *Acanthocereus tetragonus*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Croton morifolius*, *Acacia hindsii*, *Prosopis laevigata*, *Randia laetevirens*, *Jacquinia aurantiaca*, *Opuntia karwinskiana*, *Acacia pringlei* y *Coccoloba barbadensis*.

De las especies herbáceas cabe mencionar las siguientes: *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *Cenchrus triodoides*, *Eragrostis cilianensis*, *Melapodium gracile*, *Tagetes filifolia*, *Phoradendron velutinum*, *Pedilanthus tithymaloides*, *Bouteloua ramosa*, *Cuphea aequipetala*, *Gomphrena decumbens*, *Tagetes patula* e *Ipomoea purpurea*

De las especies trepadoras y epífitas que se registran en este tipo de vegetación son las siguientes: *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia usneoides*, *Polypodium filix*, *Clematis drummondii*, *Smalix bona-nox*, *Rhus microphylla*, *Rhipsalis baccifera*, *Vigna unguiculata* y *Phoradendron vetulinum*.

Para el caso del predio que ocupará la subestación, las especies registradas son: mezquite (*Prosopis laevigata*), como especie dominante, seguido por especies como *Ruprechtia cumingii*, *Guazuma ulmifolia*, *Acanthocereus tetragonus*, *Acacia farnesiana*, *Opuntia karwinskiana*, *Jacquinia aurantiaca*, *Croton marifolius*, *Randia laetevirens*, *Acacia hindsii* y *Pisonia dentata*.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (D.O.F., 2002) que lista las especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de marzo de 2002, no se encontró ninguna de la flora listada en dicha norma.

Fauna

Considerando los muestreos de fauna realizados en el área del estudio de caso, en la Tabla 3 se listan las especies registradas en dichos muestreos, así como el status de conservación de dichas especies, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001 (D.O.F., 2002) y la abundancia relativa de las mismas.

Tabla 3. Especies registradas en el área en que se ubica el estudio de caso

| ESPECIE | EVIDENCIA | STATUS (NOM-059) | ABUNDANCIA |
|-------------------------------|-----------|---------------------|------------|
| <i>Bufo valliceps</i> | B, E (t) | | Común |
| <i>Bufo marmoratus</i> | B, E (t) | | Común |
| <i>Phrynohyas venulosa</i> | B, E (o) | | Raro |
| <i>Rana berlandieri</i> | B, E (t) | Protección Especial | Común |
| <i>Laemanctus serratus</i> | B, E (t) | Protección Especial | Raro |
| <i>Anolis sericeus</i> | B | | Raro |
| <i>Boa constrictor</i> | B, E (e) | Amenazada | Raro |
| <i>Coniophanes imperialis</i> | B, E (t) | | Raro |
| <i>Imantodes cenchoa</i> | B, E (t) | | Raro |
| <i>Cathartes aura</i> | B, E (o) | | Abundante |
| <i>Coragyps atratus</i> | B, E (o) | | Abundante |
| <i>Parabuteo unicinctus</i> | B, E (o) | Protección Especial | Raro |
| <i>Buteo albicaudatus</i> | B, E (o) | Protección Especial | Raro |
| <i>Caracara cheriway</i> | B, E (o) | | Común |
| <i>Falco peregrinus</i> | B, E (o) | Protección Especial | Raro |
| <i>Ortalis vetula</i> | B, E (o) | | Común |
| <i>Columba flavirostris</i> | B, E (o) | | Común |
| <i>Zenaida macroura</i> | B, E (o) | | Común |
| <i>Columbina passerina</i> | B, E (o) | | Abundante |
| <i>Columbina inca</i> | B, E (o) | | Común |

| ESPECIE | EVIDENCIA | STATUS (NOM-059) | ABUNDANCIA |
|---------------------------------|-------------|------------------|------------|
| <i>Crotophaga sulcirostris</i> | B, E (o) | | Abundante |
| <i>Bubo virginianus</i> | B, E (s) | | Raro |
| <i>Amazilia yucatanensis</i> | B, E (t) | | Común |
| <i>Melanerpes aurifrons</i> | B, E (o) | | Común |
| <i>Picooides scalaris</i> | B, E (o) | | Abundante |
| <i>Empidonax minimus</i> | B, E (t) | | Común |
| <i>Pyrocephalus rubinus</i> | B, E (o) | | Común |
| <i>Vireo griseus</i> | B, E (t) | Amenazada | Raro |
| <i>Corvus cryptoleucus</i> | B, E (o) | | Abundante |
| <i>Poliophtila caerulea</i> | B, E (t, o) | | Abundante |
| <i>Mimus polyglottos</i> | B, E (t) | | Raro |
| <i>Wilsonia pusilla</i> | B, E (t, o) | | Común |
| <i>Geothlypis trichas</i> | B, E (t) | | Raro |
| <i>Icteria virens</i> | B, E (t, o) | | Común |
| <i>Quiscalus mexicanus</i> | B, E (o) | | Abundante |
| <i>Icterus cucullatus</i> | B, E (o, e) | | Común |
| <i>Casmerodius albus</i> | B, E (o) | | Abundante |
| <i>Sturnira lilium</i> | B, E (t) | | Raro |
| <i>Procyon lotor</i> | B, E (e) | | Común |
| <i>Didelphys virginianus</i> | B, E (e) | | Común |
| <i>Mephitis macroura</i> | B, E (e) | | Común |
| <i>Dasyopus novemcinctus</i> | B, E (e) | | Común |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | B, E (e) | | Raro |
| <i>Canis latrans</i> | B, E (e) | | Común |
| <i>Herpailurus yagouaroundi</i> | B, E (e) | Amenazada | Raro |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | B, E (e) | | Común |
| <i>Odocoileus virginianus</i> | B, E (e) | | Raro |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

EVIDENCIA: B: Bibliográfico, E (s): evidenciado por sonido (canto, aullido, etc), E(o): evidenciado por observación E (t): Evidenciado por trapeo (trampas, redes o con la mano), E (e): evidenciado por excretas, secreciones, nidos, madrigueras, huellas, entrevistas, cadáveres, etc.

De las especies en riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuya presencia se confirmó en el trabajo de campo, ocho especies están clasificadas bajo alguna categoría de protección; de ellas, una corresponde a los anfibios (*Rana berlandieri*), dos a los reptiles (*Laemantus serratus* y *Boa constrictor*), cuatro a las aves (*Parabuteo unicinctus*, *Buteo albicaudatus*, *Falco peregrinus* y *Vireo griseus*) y sólo una a los mamíferos (*Herpailurus yagouaroundi*).

Características estético-paisajísticas

La evaluación del paisaje para el presente estudio de caso se realiza utilizando el método de valoración a través de componentes del paisaje, y se parte del concepto de Fernández-Vítora (1995), quien define la estética como “aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable”. Por lo anterior, para valorar los posibles impactos ambientales sobre la estética o paisaje, consecuencia de las actuaciones que se propongan, se considera una combinación de las características de los objetos o recursos existentes en el sistema (características intrínsecas) con la percepción de los seres humanos con respecto a dichos objetos o recursos (calidad visual). Para el caso de la Calidad Intrínseca (CI) y la Calidad Visual (CV) se consideran los factores ambientales que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Criterios de evaluación del paisaje

| CALIF. | CALIDAD INTRÍNSECA (CI) | | | CALIDAD VISUAL (CV) | |
|--------|---|--|--|---|--|
| | Geomorfología (G) | Usos del suelo y vegetación (S) | Áreas de recreo y/o esparcimiento (R) | Asentamientos humanos (H) | Infraestructura de comunicación (C) |
| 3 | Relieve muy montañoso con pendientes de más de 60% | Cubierta vegetal en masas boscosas y gran variedad de especies vegetales | Existencia de áreas de recreo y/o esparcimiento de importancia estatal | Localización de asentamientos humanos importantes a menos de 1 km con respecto a la trayectoria del proyecto y/o que constituyen ciudades | Existencia de autopistas con amplia posibilidad de visión de las estructuras y cables |
| 2 | Relieve variado en forma y tamaño con pendientes entre 30 y 60% | Cubierta vegetal primaria o secundaria desarrollada y dispuesta de manera discontinua y diversidad de especies media | Existencia de áreas de recreo y/o esparcimiento de importancia local | Localización de asentamientos humanos entre 1 y 2 km con respecto a la trayectoria del proyecto y/o que constituyen pueblos | Existencia de carreteras federales y/o estatales que permitan la visualización de estructuras y cables |
| 1 | Relieve con poca variación con pendientes entre 0-30% | Cubierta vegetal secundaria y diversidad de especies baja | No existen áreas de recreo y/o esparcimiento | Localización de asentamientos humanos a más de 2.0 km de la trayectoria del proyecto y/o que constituyen colonias o caseríos | Existencia de terracerías y brechas que permitan la visualización de las estructuras y cables |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

De acuerdo con Escribano *et al.* (1987) y Martínez-Vega *et al.* (2003), un paisaje adquiere un mayor valor en su calidad paisajística por la diversidad de topoformas y tipos de vegetación que presenta. Por lo anterior, se consideran esencialmente dichos factores en la evaluación de la CI del paisaje. Considerando los criterios ambientales establecidos en la Tabla 4, se atribuye el valor a cada uno de los factores ambientales considerados para posteriormente evaluarlos utilizando la siguiente fórmula:

$$CI = 1/9 (G+S+R) \qquad CV = 1/6 (H+C)$$

Con los valores obtenidos se tiende a clasificar la calidad intrínseca y visual en baja, media u alta en función del siguiente rango de valores:

CI ó CV= 0.33-0.54 BAJA 0.55-0.77 MEDIA 0.78-1.00 ALTA

Aplicando dichas características, en la Tabla 5 se presentan los siguientes resultados:

Tabla 5. Valores asignados a los componentes ambientales y valor de CI y CV

| GEOMORFOLOGÍA | USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN | ÁREAS DE RECREO Y/O ESPARCIMIENTO | CENTROS DE POBLACIÓN | INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIÓN |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Calidad Intrínseca 0.333= Bajo | | | Calidad Visual 0.666= Medio | |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

Características Socio-económicas

La trayectoria del proyecto involucra únicamente al municipio de El Higo en el estado de Veracruz. En 2005, de acuerdo con los datos del INEGI, el municipio de El Higo registró una población total de 18 392 habitantes, que representa 0.25% de la población del estado de Veracruz, la composición de la población por sexo es de 9 168 hombres y 9 224 mujeres. Del total de la población del municipio de El Higo, en promedio 62.3% se ubica dentro del rango de edades de 15 a 64 años; 29.3% en el rango de 0 a 14 años; 8.0% entre 65 años y más; y 0.18% no tiene especificado su rango de edad (INEGI, 2005).

En 2007, la población económicamente activa del municipio del El Higo era de 8 828 personas, porcentaje equivalente a 37.2% de la población total del municipio. La tasa de desocupación municipal se ubicó en 3.6% (Gobierno del Municipio de El Higo, 2008). El sector primario es el principal generador de empleos en el municipio y se estima que en el año 2008 absorbió el 55% de la población ocupada, parte de esta población es empleada principalmente en el campo con muy bajo nivel de ingresos, mientras que otro porcentaje trabaja en sus propias tierras, realizando labores de producción para autoconsumo y no perciben ingreso alguno (Gobierno del Municipio de El Higo, 2008).

La vivienda es al mismo tiempo indicador del nivel de vida de una población determinada y reflejo de su identidad cultural. Para el municipio de El Higo se tiene que en 2005 el número de viviendas particulares habitadas es de 4 520, con un número total de ocupantes de 14 942 (INEGI, 2005).

En cuanto a los servicios en las viviendas, para su análisis se consideran elementos centrales en cuanto a servicios como son el agua entubada, drenaje y energía eléctrica. En general, el servicio con mayor cobertura es la energía eléctrica con porcentajes cercanos o superiores a 70%, aunque con excepciones en las comunidades pequeñas. En relación con el servicio de agua entubada, menos de 50% de las localidades de los municipios considerados dentro del área de estudio de caso cuentan con agua entubada. En cuanto al

servicio de drenaje, en general es evidente que en las localidades involucradas en el área de estudio se presentan serias deficiencias debido a que no todas están conectadas a la red pública, y descargan sus aguas residuales a fosas sépticas, barrancas, grietas y corrientes superficiales, principalmente (INEGI, 2005).

3.2 Aplicación de una metodología de evaluación del impacto ambiental: estudio de caso: línea de alta tensión y de una subestación eléctrica, en el estado de Veracruz.

Con el fin de ejemplificar el contenido de una Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad particular, y aplicar una metodología de evaluación de impacto ambiental para proyectos de líneas eléctricas, en el siguiente capítulo 4 se presenta como estudio de caso uno de los documentos elaborados para obtener los permisos en materia de impacto ambiental para un proyecto de Línea de Alta Tensión (LAT) y la Subestación Eléctrica (SE) de la cual partirá. Cabe mencionar que el estudio de caso se seleccionó considerando básicamente los siguientes aspectos:

- a) Que es un proyecto del cual se tiene un conocimiento íntegro del sistema ambiental considerando que el estudio de impacto ambiental se coordinó e integró por el autor del presente documento.
- b) Que se trata de un proyecto lineal de tan sólo 7.152 km.
- c) Que las condiciones ambientales actuales en que se ubica el proyecto permite tener datos más precisos al haber reconocido y muestreado gran parte de su área de estudio.
- d) Que permite ejemplificar con mayor precisión el proceso de identificación y evaluación de los impactos ambientales, que es el punto medular de este documento.

4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES UTILIZANDO EL MÉTODO BOJÓRQUEZ-TAPIA.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se utilizó como base la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998). La justificación de la elección de dicho método se expone en el apartado 2.4.4., aunado a que es una metodología que se ha utilizado para gran parte de los proyectos lineales eléctricos que se han gestionado en los últimos años para obtener el permiso en materia de impacto ambiental.

Como parte de la metodología, se identificaron y definieron las actividades o aspectos del proyecto que podrían generar impactos, así como los componentes de los factores ambientales susceptibles de verse afectados. Una vez definidas las actividades del proyecto y los componentes ambientales se elaboró una matriz de interacciones tipo Leopold, en la que las actividades y/o aspectos del proyecto se dispusieron en las columnas y los factores y componentes ambientales en los renglones de dicha matriz, a fin de identificar y representar las interacciones o dependencias directas entre éstas (factores ambientales, *i*, vs actividades del proyecto, *j*), las cuales se definieron brevemente para evitar confusiones y desviaciones en la evaluación que se hará posteriormente.

4.1 Índices de calificación del impacto

Una vez identificadas las interacciones ambientales relevantes para las diferentes etapas del proyecto, se procedió a calificar su impacto, considerando para ello los índices básico y complementario o suplementario, propuestos por Bojórquez *et al.* (1998). La calificación para cada uno de los parámetros que conforman los índices básico y complementarios fluctúa en una escala ordinal, propuesta por el método citado, que

comprende diez niveles de calificación (del 0 al 9), dependiendo del efecto que una actividad o aspecto del proyecto tendrá sobre el componente ambiental. A continuación se describen brevemente los índices referidos.

a) Índice básico.

Este índice es el resultado de calificar tres criterios básicos (magnitud, extensión y duración) que son indispensables para definir una interacción; es decir, todas las interacciones deben de tener dichos. Se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = 1/27 (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

En donde: M_{ij} = Magnitud del impacto

E_{ij} = Extensión del impacto

D_{ij} = Duración de la acción

El origen de la escala de valoración es 0.111, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$$0.111 \leq IB \leq 1$$

b) Índice complementario.

Es el resultado de calificar tres criterios complementarios o suplementarios (sinergia, acumulación y controversia) que no siempre están presentes en la definición de una interacción. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = 1/27 (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

En este índice el origen de la escala es de 0, debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente rango:

$$0 \leq IC \leq 1$$

- c) **Índice de impacto.** El índice de impacto está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios

Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$I_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde: IB_{ij} = Índice básico
 IC_{ij} = Índice complementario

4.2 Significancia de impacto.

Una vez obtenidos los índices IB, IC e II (básico, complementario y de impacto, respectivamente) se procede a calcular la significancia del impacto (S_{ij}), tomando en consideración la existencia y, en su caso, la eficiencia esperada de las medidas de mitigación (T_{ij}), utilizando la siguiente fórmula:

$$S_{ij} = I_{ij} * (1 - 1/9 (T_{ij}))$$

Donde: I_{ij} = Índice de impacto
 T_{ij} = Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación

Es importante mencionar que el valor de la significancia correspondería a los impactos residuales, ya que para obtener dicho valor de significancia se involucra la existencia y eficacia de las medidas de mitigación.

Asimismo, es importante enfatizar que el valor de significancia se obtiene a partir de la valoración de los criterios que componen los índices básico, complementario y de impacto, así como de la valoración de la eficacia de las medidas de mitigación, tal y como lo establece la metodología de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

Por lo anterior, con los resultados obtenidos de significancia se podrá fundamentar que cualquiera de los impactos identificados repercutirá en diferentes grados sobre los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, y que, con ello, se podrán identificar aquellos componentes ambientales sobre los que habrá que tener especial cuidado, implementando medidas de mitigación más estrictas, con el fin de evitar que con el desarrollo del proyecto se pongan en riesgo al hombre y a todos los organismos que conforman el sistema ambiental, así como la continuidad de los procesos naturales.

Con el uso de las ecuaciones señaladas se obtiene la significancia de cada impacto, cuyo posible rango de variación es de 0 a 1. Un valor final de cero significa la ausencia total del impacto, ya sea por su inexistencia o por su total mitigación. Por el contrario, un valor de 1 corresponde al máximo valor, lo que denota un impacto muy alto.

Los valores de la significancia del impacto (S_{ij}) que se obtienen se clasifican de acuerdo con la siguiente escala.

| | | |
|----------------------------|------|-------------|
| Impacto no significativo | (NS) | 0,00 a 0,24 |
| Impacto poco significativo | (PS) | 0,25 a 0,49 |
| Impacto significativo | (S) | 0,50 a 0,74 |
| Impacto muy significativo | (MS) | 0,75 a 1,00 |

Es importante señalar que para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto, se llevaron a cabo tres reuniones con el personal de Gerencias de la División de Distribución Golfo Centro y de Protección Ambiental de la CFE, conformándose así un grupo multidisciplinario en diversos temas.

Para la evaluación de los impactos ambientales se aplicaron las siguientes reglas de inferencia:

Se asume que cualquier impacto tiene, al menos, magnitud, extensión y duración, por lo que los criterios básicos son indispensables para valorar un impacto. Por otra parte, los criterios complementarios pueden o no ocurrir, pero si se presentan provocan un incremento en el impacto. Asimismo, la mitigación tiene el efecto opuesto, es decir, disminuye la significancia del impacto. De esta manera, los criterios básicos definen las características directas e inmediatas y los complementarios toman en cuenta las relaciones de orden superior.

Cuando se tiene incertidumbre para determinar el valor de un parámetro, se asigna el mayor, excepto para el caso de la eficacia de la(s) medida(s) de mitigación en que se asigna el menor. Esta regla es consistente con una racionalidad precautoria o principio precautorio para conflictos ambientales; esto es, disminuir la posibilidad de subestimar un impacto y minimizar el riesgo al público. Considerar un impacto negativo como significativo cuando faltan evidencias de lo contrario, mejora las evaluaciones de impacto ambiental.

4.3 Actividades relevantes del proyecto

En este apartado se identificaron las actividades y aspectos del proyecto que pueden ocasionar impactos en el ambiente. Utilizando esta información se elaboró una lista de

verificación, ordenándose de acuerdo con las etapas del proyecto. En el Anexo A se presentan y se definen dichas actividades.

4.4 Definición de los factores y componentes ambientales

De acuerdo con la metodología propuesta, en la Tabla 6 se presentan los factores y componentes ambientales que pueden verse afectados por la ejecución del proyecto.

Los requisitos para la identificación y definición de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos fueron los siguientes:

- ❖ *Ser representativos del entorno afectado*, y, por lo tanto, del impacto total sobre el medio producido por la ejecución del proyecto;
- ❖ *Ser relevantes*, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto;
- ❖ *Ser excluyentes*, sin solapamientos ni redundancias;
- ❖ *De fácil identificación*, tanto en su concepto como en su apreciación al utilizar información estadística, cartográfica o trabajos de campo; y
- ❖ *Cuantificables*, directa o indirectamente.

Tabla 6. Factores y componentes ambientales y sociales susceptibles de afectarse por las actividades del estudio de caso.

| FACTOR | COMPONENTE | | DEFINICIÓN |
|--------------------------|------------|------------------|--|
| GEOMOR- FOLÓGI- CO | 1 | Topoformas | Formas geológicas presentes en el área de estudio. |
| | 2 | Calidad del aire | Composición del aire en el área de estudio del proyecto. |
| AIRE | 3 | Confort sonoro | Niveles de ruido en dB y su comparación con respecto a la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994. |

| FACTOR | COMPONENTE | | DEFINICIÓN |
|------------------------|------------|---|---|
| SUELO | 4 | Características físicas | Elementos que caracterizan físicamente a los suelos como el caso de textura, porosidad, compactación, etc. |
| | 5 | Características químicas | Elementos que componen químicamente a los suelos como el caso del contenido de sales, materia orgánica, etc. |
| | 6 | Erosión | Pérdida de suelo por la remoción del suelo superficial, modificación de su estructura, reducción de materia orgánica. |
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL | 7 | Calidad del agua | Características físico-químicas del agua del drenaje natural superficial. |
| | 8 | Patrón de drenaje | Conformación y dirección natural del drenaje superficial. |
| | 9 | Aprovechamiento de agua | Usos actuales que se dan por parte de las poblaciones humanas a las corrientes o cuerpos de agua superficiales. |
| HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA | 10 | Calidad del agua | Características físico-químicas del agua del drenaje natural subterráneo. |
| | 11 | Recarga de acuíferos | Filtración y almacenamiento del agua pluvial subterránea. |
| | 12 | Aprovechamiento de agua | Usos actuales que se dan por parte de las poblaciones humanas a las corrientes o cuerpos de agua subterráneos. |
| VEGETACIÓN | 13 | Cobertura vegetal | Superficie que cubren las comunidades vegetales en el área de estudio del proyecto. |
| | 14 | Riqueza de especies | Número de especies registradas en el área de estudio. |
| | 15 | Especies listadas en NOM-059-SEMARNAT-2001 | Organismos con status de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001. |
| FAUNA | 16 | Distribución de especies | Cantidad de organismos por especies de fauna en el área de estudio. |
| | 17 | Riqueza de especies | Número de especies de fauna registradas en el área de estudio. |
| | 18 | Hábitat | Pérdida o modificación del lugar de residencia de las especies de fauna. |
| | 19 | Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 | Organismos con status de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001. |
| ESTÉTICO-PAISAJÍSTICA | 20 | Calidad intrínseca | Atractivo visual derivado de las características propias del paisaje. |
| | 21 | Calidad visual | Percepción humana del desarrollo de un proyecto. |

| FACTOR | COMPONENTE | | DEFINICIÓN |
|--------------------|------------|---|--|
| SOCIO ECONÓMICO | 22 | Economía local | Ocupación remunerada de los individuos durante el desarrollo del proyecto. |
| | 23 | Demanda de servicios | Existencias actuales de vivienda, alimentación, transporte, salud, etc. |
| | 24 | Servicios básicos (demanda de energía) | Requerimientos de energía eléctrica por los diversos usuarios. |
| | 25 | Uso del suelo | Modificación de los usos productivos o naturales actuales del suelo. |
| | 26 | Percepción social del proyecto | Aceptación por parte de los individuos que directa o indirectamente se vean influenciados por el desarrollo el proyecto. |

Fuente: Elaboración propia

4.5 Identificación de interacciones de impacto ambiental

Para identificar los impactos, se elaboró una matriz de interacciones tipo Leopold (1971) entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales (tablas 7 y 8), ordenándose sobre las columnas las actividades y/o aspectos del proyecto y sobre las filas los componentes de los factores ambientales susceptibles de afectación por la ejecución del proyecto, listados en la tabla 6. La existencia de alguna interacción entre las actividades y obras del proyecto con los factores y componentes ambientales, se señalaron sombreando la celda de intercepción. Cabe mencionar que por tratarse de obras con dimensiones diferentes las que conforman el proyecto (línea de alta tensión y subestación eléctrica), la identificación y evaluación del proyecto se realiza para dichas obras por separado, sin dejar de considerar la suma de impactos que podrían suscitarse por el desarrollo de las mismas.

4.6 Definición de las interacciones identificadas

De acuerdo con la matriz (tablas 7 y 8) se identificaron un total de 110 interacciones de impacto ambiental, de los cuales, 75 corresponden a la Línea de Alta Tensión y 35 a la Subestación Eléctrica.

De los impactos identificados para la Línea de Alta Tensión, 60 corresponden a impactos negativos y 15 a positivos. Las etapas con mayor número de interacciones negativas identificadas fueron las de preparación del sitio y construcción (con 47 interacciones); así mismo, el factor que presentó la mayor cantidad de interacciones es el perceptual, con nueve de ellas, seguido por el de las características físicas del suelo (con siete interacciones negativas), la distribución de las especies de fauna (con siete interacciones negativas) y la economía (son siete interacciones positivas).

Para el caso de la Subestación Eléctrica, se identificaron un total de 35 interacciones, de las cuales 25 corresponden a impactos negativos y 10 a positivos. La etapa que mayor número de interacciones se identificaron fue la de preparación del sitio y construcción, con 27 interacciones; así mismo, el factor que presentó la mayor cantidad de interacciones es el perceptual, con seis interacciones negativas, seguido por las características químicas el suelo, las distribución de las especies de fauna, la economía y la demanda de servicios, todas con cuatro interacciones.

Es importante aclarar que los impactos positivos se valoran a partir de las consecuencias que se suscitarán por la ejecución del proyecto, sin considerar de manera prioritaria dichos impactos hacia la población como consecuencia de la afectación de los recursos naturales, es decir, de los bienes y servicios que dichos recursos ofrecen a la población.

Para evaluar con mayor objetividad las interacciones identificadas en la matriz, en las tablas 9 y 10 se presenta la definición de cada una de ellas por obra.

Tabla 7. Matriz de identificación de impactos ambientales del proyecto de la línea de alta tensión (LAT)

| Etapas-Acciones Factores-Componentes | | Preparación del sitio y construcción | | | | | | | | | | Operación y mantenimiento | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---|--|---|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | | Levantamiento topográfico | Estudio Geotécnico | Apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado y patio de tendido | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación | Hincado y armado de estructuras, tendido y tensado de cables y vestido de estructuras | Sistema de tierras | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | de Generación residuos urbanos | de Generación residuos peligrosos | de Contratación personal | Operación de la LAT | Mantenimiento del derecho de vía | Mantenimiento de la LAT | Uso de maquinaria y vehículos | de Generación residuos |
| Geomorfología | Relieve (topoformas) | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Aire | Calidad del aire | | | | | | X | | | | | | | | X | |
| | Confort Sonoro | | | | | | X | | | | X | | | X | | |
| Suelos | Características físicas | X | X | X | X | | X | X | | | | | | X | | |
| | Características químicas | X | | X | X | | | X | X | X | | | | X | | |
| | Erosión | X | | X | X | | | | | | | | | | | |
| Hidrología superficial | Calidad del agua | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Patrón de drenaje | X | | X | X | | X | | | | | | | | | |
| | Aprovechamiento del agua | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hidrología subterránea | Calidad del agua | | | | | | | X | | X | | | | | X | |
| | Recarga de acuíferos | X | | X | X | | X | | | | | | | | | |
| | Aprovechamiento del agua | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetación secundaria de bosque tropical subcaducifolio | Cobertura vegetal | X | | X | | | | | | | | | X | | | |
| | Riqueza de Especies | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fauna | Distribución de especies | X | | X | X | | X | X | | | | | X | | X | |
| | Riqueza de especies | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | | | X | X | | | X | | | | X | | | X | |
| Perceptual | Calidad estético-paisajística | X | | X | | X | | X | X | X | | | X | | X | X |
| Economía y empleo | Economía | | | | | | | X | X | | X | X | X | X | X | X |
| | Demanda de servicios | | | | | | | X | X | X | X | | | | X | X |
| | Servicios básicos | | | | | | | | | | | X | | | | |
| | Usos del suelo | X | | X | | | | | | | | | | | | |
| | Percepción social del proyecto | | | | | | | | | | | X | | | | |
| TOTAL DE IMPACTOS | | 9- | 1- | 10- | 8- | 1- | 4- | 8-2+ | 2-2+ | 3-1+ | 2+ | 2-3+ | 3-1+ | 0 | 8-2+ | 1-2+ |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008



Impactos Negativos



Impactos Positivos

Tabla 8. Matriz de identificación de impactos ambientales del proyecto Subestación Eléctrica (SE)

| Factores-Componentes | | Preparación del sitio y construcción | | | | | | | | | | Operación y mantenimiento | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|--|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | | Levantamiento topográfico | Trazo y Nivelación | Limpieza del terreno | Terracerías (movimiento de tierras, relleno y compactación) | colocación de acero de refuerzo, colado en cimentaciones, relleno y compactado, y | Montaje de equipo, armado, montaje y vestido de estructuras, tendido y tensado de cables | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Generación de residuos urbanos | Generación de residuos peligrosos | Contratación de personal | Operación de la subestación | Mantenimiento de la Subestación | Uso de maquinaria y vehículos | Generación de residuos |
| Geomorfología | Relieve (topoformas) | | | | X | | | | | | | | | | |
| Aire | Calidad del aire | | | | | | X | | | | | | | | |
| | Confort Sonoro | | | | | | X | | | | X | | | | |
| Suelos | Características físicas | | | X | X | X | | | | | | | | | |
| | Características químicas | | | | | | X | X | X | | | | | | X |
| | Erosión | | | | | | | | | | | | | | |
| Hidrología superficial | Calidad del agua | | | | | | | | | | | | | | |
| | Patrón de drenaje | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aprovechamiento del agua | | | | | | | | | | | | | | |
| Hidrología subterránea | Calidad del agua | | | | | | | | | | | | | | X |
| | Recarga de acuíferos | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aprovechamiento del agua | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetación secundaria de bosque tropical subcaducifolio | Cobertura vegetal | | | X | | | | | | | | | | | |
| | Riqueza de especies | | | | | | | | | | | | | | |
| | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | | | | | | | | | | | | | | |
| Fauna | Distribución de especies | | | X | X | | | X | | | X | | | | |
| | Riqueza de especies | | | X | | | | | | | | | | | |
| | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | | | | | | | | | | | | | | |
| Perceptual | Calidad estético-paisajística | | | X | | | X | X | X | X | | | | | X |
| Economía y empleo | Economía | | | | | | | X | X | | X | X | | | |
| | Demanda de servicios | | | | | | | X | X | X | X | | | | |
| | Servicios básicos | | | | | | | | | | | X | | | |
| | Usos del suelo | | | X | | | | | | | | | | | |
| | Percepción social del proyecto | | | | | | | | | | | X | | | |
| TOTAL DE IMPACTOS | | 0 | 0 | 6- | 3- | 1- | 1- | 5-2+ | 2-2+ | 2-1+ | 2+ | 2-3+ | 0 | 0 | 3- |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

 Impactos Negativos  Impactos Positivos

Tabla 9. Definición de las interacciones identificadas en la Tabla 7 (Línea de Alta Tensión).

| Factor- Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|-----------------------|--------------------------|--|--|
| GEOMOR- FOLOGÍA | Topoformas | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación | Con el fin de asegurar el buen funcionamiento de las torres, en ocasiones se requiere de la nivelación del terreno, principalmente en la unidad de lomeríos. |
| | AIRE | Calidad del aire | Uso de maquinaria y equipo |
| Confort sonoro | | Uso de maquinaria y equipo | El uso de la maquinaria, equipo y vehículos durante todas las etapas del proyecto incrementarán los niveles sonoros localmente. |
| | | Operación de la línea de alta tensión | Durante la operación de la línea se genera ruido por la conducción de la electricidad. |
| SUELO | Características físicas | Levantamiento topográfico | Por el desmonte que representa esta actividad en la preparación del sitio y construcción, se deja al descubierto el suelo, lo que probablemente repercuta en las características físicas del suelo. |
| | | Estudio geotécnico | Debido al muestreo de suelos, se requiere la remoción localizada de los mismos. |
| | | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | Por el desmonte que representan estas actividades en la preparación del sitio y construcción, se deja al descubierto el suelo lo que probablemente repercuta en las características físicas del suelo. |
| | | Sistema de tierras | Por el desmonte y el movimiento de suelo que representa la actividad, se incidirá básicamente sobre las características físicas del suelo. |
| | | Uso de maquinaria y equipo | Con el tránsito de vehículos durante todas las etapas del proyecto se compactarán los sitios en que se transite, lo que repercute en las características físicas del suelo. |
| | Características químicas | Levantamiento topográfico | Por el desmonte y los residuos producto del desmonte, se generan nutrimentos que se incorporan a la composición actual del suelo, incidiendo sobre sus características químicas. |

| Factor- Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|---------------------------|-----------------------------|--|--|
| SUELO | Características químicas | Desmonte por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | Por el desmonte y los residuos que se generan por el mismo, se producen nutrimentos que se incorporan a la composición actual del suelo, incidiendo sobre sus características químicas. |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación | Para fraguar el cemento se utilizan catalizadores, los cuales, de manera localizada, podrían influir sobre las características químicas del suelo. |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Como consecuencia de un posible derrame de combustible por el inadecuado mantenimiento del equipo y maquinaria que se utilice durante todas las etapas del proyecto, se podría tener un efecto hacia las características químicas del suelo. |
| | | Generación de residuos urbanos y peligrosos | Como consecuencia de una inadecuada disposición de los residuos, tanto urbanos como peligrosos, en todas las etapas del proyecto, se podría incidir sobre las características químicas del suelo. |
| | Erosión | Levantamiento topográfico | Como consecuencia de dejar sin protección el suelo por el desmonte que requiere la actividad, se expone dicho suelo a los procesos de intemperismo y erosión. |
| | | Desmonte por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | Como consecuencia de dejar sin protección el suelo por el desmonte que requieren las actividades, se expone dicho suelo a los procesos de intemperismo y erosión. |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación | A consecuencia del movimiento de suelos que requieren estas actividades, las condiciones se facilitan para la acción de los procesos de intemperismo y erosión. |
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL | Patrón de drenaje | Levantamiento topográfico | Por las actividades de desmonte se removerá la vegetación cuando sea necesario, lo que repercutirá en la dirección local que se presenta en el drenaje. |
| | | Desmonte por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | Por las actividades de desmonte se removerá la vegetación cuando sea necesario, lo que repercutirá en la dirección local que se presenta en el drenaje. |

| Factor- Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|---------------------------|----------------------|--|--|
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación | Como consecuencia del movimiento de suelos se incide sobre la dirección y forma local que se presenta en el drenaje. |
| | | Sistema de tierras | Por las actividades de desmonte y el movimiento de suelo se incide sobre la dirección y forma local que se presenta en el drenaje. |
| HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA | Calidad del agua | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Como consecuencia de un posible derrame de combustible por el inadecuado mantenimiento del equipo y maquinaria que se utilice durante todas las etapas del proyecto, se podría tener un efecto hacia la calidad del agua subterránea, principalmente en la unidad de lomeríos. |
| | | Generación de residuos peligrosos | Como consecuencia de una inadecuada disposición de los residuos peligrosos en todas las etapas del proyecto, se podría incidir sobre la calidad de agua de los acuíferos. |
| | Recarga del acuífero | Levantamiento topográfico | El desarrollo de las actividades que requieren de desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio presuntamente incide sobre la tasa de infiltración del agua y por ende en la recarga de los acuíferos. |
| | | Desmonte por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | El desarrollo de las actividades que requieren de desmonte en la etapa de preparación del sitio presuntamente incide sobre la tasa de infiltración del agua y por ende en la recarga de los acuíferos. |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación | Las área de cimentación reducen la superficie disponible de infiltración de agua pluvial y, por ende, la potencial recarga del acuífero. |
| | | Sistema de tierras | El desarrollo de las actividades que requieren de desmonte en la etapa de preparación del sitio presuntamente incide sobre la tasa de infiltración del agua y, por ende, en la recarga de los acuíferos. |

| Factor- Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|-----------------------|-----------------------------|--|--|
| VEGETACIÓN | Cobertura vegetal | Levantamiento topográfico | A consecuencia del desmonte que requiere la actividad, se incidirá sobre la vegetación existente. |
| | | Desmonte por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | Como consecuencia del desmonte, de incidirá sobre las existencias de vegetación en el área. |
| | | Sistema de tierras | A consecuencia del desmonte que requiere la actividad, se incidirá sobre la vegetación existente. |
| FAUNA | Distribución de especies | Levantamiento topográfico | Por la pérdida de hábitat, las especies se distribuirán en otras áreas que cumplan con sus requerimientos de alimentación y refugio principalmente. |
| | | Desmonte por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | Por la pérdida de hábitat, las especies se distribuirán en otras áreas que cumplan con sus requerimientos de alimentación y refugio principalmente. |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación | Para las especies de hábitos subterráneos, las actividades de excavación y cimentación podrían incidir sobre la superficie de disposición de hábitat lo que, en consecuencia, podría afectar la distribución de la especies. |
| | | Sistema de tierras | Por las actividades de desmonte y excavación que requiere la actividad, se incide sobre los hábitats de las especies, tanto de hábitos superficiales como subterráneos |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Durante todas las etapas del proyecto se genera ruido por el uso de maquinaria, equipo y vehículos, lo cual repercute sobre la distribución de las especies, principalmente de aquellas no tolerantes a la presencia humana |
| | | Mantenimiento del derecho de vía | Debido a las actividades de desmonte que requiere el mantenimiento del derecho de vía a lo largo de su vida útil, la pérdida de hábitat es frecuente, lo que repercute en la distribución de la especies |

| Factor- Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|-----------------------|--------------------------------|--|---|
| FAUNA | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | La pérdida de hábitat por el desmante que requiere estas actividades podría repercutir sobre algunas especies terrestres de hábitos superficiales, tal es el caso los organismos de lento desplazamiento como <i>Boa constrictor</i> y <i>Rana berlandieri</i> . |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación | Las cepas abiertas representan “trampas” para algunas especies con status d riesgo, como es el caso de la <i>Boa constrictor</i> . |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Por el tránsito de vehículos se presenta el riesgo de atropellamiento de fauna, incluyendo las especies con status y especialmente aquéllas de lenta locomoción |
| | | Operación de la línea de alta tensión | Aunque es poco probable, de acuerdo con la experiencia de CFE con otros proyectos con condiciones ambientales semejantes, la operación de la línea representa un potencial de electrocución o choque de aves, principalmente de las rapaces, incluyendo aquellas que se encuentran en estatus de riesgo |
| PERCEPTUAL | Calidad estético-paisajística | Levantamiento topográfico | Como producto del desmante se presenta un cambio en las condiciones actuales del paisaje |
| | | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | Como producto del desmante se presenta un cambio en las condiciones actuales del paisaje |
| | | Hincado y armado de estructuras, tendido y tensado de cables y vestido de estructuras | La introducción de nuevos elementos al sistemas establece nuevas características al paisaje |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | La presencia de mayor cantidad de vehículos en el sistema modifica las condiciones del paisaje |
| | | Generación de residuos peligrosos | Una disposición inadecuada de los residuos podría cambiar las condiciones intrínsecas y visuales del sistema ambiental en que se ubica el proyecto y durante todas las etapas del proyecto |
| | | Mantenimiento del derecho de vía | El desmante frecuente que requiere el mantenimiento del derecho de vía imposibilita la recuperación de las condiciones actuales del paisaje |

| Factor- Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|-----------------------|----------------------|--|---|
| SOCIO-ECONÓMICO | Economía local | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | El mantenimiento del parque vehicular y el uso de los servicios que presta la comunidad podrán repercutir en la economía local |
| | | Generación de residuos urbanos | Para la disposición de los residuos se requiere el permiso del municipio que corresponda, para lo cual se requiere pagar, lo cual repercute en la economía local |
| | | Contratación de personal | Para la preparación del sitio y construcción se requiere de la contratación de personal, para lo cual se da prioridad a los pobladores locales. |
| | | Operación de la línea de alta tensión | La operación de la línea repercutirá sobre los sectores económicos locales, lo cual incidirá directamente en la economía local. |
| | | Mantenimiento del derecho de vía | Para el mantenimiento del derecho de vía se requiere de la contratación de personal local. |
| | Demanda de servicios | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Para el mantenimiento del parque vehicular se requiere del servicio de los talleres locales. |
| | | Generación de residuos urbanos | Para la disposición de los residuos se requiere del servicio que ofrece el municipio. |
| | | Generación de residuos peligrosos | Para la disposición de los residuos peligrosos se requiere de la contratación de una empresa especializada en el servicio. |
| | | Contratación de personal | Para la ejecución del proyecto en general se requiere de la contratación de personal calificado y no calificado, para el cual se da prioridad a los trabajadores de la comunidades cercanas al proyecto. |
| | Servicios básicos | Operación de la línea | Por la transmisión de energía, objetivo principal de este proyecto, se beneficiarán el sector vivienda e industrial, lugar al que principalmente se dirigirá la energía que se transmita por el proyecto. |
| | Uso del suelo | Levantamiento topográfico | Como consecuencia del desarrollo de las actividades se requiere de un cambio de uso de suelo, por lo que el uso que presenta actualmente el suelo se desplaza por una actividad de infraestructura eléctrica. |
| | | Desmonte por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido | Como consecuencia del desarrollo de las actividades se requiere de un cambio de uso de suelo, por lo que el uso que presenta actualmente el suelo se desplaza por una actividad de infraestructura eléctrica. |

| Factor-Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|-------------------|-------------------|----------------------------------|---|
| | Percepción social | Operación de la línea | Como consecuencia de la ejecución del proyecto, las comunidades podrían representar un obstáculo, lo cual hasta el momento no se ha presentado. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Definición de las interacciones identificadas en la Tabla 8. (Subestación Eléctrica)

| Factor-Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|-------------------|-----------------------------|--|---|
| GEOMORFOLOGÍA | Topoformas | Terracería (movimiento de tierras, relleno y compactación) | Para la actividad se requiere de la nivelación del terreno, lo cual repercute en la forma actual del terreno. |
| | AIRE | Calidad del aire | Uso de maquinaria y equipo |
| SUELO | | Características físicas | Confort sonoro |
| | Operación de la subestación | | La operación de la subestación genera ruido no constante y en ciertos periodos de tiempo, lo cual repercute en los niveles actuales de ruido. |
| SUELO | Características físicas | Limpieza del terreno | Por el desmonte que representa esta actividad en la preparación del sitio y construcción, se deja al descubierto el suelo, lo que probablemente repercutirá en las características físicas del suelo. |
| | | Terracerías | Por el movimiento de suelo que representa la actividad, se incidirá básicamente sobre las características físicas del suelo. |

| Factor-Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|-------------------|--------------------------|---|--|
| SUELO | | Excavaciones, colocación de acero de refuerzo, colado en cimentaciones y relleno y compactado | A consecuencia del movimiento de suelos que requieren estas actividades, las condiciones se facilitan para la acción de los procesos de intemperismo y erosión. |
| | Características químicas | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Como consecuencia de un posible derrame de combustible por el inadecuado mantenimiento del equipo y maquinaria que se utilice durante todas las etapas del proyecto, se podría tener un efecto hacia las características químicas del suelo. |
| | | Generación de residuos urbanos y peligrosos | Como consecuencia de una inadecuada disposición de los residuos, tanto urbanos como peligrosos, en todas las etapas del proyecto, se podría incidir sobre las características químicas del suelo. |
| HIDR. SUBTERRÁNEA | Calidad del agua | Generación de residuos peligrosos | Como consecuencia de una inadecuada disposición de los residuos peligrosos en la etapa de operación del proyecto, se podría incidir sobre la calidad de agua de los acuíferos. |
| VEGETACIÓN | Cobertura vegetal | Limpieza del terreno | A consecuencia del desmonte que requiere la actividad, se incidirá sobre la vegetación existente. |
| FAUNA | Distribución de especies | Limpieza del terreno | Por la pérdida de hábitat, las especies se distribuirán en otras áreas que cumplan con sus requerimientos de alimentación y refugio principalmente. |
| | | Terracerías | Para las especies de hábitos subterráneos, las actividades de excavación y cimentación podrían incidir sobre la superficie de disposición de hábitat, lo que en consecuencia podría afectar la distribución de la especies. |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Durante la preparación del sitio y construcción se genera ruido por el uso de maquinaria, equipo y vehículos, lo cual repercute sobre la distribución de la especies, principalmente de aquéllas no tolerantes a la presencia humana. |

| Factor-Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|---|----------------------|---------------------------------------|--|
| FAUNA | | Operación de la subestación | La operación de la subestación genera ruido no constantes y en ciertos periodos de tiempo, lo cual repercute sobre la distribución de la especies, principalmente de aquellas no tolerantes a la presencia humana. |
| | PERCEPTUAL | Calidad estético-paisajística | Limpieza del terreno |
| Montaje de equipo, armado, montaje y vestido de estructuras y tendido y tensado de cables | | | La introducción de nuevos elementos al sistema ambiental establece nuevas características al paisaje. |
| Uso de maquinaria, equipo y vehículos | | | La presencia de mayor cantidad de vehículos en el sistema ambiental modifica las condiciones del paisaje. |
| Generación de residuos | | | Una disposición inadecuada de los residuos urbanos y peligrosos, podría cambiar las condiciones intrínsecas y visuales del sistema ambiental en que se ubica el proyecto y durante todas las etapas del proyecto. |
| SOCIO-ECONÓMICO | Economía | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | El mantenimiento del parque vehicular y el uso de los servicios que presta la comunidad podrían repercutir en la economía local. |
| | | Generación de residuos urbanos | Para la disposición de los residuos se requiere el permiso del municipio que corresponda, para lo cual se requiere pagar, lo cual repercute en la economía local. |
| | | Contratación de personal | Para la preparación del sitio y construcción se requiere de la contratación de personal, para lo cual se da prioridad a los pobladores locales. |
| | | Operación de la subestación | La operación de la subestación repercutirá sobre los sectores económicos locales, lo cual incide directamente en la economía local. |
| | Demanda de servicios | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Para el mantenimiento del parque vehicular se requiere del servicio de los talleres locales. |
| | | Generación de residuos urbanos | Para la disposición de los residuos se requiere del servicio que ofrece el municipio. |

| Factor-Componente | | Actividad o aspecto del proyecto | Descripción del impacto identificado |
|-------------------|-------------------|-----------------------------------|---|
| | | Generación de residuos peligrosos | Para la disposición de los residuos peligrosos se requiere de la contratación de una empresa especializada en el servicio. |
| | | Contratación de personal | Para la ejecución del proyecto en general se requiere de la contratación de personal calificado y no calificado, para los cuales se da prioridad a los trabajadores de la comunidades cercanas al proyecto. |
| | Servicios básicos | Operación de la subestación | Por la distribución de energía, objetivo principal de este proyecto, se beneficiarán el sector vivienda e industrial, lugar al que principalmente se dirigirá la energía que se distribuya por el proyecto. |
| | Uso del suelo | Limpieza del terreno | Como consecuencia del desarrollo de las actividades se requiere de un cambio de uso de suelo, por lo que el uso que presenta actualmente el suelo se desplaza por una actividad de infraestructura eléctrica. |
| | Percepción social | Operación de la Subestación | Como consecuencia de la ejecución del proyecto, las comunidades podrían representar un obstáculo, lo cual hasta el momento no se ha presentado. |

Fuente: Elaboración propia

4.7 Evaluación de las interacciones identificadas

La evaluación consiste en calificar cada interacción mediante la aplicación de un conjunto de siete criterios catalogados como básicos y complementarios (Bojórquez Tapia, 1998; Duinker y Beanlands, 1986), los cuales son referidos en la tabla 11. Estos criterios se evaluaron bajo la escala ordinal propuesta por el método utilizado, que comprende diez niveles de magnitud (del 0 al 9), dependiendo del efecto que una actividad tiene sobre el componente.

Tabla 11. Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar la significancia de impactos

| CRITERIOS | | DEFINICIÓN | |
|--|------------------------|---|------------------------|
| BÁSICOS | | | |
| Magnitud | (M) | Intensidad de la afectación en el área del impacto | |
| Extensión | (E) | Área de afectación con respecto a la disponible en la zona de estudio | |
| Duración | (D) | Tiempo del efecto | |
| COMPLEMENTARIOS | | | |
| Sinergia | (S) | Interacciones de orden mayor entre impactos | |
| Acumulación | (A) | Presencia de efectos aditivos de los impactos | |
| Controversia | (C) | Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto | |
| Mitigación | (T) | Existencia y eficiencia de medidas de mitigación | |
| Escala ordinal utilizada para evaluar cada uno de los criterios de significancia | | | |
| VALOR | NIVEL DE SIGNIFICANCIA | VALOR | NIVEL DE SIGNIFICANCIA |
| 1 | De Nulo a Bajo | 6 | Moderado a Alto |
| 2 | Muy Bajo | 7 | Alto |
| 3 | Bajo | 8 | Muy Alto |
| 4 | Bajo a Moderado | 9 | Extremadamente Alto |
| 5 | Moderado | | |

Fuente. Elaboración a partir de Bojórquez-Tapia *et al.* 1998.

Nota: Es importante mencionar que la metodología establece también criterios calificadores (información, certeza, confianza, estándares); los cuales no agregan un valor cuantitativo a los citados parámetros, por lo que en el presente documento no se califican.

Los parámetros, criterios y escalas utilizados para asignarle valor a cada parámetro de la interacción identificada se definen en las Tablas 12, 13 y 14. Es importante aclarar que la valoración depende en gran medida del criterio de los especialistas en cada una de los factores y los componentes ambientales del sistema ambiental del proyecto.

Los especialistas que participaron en la actual evaluación fueron: biólogos, con experiencia en botánica y zoología, antropólogo, ingeniero forestal, hidrobiólogo y geógrafo, todos empleados de la Comisión Federal de Electricidad.

Tabla 12. Parámetros y escala de evaluación utilizada (Impactos negativos sobre los componentes físico-bióticos)

| PARÁMETROS | CRITERIOS y ESCALA | | |
|----------------------|--|---|--|
| | 1 – 3 | 4 – 6 | 7 – 9 |
| Magnitud (M) | Baja , cuando la afectación cubre menos de 10% de los recursos existentes; o cuando los valores de afectación representan menos de la mitad del valor del límite máximo permisible por la normativa o criterio ambiental. | Media , cuando la afectación cubre de 10% a 50% de los recursos existentes o cuando los valores de afectación representan de la mitad del valor límite al límite máximo permisible por la normativa ambiental. | Alta , cuando la afectación es mayor de 50% de los recursos existentes o rebasa los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa ambiental. |
| Extensión (E) | Puntual , afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta los límites del derecho de vía (20 m). | Local , si el efecto se presenta entre el derecho de vía y el límite del área de estudio. | Regional , si el efecto se manifiesta más allá del área de estudio. |
| Duración (D) | Corta , cuando la actividad dura hasta un mes. | Mediana , la acción dura de más de un mes y hasta un año. | Larga , la actividad dura más de un año. |
| Sinergia (S) | Nula a mínima , cuando una acción sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas | Moderada , cuando una acción sobre un factor produce una incidencia poco relevante con respecto a las incidencias individuales contempladas aisladamente. | Alta , cuando una acción sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas |

| PARÁMETROS | CRITERIOS y ESCALA | | |
|-------------------------|---|---|--|
| | 1 – 3 | 4 – 6 | 7 – 9 |
| | aisladamente. | | aisladamente. |
| Acumulación (A) | Nula a Mínima , cuando el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio o éstos son de poca magnitud (menor a 20%) con respecto a los existentes. | Moderada , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio, pero éstos aportan de 20 a 60% con respecto a la magnitud de los existentes. | Alta , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio y éstos son superiores a 60% con respecto a la magnitud de los existentes o incluso los rebasan. |
| Controversia (C) | Nula a Mínima , no hay oposición o ésta ha sido manifestada de manera informal o sólo en algunas reuniones. | Moderada , existe oposición social; las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad. | Alta , existe mucha oposición para el desarrollo del proyecto; las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información. |
| Mitigación (T) | Nula a baja , no hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta 30% del impacto ambiental identificado. | Media , existe(n) medida(s) de mitigación que reduce(n) de 30 a 60% del impacto ambiental identificado. | Alta a Muy alta , las medidas de mitigación aplicadas reducen de 60 a 100% el impacto ambiental identificado. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Parámetros y escala de evaluación utilizada (Impactos negativos sobre el paisaje)

| PARÁMETROS | CRITERIOS y ESCALA | | |
|----------------------|---|--|--|
| | 1 – 3 | 4 – 6 | 7 – 9 |
| Magnitud (M) | Mínimo: cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad intrínseca baja. | Moderado: cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad intrínseca media. | Alta: cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad intrínseca alta. |
| Extensión (E) | Puntual: cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de baja calidad | Local , cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad visual media. | Regional , cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de alta calidad visual. |

| PARÁMETROS | CRITERIOS y ESCALA | | |
|----------------------------|---|---|--|
| | 1 – 3 | 4 – 6 | 7 – 9 |
| | visual. | | |
| Duración (D) | Corta , cuando la actividad dura hasta un mes. | Mediana , la acción dura de más de un mes y hasta un año. | Larga , la actividad dura más de un año. |
| Sinergia (S) | Nula a mínima , cuando una acción sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. | Moderada , cuando una acción sobre un factor produce una incidencia poco relevante con respecto a las incidencias individuales contempladas aisladamente. | Alta , cuando una acción sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. |
| Acumulación (A) | Nula a Mínima , cuando el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio o éstos son de poca magnitud (menor a 20%) con respecto a los existentes. | Moderada , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio, pero éstos aportan de 20 a 60% con respecto a la magnitud de los existentes. | Alta , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio y éstos son superiores a 60% con respecto a la magnitud de los existentes o incluso los rebasan. |
| Controversia (C) | Nula a Mínima , no hay oposición o ésta ha sido manifestada de manera informal o sólo en algunas reuniones. | Moderada , existe oposición social; las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad. | Alta , existe mucha oposición para el desarrollo del proyecto; las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información. |
| Mitigación (T) | Nula a baja , no hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta 30% del impacto ambiental identificado. | Media , existe(n) medida(s) de mitigación que reduce(n) de 30 a 60% del impacto ambiental identificado. | Alta a Muy alta , las medidas de mitigación aplicadas reducen de 60 a 100% el impacto ambiental identificado. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Parámetros y escala de evaluación utilizada (Impactos positivos sobre el medio socioeconómico)

| PARÁMETROS | CRITERIOS y ESCALA | | |
|------------------------|---|---|---|
| | 1 – 3 | 4 – 6 | 7 – 9 |
| Magnitud (M) | Mínima: Cuando el componente se mejora 25% o menos. | Moderada: Cuando el componente se mejora entre 26 y 75%. | Alta: Cuando el componente se mejora en más de 75%. |
| Extensión (E) | Puntual: Cuando la mejora del componente se refleja sólo en las localidades por las que se ejecuta el proyecto. | Local: Cuando la mejora del componente se refleja en las localidades y municipios en los que se ejecuta el proyecto. | Regional.- Cuando la mejora del componente se refleja en otras localidades y municipios diferentes a aquéllos en los que se ejecuta el proyecto. |
| Duración (D) | Corta: La mejora del componente se manifiesta sólo durante las actividades de construcción del proyecto. | Mediana: La mejora del componente dura sólo hasta la entrada en operación del proyecto y/o hasta un año después de terminadas las actividades de construcción. | Larga: La mejora del componente persiste en más de un año después de la entrada en operación del proyecto. |
| Sinergia (S) | Nula a mínima, cuando una acción sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. | Moderada, cuando una acción sobre un factor produce una incidencia poco relevante con respecto a las incidencias individuales contempladas aisladamente. | Alta, cuando una acción sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. |
| Acumulación (A) | Nula a Mínima, cuando el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio ó éstos son de poca magnitud (menor a | Moderada, cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio, pero éstos aportan de 20 a 60% con respecto a la magnitud | Alta, cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio y éstos son superiores a 60% con respecto a la magnitud de los |

| PARÁMETROS | CRITERIOS y ESCALA | | |
|-------------------------|--|--|--|
| | 1 – 3 | 4 – 6 | 7 – 9 |
| | 20%) con respecto a los existentes. | de los existentes. | existentes o incluso los rebasan. |
| Controversia (C) | Nula a Mínima , no hay oposición o ésta ha sido manifestada de manera informal o sólo en algunas reuniones. | Moderada , existe oposición social; las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad. | Alta , existe mucha oposición para el desarrollo del proyecto; las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información. |

Fuente: Elaboración propia

Para realizar la evaluación de las interacciones identificadas y obtener la significancia parcial y final de cada impacto se aplicaron las ecuaciones referidas en la Tabla 15.

Posterior a la identificación de las interacciones de impacto entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales para las diferentes etapas del proyecto, se procedió a evaluar su impacto considerando lo anteriormente mencionado.

Tabla 15. Ecuaciones aplicadas para la evaluación y significancia de los impactos

| ÍNDICES OBTENIDOS | FÓRMULA APLICADA |
|--|---|
| Criterios básicos | $MED_{ij} = \frac{1}{27} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$ |
| Criterios complementarios | $SAC_{ij} = \frac{1}{27} (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$ |
| Significancia parcial | $I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$ |
| Significancia final, considerando las medidas de mitigación | $S_{ij} = I_{ij} * \left[1 - \frac{1}{9} (T_{ij}) \right]$ |
| Donde: | |
| <p>M_{ij} = Magnitud; E_{ij} = Extensión espacial; D_{ij} = Duración;</p> <p>S_{ij} = Efectos sinérgicos; A_{ij} = Efectos acumulativos; C_{ij} = Controversia;</p> <p>I_{ij} = Importancia o significancia parcial del impacto</p> <p>S_{ij} = Significancia final del impacto</p> <p>T_{ij} = Medida de mitigación.</p> | |

Fuente: Elaborado a partir de Bojórquez-Tapia *et al.* 1998

En el anexo B se presentan los resultados de la evaluación realizada para cada una de las interacciones identificadas, separadas éstas por obra (línea de alta tensión y subestación eléctrica), y en las tablas 16 y 17 se presenta el valor de significancia para cada uno de los impactos identificados para la Línea de Alta Tensión y la Subestación Eléctrica.

Tabla 16. Valores de significancia para los impactos identificados para la obra Línea de Alta Tensión (LAT)

| Etapas-Acciones Factores-Componentes | | Preparación del sitio y construcción | | | | | | | | | | Operación y mantenimiento | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--|--|---|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | | Levantamiento topográfico | Estudio Geotécnico | Desmonte por Apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado y patio de tendido | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación | Hincado y armado de estructuras, tendido y tensado de cables Y Vestido de estructuras | Sistema de tierras | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Generación de residuos urbanos | Generación de residuos peligrosos | Contratación de personal | Operación de la LAT | Mantenimiento del derecho de vía | Mantenimiento de la LAT | Uso de maquinaria y vehículos | Generación de residuos |
| Geomorfología | Relieve (topoformas) | | | | PS | | | | | | | | | | | |
| Aire | Calidad del aire | | | | | | NS | | | | | | | | NS | |
| | Confort sonoro | | | | | | NS | | | | PS | | | | NS | |
| Suelos | Características físicas | NS | PS | PS | NS | | NS | NS | | | | | | | NS | |
| | Características químicas | NS | | NS | NS | | | NS | NS | NS | | | | | NS | |
| | Erosión | NS | | NS | NS | | | | | | | | | | | |
| Hidrología superficial | Calidad del agua | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Patrón de drenaje | NS | | NS | NS | | NS | | | | | | | | | |
| | Aprovechamiento del agua | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hidrología subterránea | Calidad del agua | | | | | | | NS | | NS | | | | | NS | |
| | Recarga de acuíferos | NS | | PS | NS | | NS | | | | | | | | | |
| | Aprovechamiento del agua | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetación secundaria de bosque tropical subcaducifolio | Cobertura vegetal | PS | | PS | | | | | | | | | PS | | | |
| | Riqueza de especies | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fauna | Distribución de especies | NS | | PS | NS | | NS | PS | | | | | PS | | PS | |
| | Riqueza de especies | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | | | NS | NS | | | NS | | | NS | | | | NS | |
| Perceptual | Calidad estético-paisajística | NS | | NS | | S | PS | NS | NS | | | PS | | PS | NS | |
| Economía y empleo | Economía | | | | | | | PS | PS | | PS | S | PS | | PS | PS |
| | Demanda de servicios | | | | | | | PS | PS | PS | PS | | | | PS | PS |
| | Servicios básicos | | | | | | | | | | | S | | | | |
| | Usos del suelo | PS | | PS | | | | | | | | | | | | |
| | Percepción social del proyecto | | | | | | | | | | | S | | | | |
| TOTAL DE IMPACTOS* | | 9- | 1- | 10- | 8- | 1- | 4- | 8- 2+ | 2- 2+ | 3- 1+ | 2+ | 2- 3+ | 3- 1+ | 0 | 8- 2+ | 1- 2+ |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

 Impactos Negativos  Impactos Positivos

Simbología: NS no significativo
S significativo

PS poco significativo

* Número de impactos negativos (-) y/o positivos (+) por acción del proyecto

Tabla 17. Valores de significancia para los impactos identificados para la Subestación Eléctrica

| Factores-Componentes | | Preparación del sitio y construcción | | | | | | | | | | Operación y mantenimiento | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|--|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | | Levantamiento topográfico | Trazo y Nivelación | Limpieza del terreno | Terracerías (movimiento de tierras, relleno y compactación) | colocación de acero de refuerzo, colado en cimentaciones, relleno y compactado, y | Montaje de equipo, armado, montaje y vestido de estructuras, tendido y tensado de cables | Uso de maquinaria, equipo y vehículos | Generación de residuos urbanos | Generación de residuos peligrosos | Contratación de personal | Operación de la subestación | Mantenimiento de la Subestación | Uso de maquinaria y vehículos | Generación de residuos |
| Geomorfología | Relieve (topoformas) | | | | PS | | | | | | | | | | |
| Aire | Calidad del aire | | | | | | | NS | | | | | | | |
| | Confort Sonoro | | | | | | | NS | | | | PS | | | |
| Suelos | Características físicas | | | PS | PS | PS | | | | | | | | | |
| | Características químicas | | | | | | | NS | NS | NS | | | | | NS |
| | Erosión | | | | | | | | | | | | | | |
| Hidrología superficial | Calidad del agua | | | | | | | | | | | | | | |
| | Patrón de drenaje | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aprovechamiento del agua | | | | | | | | | | | | | | |
| Hidrología subterránea | Calidad del agua | | | | | | | | | | | | | | NS |
| | Recarga de acuíferos | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aprovechamiento del agua | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetación secundaria de bosque tropical subcaducifolio | Cobertura vegetal | | | S | | | | | | | | | | | |
| | Riqueza de especies | | | | | | | | | | | | | | |
| | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | | | | | | | | | | | | | | |
| Fauna | Distribución de especies | | | PS | PS | | | NS | | | | PS | | | |
| | Riqueza de especies | | | | | | | | | | | | | | |
| | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | | | | | | | | | | | | | | |
| Perceptual | Calidad estético-paisajística | | | S | | | S | PS | NS | NS | | | | | NS |
| Economía y empleo | Economía | | | | | | | PS | PS | | PS | S | | | |
| | Demanda de servicios | | | | | | | PS | PS | PS | PS | | | | |
| | Servicios básicos | | | | | | | | | | | S | | | |
| | Usos del suelo | | | PS | | | | | | | | | | | |
| | Percepción social del proyecto | | | | | | | | | | | S | | | |
| TOTAL DE IMPACTOS* | | 0 | 0 | 6- | 3- | 1- | 1- | 5-2+ | 2-2+ | 2-1+ | 2+ | 2-3+ | 0 | 0 | 3- |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

 Impactos Negativos  Impactos Positivos

Simbología: NS no significativo
S significativo

PS poco significativo

* Número de impactos negativos (-) y/o positivos (+) por acción del proyecto

4.8 Descripción de los impactos ambientales significativos identificados y evaluados.

La descripción de los impactos que se presentan a continuación corresponde a los impactos negativos, principalmente de aquéllos clasificados como significativos o cercanos a ello, y los impactos positivos. Con fines de facilitar la comunicación de esta información se presenta una descripción de los impactos que se estimaron se provocarán a cada factor y sus componentes ambientales.

Es importante aclarar que en este apartado se consideran de manera conjunta los impactos que se identificaron y evaluaron para la línea de alta tensión y la subestación eléctrica, ya que ambas obras constituyen el proyecto que nos ocupa y a que ambas se ubican sobre el mismo sistema ambiental.

4.8.1 Descripción de los impactos ambientales por factor ambiental

Impactos negativos

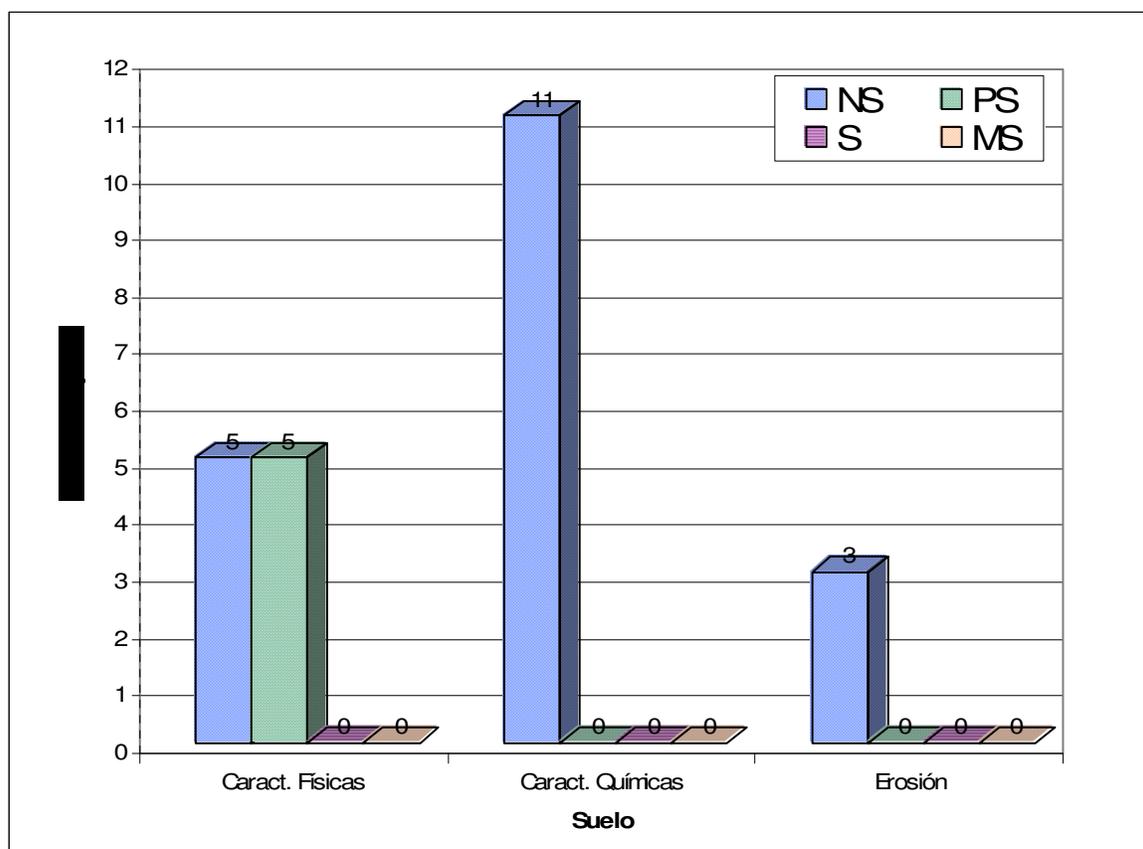
4.8.1.1 Suelo

Como se puede apreciar la Figura 8, la mayoría de los impactos identificados y evaluados se presentan sobre las características físicas y químicas el suelo. Para el suelo, en general, los valores de significancia resultaron en la mayoría de los casos como no significativos (79% de los impactos identificados), seguidos por los poco significativos, cuyo valor porcentual con respecto al total de los impactos evaluados es de 21%.

Con relación a los impactos que resultaron como no significativos en el factor suelo, uno de los criterios que juega un papel preponderante para ello es la(s) medida(s) de

mitigación disponible(s) para reducir el efecto, que se especifican en el capítulo de medidas de mitigación, así como la efectividad de las mismas, que en muchos de los casos aminoran el efecto por arriba de 60%.

Cabe mencionar que uno de los valores más altos obtenidos en la evaluación del factor suelo es el relativo a las características físicas del suelo como consecuencia del desmonte por apertura de brecha de maniobra y áreas de armado de torres y patio de tendido de la línea de alta tensión, lo anterior considerando esencialmente que el desmonte en dichas tierras es permanente y que las medidas de mitigación existentes (permitir el desarrollo del estrato herbáceo) no representan una eficiencia importante que permitan minimizar el impacto ambiental; sin embargo, es importante mencionar que dicho impacto se clasificó de magnitud moderada (4), de extensión puntual (2) y de duración mediana (6).

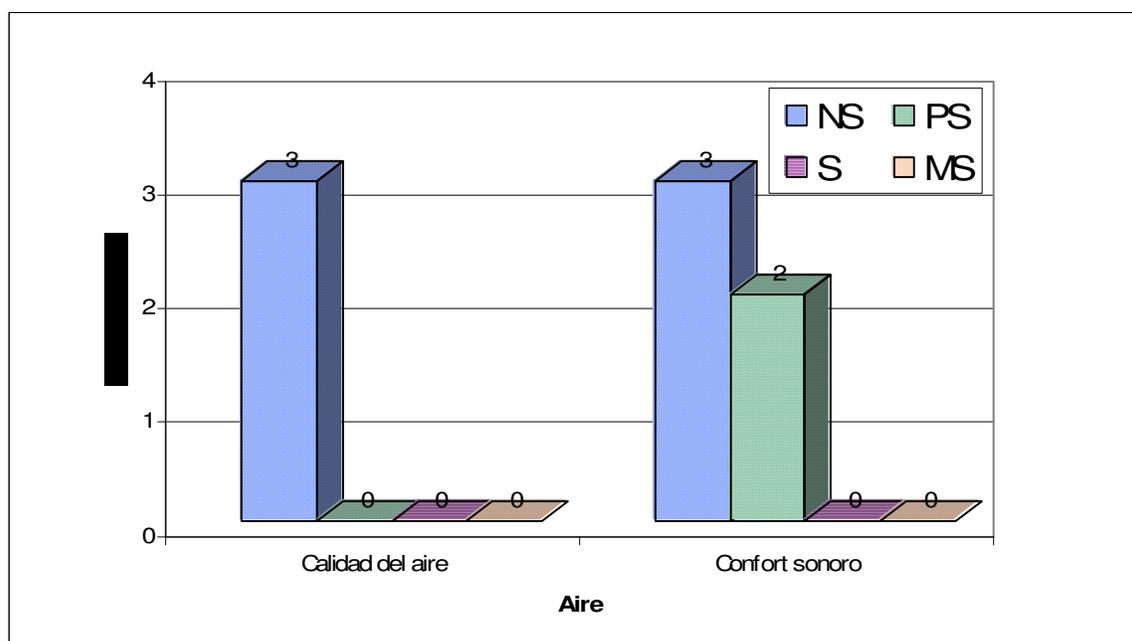


Fuente. Elaboración propia (NS no significativo, P Poco significativo, S significativo, MS muy significativo)

Figura 8. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor suelo

4.8.1.2 Aire

Dentro de los impactos identificados sobre el factor aire, la gran mayoría resultó como no significativos (Figura 9), principalmente debido a que la maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante las distintas etapas del proyecto, se someterán de manera periódica a un programa de mantenimiento a fin de disminuir las emisiones de contaminantes y de ruido, y, por ende, a la calidad del aire y el confort sonoro, lo cual ayudará a mantener los niveles de emisiones y de ruido dentro de los límites permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-080-SEMARNAT-1994.



Fuente. Elaboración propia (NS no significativo, P Poco significativo, S significativo, MS muy significativo)

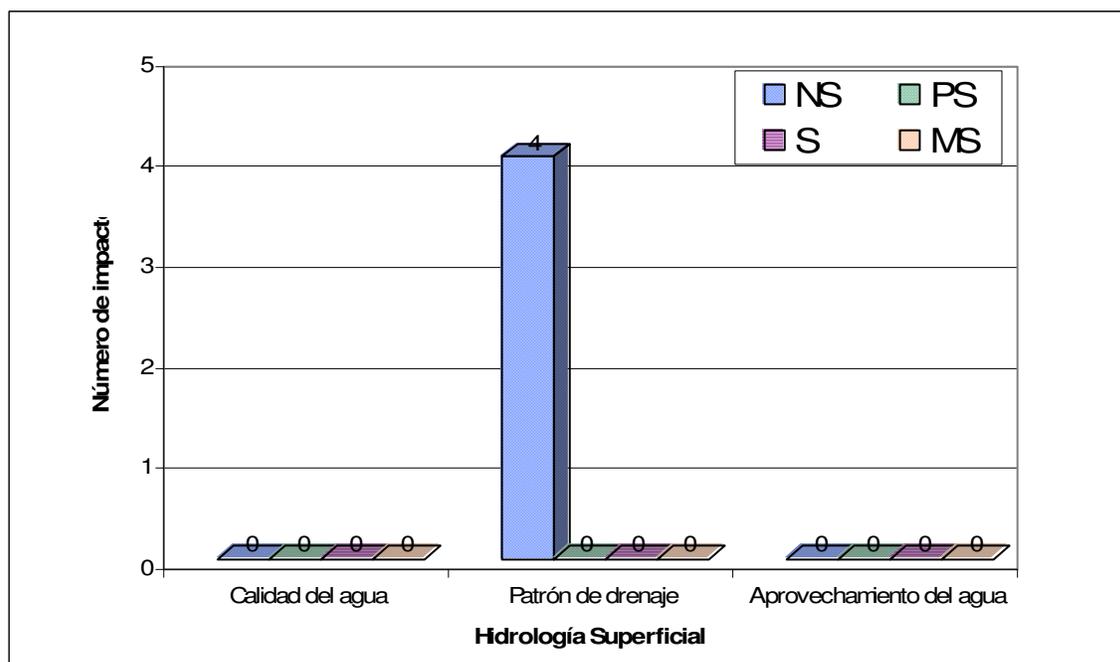
Figura 9. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor aire

4.8.1.3 Hidrología superficial

De acuerdo con la Figura 10, la mayor parte de los impactos identificados se presentan en el patrón de drenaje. Sin embargo, todos resultaron como no significativos, debido

básicamente a que se estima que las medidas de mitigación que se proponen para reducir dicho efecto pueden aminorarlo entre 30% a 60%. Para el caso de aquellos impactos indirectos hacia la hidrología superficial propiciados por las actividades que requieren de desmonte (apertura de áreas para hincado y armado de estructuras, apertura de brecha de maniobra y patrullaje, sistema de tierras, apertura de áreas para tensado de cables), el estrato herbáceo se recupera de manera natural en un corto plazo por el tipo de clima existente en el área de estudio.

Cabe mencionar que no se identificó impacto alguno sobre la calidad del agua de las corrientes acuáticas superficiales debido a que en el área de estudio no se registran ríos permanentes, siendo los únicos cuerpos de agua los bordos que se construyen como abrevaderos para el ganado vacuno, los cuales se estima que no serán afectados.

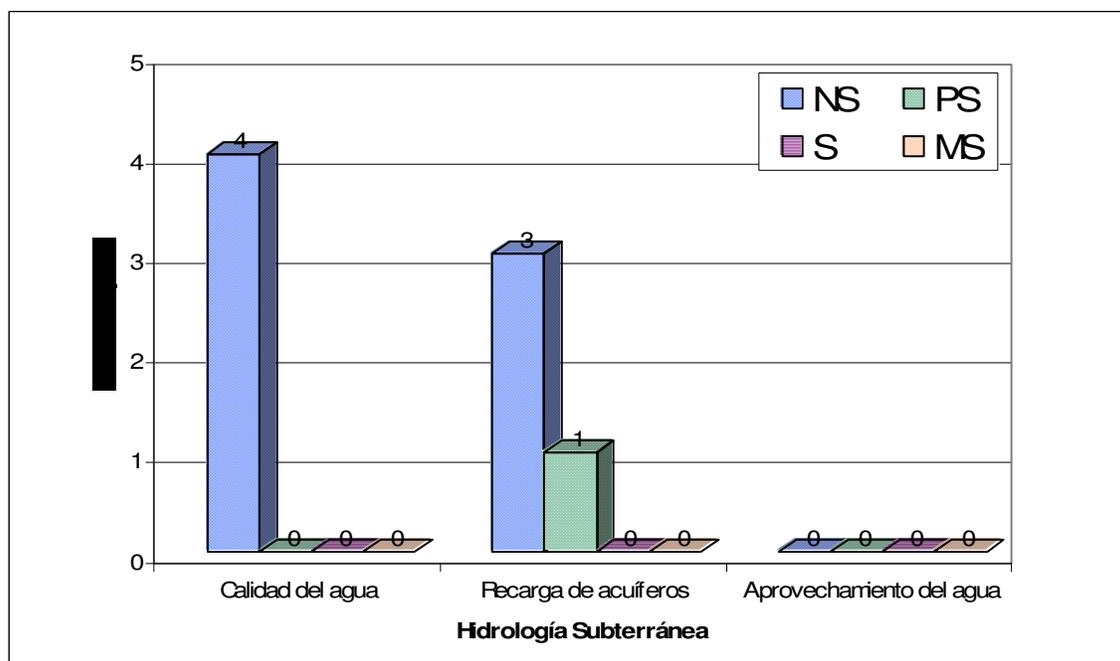


Fuente. Elaboración propia (NS no significativo, P Poco significativo, S significativo, MS muy significativo)

Figura 10. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor hidrología superficial

4.8.1.4 Hidrología subterránea

De acuerdo con la Figura 11, la mayor parte de los impactos identificados se presentan en la calidad del agua y en la recarga del acuífero. Sin embargo, la gran mayoría de los impactos evaluados resultaron como no significativos debido básicamente a que las medidas de mitigación que se proponen para reducir dicho efecto, se estima que generalmente pueden aminorarlo por arriba de 60% para el caso de la calidad del agua, y entre 30% y 60% para el caso de la recarga de acuíferos. Es importante mencionar que este potencial impacto es más factible de presentarse en la unidad de lomeríos del área de estudio, los cuales, por sus características edáficas y geológicas, son más permeables, en comparación con aquéllas que se presentan en la unidad de Valles con Llanos.



Fuente. Elaboración propia (NS no significativo, P Poco significativo, S significativo, MS muy significativo)

Figura 11. Número de impactos evaluados en los componentes del factor hidrología subterránea

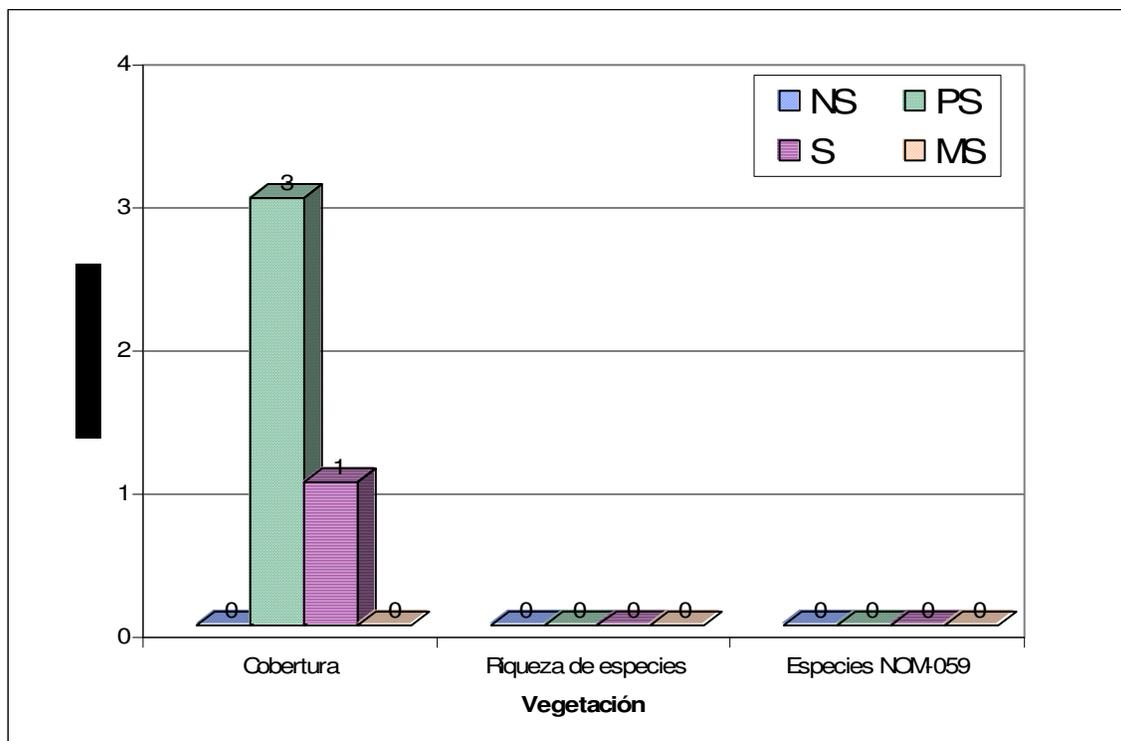
4.8.1.5 Vegetación

Todos los impactos identificados y evaluados se presentan sobre la cobertura vegetal, ya que no se registraron especies de flora en status de riesgo, de acuerdo con la NOM-059.-SEMARNAT-2001.

De acuerdo con los resultados de la evaluación de dichos impactos, todos aquellos identificados en el factor vegetación (cobertura vegetal) por la construcción de la línea de alta tensión se clasificaron como poco significativos (Figura 12) debido principalmente a lo siguiente:

- a) A pesar de que la duración de los efectos se calificó como mediana o larga, muchos de ellos se consideran como mitigables a través de las medidas de compensación a que hacen referencia los artículos 118 y 124 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.
- b) La vegetación que actualmente se presenta en el área de estudio, corresponde a diferentes estados sucesionales del bosque tropical subcaducifolio (selva mediana subcaducifolia), presentándose eventualmente sólo algunos ejemplares primarios de dicha vegetación.
- c) Una vez finalizadas las actividades de construcción del proyecto, sólo se dará mantenimiento a aquellas partes de la brecha de maniobra y patrullaje que se requieran para el acceso a las estructuras de soporte; en la superficie restante se permitirá la regeneración de la vegetación.
- d) La gran mayoría de las comunidades que se encuentran en el área de estudio presentan un estado de conservación bajo, con la presencia de varias especies indicadoras de disturbio

Con relación a la subestación es importante mencionar que el impacto identificado sobre la cobertura vegetal se clasificó como significativo, básicamente debido a que se realizará desmonte de todo el predio, a que la duración del efecto es larga y a que no existen medidas preventivas o que reduzcan el impacto hacia dicho componente ambiental.

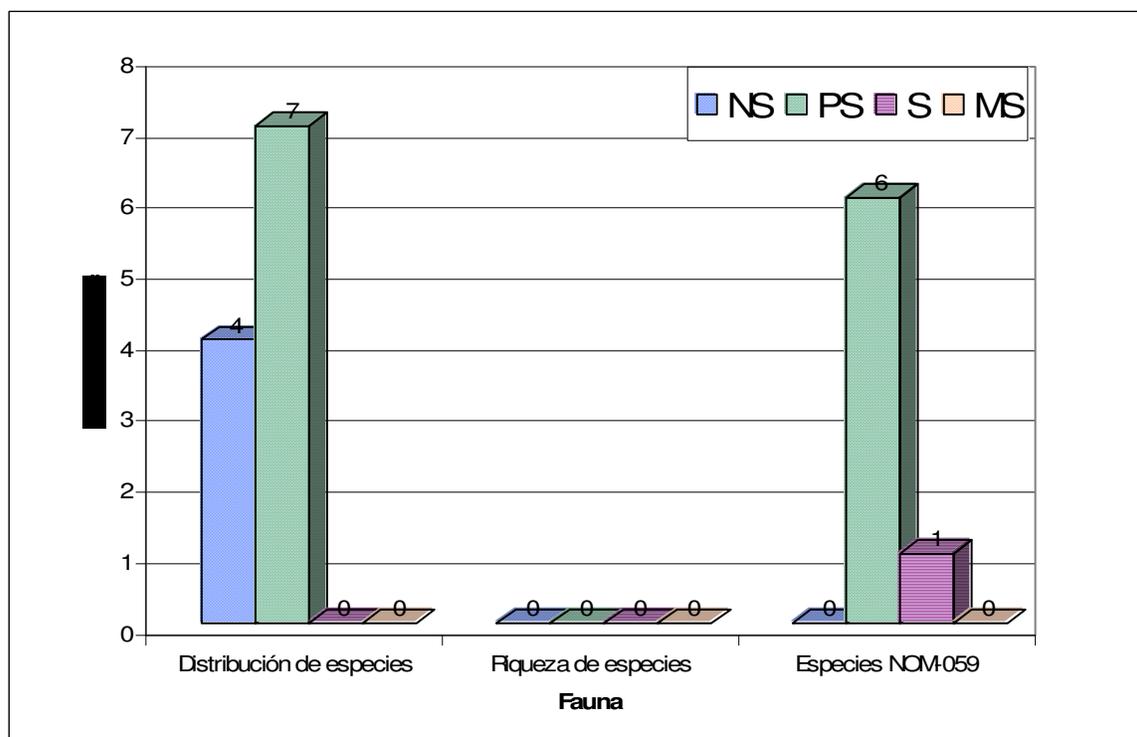


Fuente. Elaboración propia (NS no significativo, P Poco significativo, S significativo, MS muy significativo)

Figura 12. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor vegetación

4.8.1.6 Fauna

Como se observa en la Figura 13, los impactos de mayor significancia (poco significativos) se presentan en la distribución de la fauna y las especies con status de riesgo, de las cuales se registraron ocho en el área de estudio. De ellas, una corresponde a los anfibios, dos a los reptiles, cuatro a las aves y sólo una a los mamíferos.



Fuente. Elaboración propia (NS no significativo, P Poco significativo, S significativo, MS muy significativo)

Figura 13. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor fauna

Por otro lado, y con relación a las especies de aves y murciélagos con status, es importante mencionar lo siguiente:

- a) El sitio y los ecosistemas se encuentran muy antropizados como consecuencia de las actividades agrícolas y pecuarias, por lo que no son aptos por su actual uso para la conservación de especies. Asimismo, cabe mencionar que en el caso del anfibio *Rana berlandieri*, por sus hábitos semiacuáticos y por las actividades de construcción del proyecto, se presume que su potencial afectación es prácticamente nula.
- b) Considerando que la migración de las aves se presenta entre septiembre y abril de cada año, en que es frecuente observar diferentes especies de aves que llegan o pasan por nuestro país, y a que durante el muestreo de fauna no se observó algún fenómeno

de migración, se presume que el proyecto no incidirá en ninguna de las rutas migratorias establecidas en América.

En el supuesto de que se incidiera en alguna de las rutas migratorias, y considerando que la altura máxima de las torres es en promedio de 25 metros, que los cables conductores se ubican entre quince y veinte metros y que el cable de guarda se ubica a la misma altura de las torres (25 m), no se tendría efecto alguno sobre las aves migratorias, ya que su altura de vuelo va de 100 a 1500 m.

Las especies de aves que representan el mayor potencial de electrocución son las rapaces (INE-SEMARNAT, 2002; Avian Power Line Interaction Committee, 1994); sin embargo, considerando la experiencia de otros proyectos en operación en los que no se han reportado problemas de electrocución o choque de aves, se presume que con el nuevo proyecto no se presentarán impactos significativos a las poblaciones de rapaces.

- c) En lo relativo a los murciélagos, se establece que la separación de especies simpátricas en un espacio tridimensional es un mecanismo común de separación de nichos y sirve para promover la diversidad de especies; asimismo, muchos estudios han demostrado que los murciélagos, al igual que las aves y los primates, también utilizan una estratificación vertical (Ascorra *et al.*, 1996; Bernard, 1998 y 2001; Francis, 1990; Kalko and Handley, 1996; Simmons and Voss, 1998); es decir, mientras algunas especies de murciélagos se alimentan y forrajean en el dosel bajo, otras lo hacen sobre los recursos del dosel, así como hay otras especies que no muestran una clara preferencia sobre algún nivel particular del bosque.

Considerando lo anterior, y que la altura máxima de las estructuras del proyecto será en promedio de 25 metros, que los cables conductores se ubicarán entre quince y

veinte metros y que el cable de guarda se instalará a la misma altura de las torres (25 m) se presume lo siguiente:

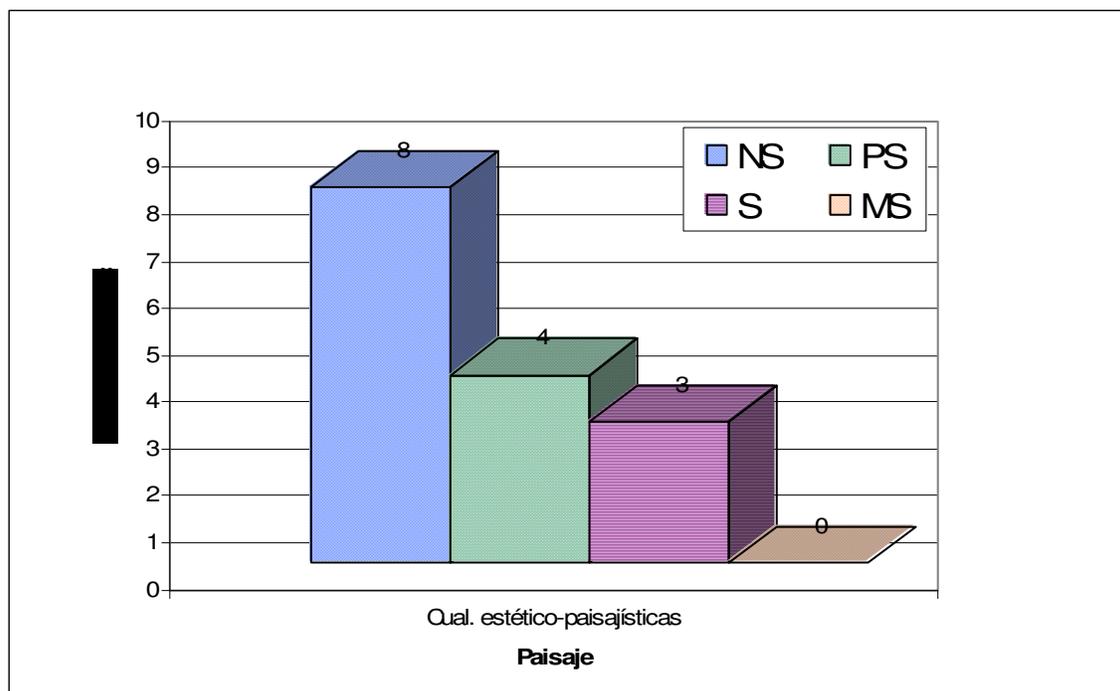
- ❖ La especies capturadas durante el muestreo de fauna para la elaboración de la MIA, se alimentan todas en el estrato bajo; aunado a la envergadura de las alas, el riesgo de sufrir choque con los cables conductores o de guarda es prácticamente nulo. Tal es el caso del murciélago hematófago, *Desmodus rotundus*, que depende de la presencia de mamíferos grandes y medianos, los cuales se restringen al dosel bajo (Bernard, 2001), y de las especies del género *Sturnira*, las cuales se alimentan de una variedad de frutos y de pequeños arbustos de solanáceas, abundantes únicamente en el estrato bajo.
 - ❖ Las especies de murciélagos con el mayor potencial de impacto por el desarrollo del proyecto, serían las pertenecientes a la familia *Mollossidae*, las cuales vuelan por encima del dosel (Kalko *et al.*, 1996); sin embargo, y de acuerdo con el listado potencial de quirópteros que se han registrado en el área del estudio de caso del proyecto, la representación de dicha familia es prácticamente ausente.
- d) Por lo anterior, y considerando la experiencia de otros proyectos de transmisión en la región, en los que no se han reportado problemas de electrocución o choque de murciélagos, se presume que la factibilidad de impactar sobre las poblaciones de murciélagos es escasa o nula.

4.8.1.7 Paisaje

Uno de los factores ambientales de mayor afectación por el desarrollo del proyecto es el paisaje. Como se puede observar en la Figura 14, la mayor parte de impactos resultaron no significativos, seguidos por los poco significativos y los significativos, respectivamente.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se estiman impactos no significativos o poco significativos debidos básicamente a que los mismos generalmente se clasifican como de extensión local, a que su duración será mediana y, principalmente, a que en varios casos existen medidas de mitigación cuya eficiencia, se calcula, puede reducir el impacto en más de 60%.

Para el caso de los impactos resultantes como significativos (hincado y armado de estructuras, tendido y tensado de cables y vestido de estructuras, para el caso de la línea de alta tensión, y por la limpieza del terreno y montaje de equipo; armado, montaje y vestido de estructuras; y tendido y tensado de cables para el caso de la subestación), éstos resultaron de tal forma considerando que esencialmente que la duración del impacto es larga y que no existen medidas de mitigación que eviten o minimicen el efecto.



Fuente. Elaboración propia (NS no significativo, P Poco significativo, S significativo, MS muy significativo)

Figura 14. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del paisaje

Impactos positivos

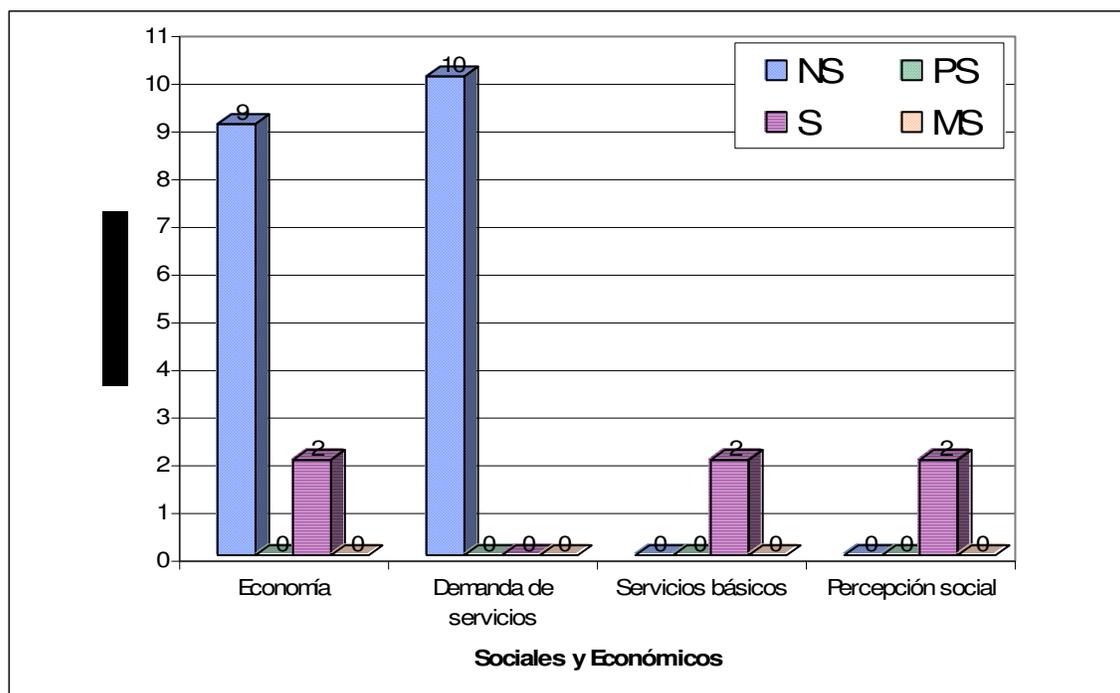
El objetivo de incluir el análisis del medio socioeconómico en el estudio de impacto ambiental radica en que este sistema se ve profundamente modificado por la nueva infraestructura. En muchos casos este cambio es favorable, pero existen otros cuyo carácter es negativo. Todos ellos hay que tenerlos en cuenta a la hora de evaluar el impacto que produce un proyecto. Además, no debe pasarse por alto que el medio físico y el 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.

Es importante mencionar que la presente evaluación del medio socioeconómico se enfoca a valorar los impactos que se tendrían como consecuencia de la ejecución del proyecto, sin considerar de manera prioritaria dichos impactos hacia la población como consecuencia de la afectación de los recursos naturales, es decir, de los bienes y servicios que dichos recursos ofrecen a la población.

4.8.1.8 Socioeconómicos

Aunque no se realiza la evaluación integral de los impactos positivos debido a que no aplica el criterio de las medidas de mitigación, considerando los resultados obtenidos del índice de impacto (significancia parcial), la mayor parte de los impactos hacia este factor se clasifican como poco significativos o significativos (Figura 15).

De los impactos poco significativos, éstos se presentan principalmente hacia la economía local y los servicios que se requerirán de las comunidades, como es el caso del mantenimiento de la maquinaria, equipo y vehículos y la disposición de los residuos urbanos.



Fuente. Elaboración propia (NS no significativo, P Poco significativo, S significativo, MS muy significativo)

Figura 15. Número de impactos evaluados en los componentes ambientales del factor socio-económico

Para el caso de los impactos significativos, éstos se presentarán especialmente en la economía local y regional, los servicios básicos y la percepción social, como consecuencia de la operación del proyecto, ya que con la ejecución del proyecto se reforzará la infraestructura eléctrica de la región en que se ubica el proyecto y se mejorará la calidad del servicio eléctrico y, en consecuencia, de aquéllos dependientes de dicho servicio eléctrico.

Es importante señalar que dentro del factor socioeconómico, el único componente que presenta impactos negativos es el uso de suelo, ya que el cambio que se requiere para la ejecución del proyecto, reduce los usos que tienen y, en consecuencia, los beneficios que se obtienen por la producción de la tierra. A pesar de lo anterior, el impacto se clasificó como poco significativo.

4.8.2 Descripción de los impactos ambientales por etapa del estudio de caso

4.8.2.1 Etapa de preparación del sitio y construcción

4.8.2.1.1 *Línea de alta tensión (LAT)*

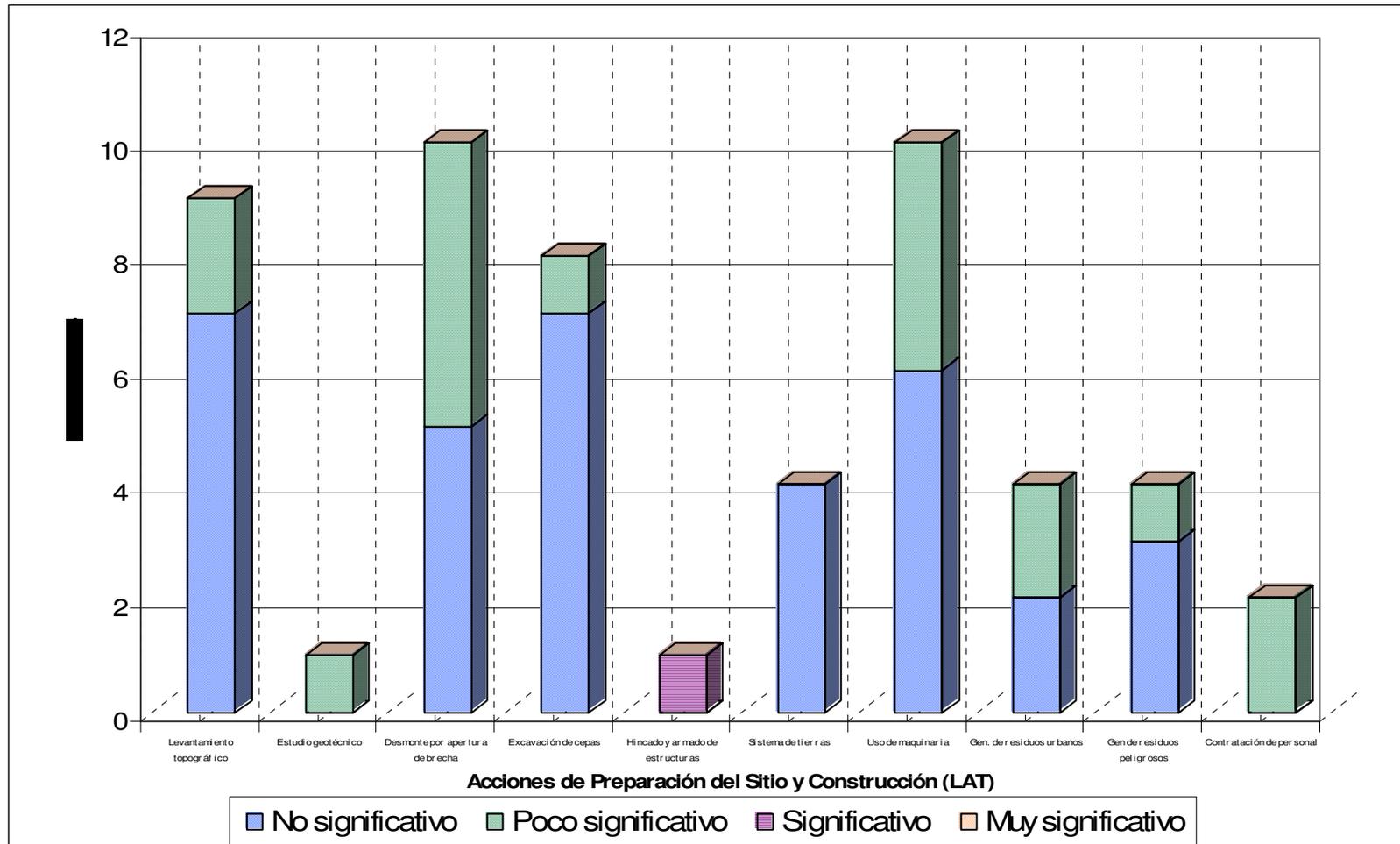
De acuerdo con las Figura 16, el mayor porcentaje de los impactos identificados en esta etapa para la línea de alta tensión, resultaron no significativos, seguido por los poco significativos y, finalmente, los significativos.

En cuanto a las actividades de la obra, la que podría causar el mayor número de impactos es el desmonte por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado y patio de tendido, el uso de maquinaria, equipo y vehículos y el levantamiento topográfico. Las actividades de menor impacto negativo corresponden al estudio geotécnico y al hincado y armado de estructuras, tendido y tensado de cables y vestido de estructuras.

4.8.2.1.2 *Subestación eléctrica (SE)*

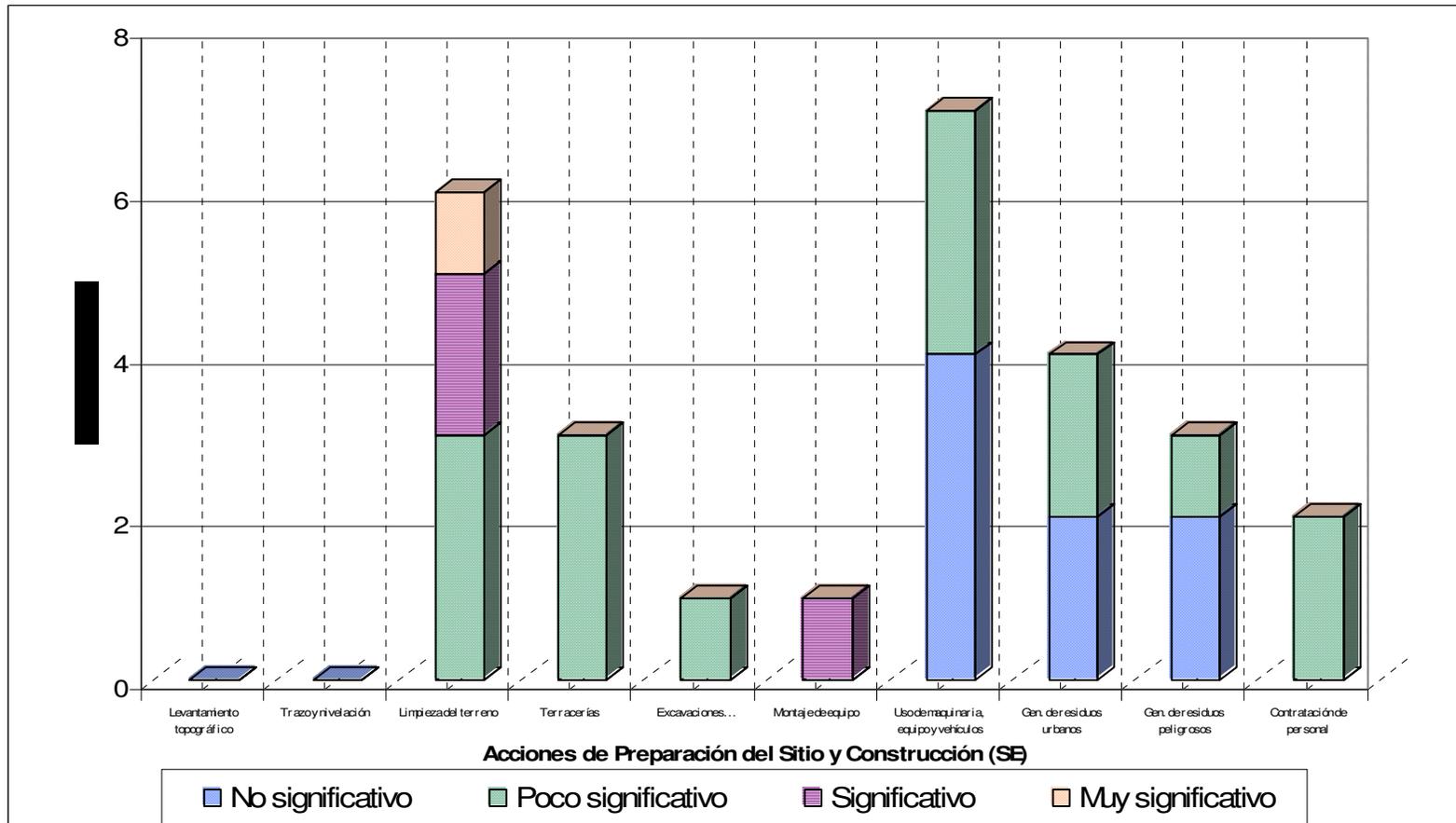
De acuerdo con la Figura 17, el mayor porcentaje de los impactos identificados en esta etapa para la subestación eléctrica, resultaron poco significativos, seguido por los no significativos y, finalmente, los significativos.

En cuanto a las actividades de la obra, la que podría causar el mayor número de impactos es el uso de maquinaria, equipo y vehículos y el desmonte por la limpieza del terreno.



Fuente. Elaboración propia

Figura 16. Número de impactos evaluados por actividad para la etapa de preparación del sitio y construcción de la Línea Alta Tensión (LAT)



Fuente. Elaboración propia

Figura 17. Número de impactos evaluados por actividad para la etapa de preparación del sitio y construcción de la Subestación Eléctrica (SE)

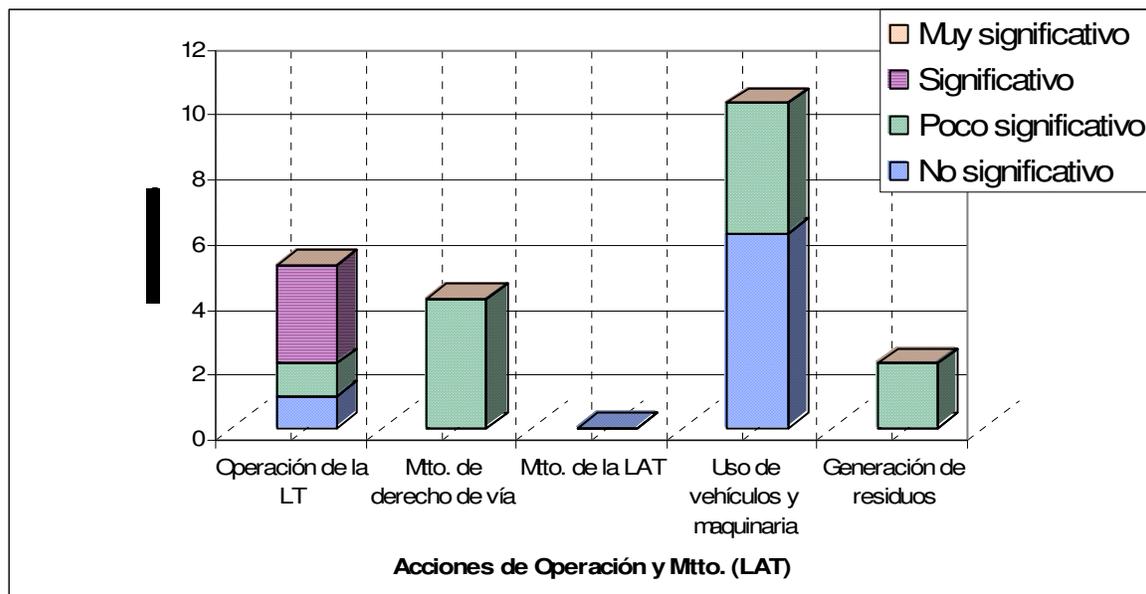
4.8.2.2 Etapa de operación y mantenimiento (Mtto.)

4.8.2.2.1 Línea de alta tensión

Con respecto a la etapa de operación y mantenimiento, el mayor número de impactos negativos identificados se presentó con el uso de maquinaria y vehículos, seguido por la operación de LAT, el mantenimiento (Mtto.) del derecho de vía y finalmente la generación de residuos (Figura 18).

Del total de impactos negativos identificados y evaluados en esta etapa (21), 52% corresponde a impactos poco significativos, 33% a no significativos y 14% a los significativos. No se obtuvieron impactos muy significativos.

Es importante mencionar que en esta etapa se presenta la mayor cantidad de impactos positivos significativos.



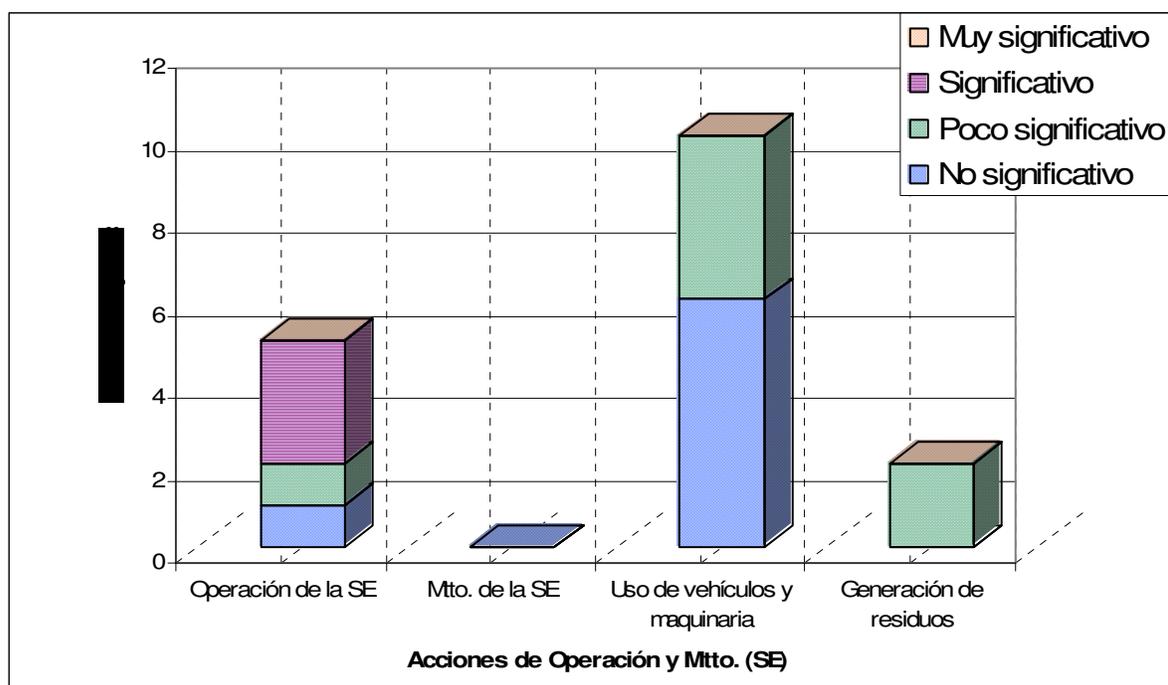
Fuente. Elaboración propia

Figura 18. Número de impactos evaluados por actividad para la etapa de operación y mantenimiento de la Línea de Alta Tensión (LAT)

4.8.2.2.2 Subestación eléctrica

Con respecto a la etapa de operación y mantenimiento para la SE, el mayor número de impactos negativos identificados se presentó con el uso de maquinaria y vehículos, seguido por la operación de SE, la generación de residuos y, finalmente, el mantenimiento (Mtto.) de la subestación eléctrica (Figura 19).

Del total de impactos negativos identificados y evaluados en esta etapa (8), 37% corresponde a impactos no significativos, 37% poco significativos y 25% a los significativos. No se obtuvieron impactos muy significativos.



Fuente. Elaboración propia

Figura 19. Número de impactos evaluados por actividad para la etapa de operación y mantenimiento de la Subestación Eléctrica (SE)

5. DISCUSIÓN GENERAL

La *calidad de los estudios de impacto ambiental* es, hoy por hoy, uno de los principales puntos que necesita mejora en el sistema de evaluación de impacto ambiental, tratándose de un problema general a todas las administraciones. En este sentido, es preciso realizar una labor de divulgación y sensibilización ambiental entre los promotores con la finalidad de involucrarles realmente en el objetivo de los estudios ambientales, y que éstos no se aporten como una documentación de trámite burocrático. Al día de hoy la experiencia acumulada demuestra que cuando se acepta a trámite documentación de baja calidad, que en un primer momento aparenta cumplir el contenido definido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental pero, que una vez revisada con detalle, se observa que presenta grandes carencias en cuanto a contenido, se inicia un largo y arduo periodo de solicitud de subsanaciones, cuyas respuestas en muchas ocasiones no resultan del todo satisfactorias, terminando el proceso con la emisión de la correspondiente declaración de impacto ambiental con un extenso condicionado, y en una acumulación de trabajo y tiempo para el órgano ambiental, sustantivo y promotor. Por ello, una mejora en la calidad de los estudios repercutirá no sólo en la contribución en una mejor toma de decisiones por la administración, sino en una mayor agilidad de tramitación para los promotores (González, *et al.*, 2006).

Por más cuidadoso que se desarrolle un estudio de impacto ambiental, el *desconocimiento de los ecosistemas* y la falta de series históricas crearán, siempre, incertidumbre sobre sus consecuencias con el ambiente. Ese hecho acarrea dificultades metodológicas al estudio de impacto ambiental. Debido a la gran diversidad de métodos de evaluación de impactos ambientales existentes, donde muchos no son compatibles con nuestras condiciones socioeconómicas y políticas, se hace necesario seleccionarlos de acuerdo con nuestras propias condiciones y muchas veces hasta adaptarlos, por medio de modificaciones y/o revisiones, para que sean realmente útiles en la toma de decisión de

un proyecto. Queda, entonces, a criterio de cada equipo técnico, la selección de aquél(los) método(s) apropiado(s), o parte(s) de éstos, de acuerdo con las actividades propuestas. No existe una metodología completa e ideal que atienda a los diferentes estudios de impacto ambiental existentes y sus respectivas fases. La selección de la(s) más apropiada(s), además de atender los requisitos y normas legales establecidos para la ejecución de los estudios, es función del tiempo, de los recursos financieros disponibles y, en algunos casos, de los datos existentes. Sin embargo, es importante seleccionar metodologías en la medida en que sus principios puedan ser utilizados o adaptados a las condiciones específicas de cada estudio ambiental y de cada realidad local y nacional (Robeiro de Almeida, 2008).

La *delimitación del área de estudio o sistema ambiental* se realiza en el mayor de los casos considerando el sistema estructural, dejando de lado el sistema funcional o de procesos. De acuerdo con Robeiro de Almeida (2008), el concepto de sistema es esencialmente funcional, pudiendo ser aplicado a las comunidades de plantas o a grupos humanos complejos. El ambiente está compuesto por todas las partes externas, en las cuales el sistema existe y está integrado, y representa un sistema de orden más elevado, del cual el elemento que está siendo examinado es una parte. Así, modificaciones en los primeros elementos traerán modificaciones directas en los valores de los elementos contenidos en el mismo. Los sistemas ambientales siempre están funcionando por medio de fluctuaciones en el abastecimiento de materia y energía. Además, el ajuste interno de los mismos permite que haya absorción de fluctuaciones dentro de determinada amplitud, sin que el estado sea modificado. Cuando las fluctuaciones ocurren en este segmento de amplitud y el sistema se mantiene estabilizado frente a esas oscilaciones, éste se encuentra en estado estacionario “*steady state*”.

Aunque el término *evaluación de impacto ambiental y social* está ahora de moda, en realidad el análisis de los impactos ambientales y sociales proviene de “dos pistas separadas”, con poca o nula integración a través del proceso de evaluación (Scout-Brown,

2006.). Un proyecto sostenible es aquél que permite la coexistencia armónica de las partes económica, social y ambiental. Es indispensable evaluar esta parte socioeconómica por la estrecha relación de las actividades productivas y el ambiente (González, *et al.*, 2006). Considerando lo anterior, el análisis de los impactos debe considerarse por medio de sistemas ambientales. El sistema se define como el conjunto de unidades (componentes) que se relacionan entre sí. Esas unidades tienen elementos integrantes que se encuentran interrelacionados, uno dependiendo de otro, y con propiedades comunes. El grado de organización de los sistemas permite que pueda ejercer la función de un todo, que sea mayor que la suma de sus partes. Cada unidad tiene su estado controlado, condicionado o dependiente del estado de las otras unidades (Robeiro de Almeida, 2008).

El *juicio de valor* es un concepto que representa la resolución de costos y beneficios en la mente de cada individuo, en relación a un determinado acto, en un determinado tiempo. El juicio más negativo es indicado cuando hay una solicitud de moratoria, sobre un proyecto; el más positivo representa un entusiasta apoyo de la comunidad (Sucov y Liang, 1975). Para Webler *et al.* (1995), existen tres razones principales para la inclusión de la participación pública en la evaluación de impactos ambientales y sociales. En primer lugar, la idoneidad de la decisión final es más elevada cuando se incluye el conocimiento local y se examina públicamente el conocimiento de especialistas. Segundo, la legitimidad del resultado final es más alta cuando las partes potencialmente afectadas tienen la coyuntura de declarar los propios argumentos antes de los especialistas y poseen oportunidades iguales para influir en la decisión o, sea, el proceso es justo. Tercero, la participación pública se identifica como una conducta apropiada del gobierno democrático en actividades de toma de decisiones públicas. A pesar de los beneficios conocidos, se perciben ciertos riesgos de parte de aquéllos que se resisten a involucrar lo público en el procedimiento de evaluación del impacto ambiental. Según el PNUMA (1996), muchos de los riesgos asociados al involucrar al público pueden evitarse con una planificación correcta. Tal vez la falta de consulta y de participación puedan causar, a largo plazo, un riesgo mucho mayor para los proyectos.

Con el fin de *apoyar en el proceso de evaluación* de los impactos ambientales es recomendable que:

- ✓ En la *planificación de los proyecto* y, con anterioridad a la concepción del proyecto, se incluya el proceso de evaluación de las políticas, planes o programas existentes en la entidad de que se trate, es decir, que se lleve a cabo la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). La EAE es un instrumento de planeación que se concibe con la finalidad de contribuir a un modelo de desarrollo sostenible, que supone extender y anticipar la evaluación ambiental a etapas de la planificación más generales y anteriores a la de redacción de proyectos, introduciendo las consideraciones ambientales en el proceso de planificación y de toma de decisiones estratégicas (Instituto Nacional de Ecología, 2000).

- ✓ Las *administraciones públicas* deben realizar un esfuerzo para generar y compilar la información ambiental y facilitar su acceso al ciudadano, aumentando los recursos humanos y materiales para facilitar esta información. Para ello, es imprescindible la implantación de Sistemas de Información Geográfica con distintas capas ambientales y la utilización de internet.

Un aspecto importante a destacar en este rubro es la carencia de ordenamientos ecológicos, regionales o locales, de la totalidad del país que, desde un punto de vista metodológico, deberían constituir una herramienta de "primer piso", que facilite la toma de decisión en materia de evaluación del impacto ambiental. Desde el punto de vista teórico, bastaría conocer las características generales de un proyecto y las políticas territoriales asignadas a través del ordenamiento ecológico al área en donde se pretende desarrollar, para decidir en forma inmediata si existe la posibilidad de autorizar el proyecto, o se debe rechazar en ese momento. Su alcance previsto es aún mayor, pues las personas interesadas en

desarrollar un proyecto podrían consultar en forma previa el ordenamiento ecológico de la zona en donde pretendieran establecerse y elegir un sitio con una política territorial que permitiera su desarrollo. En una siguiente fase, elaborarían un proyecto que cumpliera con las pautas establecidas en el ordenamiento ecológico para posteriormente someter su proyecto al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, pero ya con la certeza de que sería autorizado en los términos que dicte la autoridad competente. El problema de este instrumento ha sido la lentitud con la que se desarrolla, debido a su complejidad (Instituto Nacional de Ecología-Semarnat, 2000).

- ✓ Debe también señalarse la falta de *mecanismos efectivos de coordinación* entre diferentes instituciones: a) Entre la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) y las distintas autoridades de la administración pública federal encargadas de regular las obras o actividades sujetas a evaluación. b) entre la Semarnat y la SHCP para generar incentivos que promuevan el cumplimiento de la legislación ambiental en materia de impacto ambiental, como la deducibilidad de impuestos por la contratación de servicios ambientales, la realización de estudios o dictámenes, y la ejecución de programas de mitigación o compensación, entre otros. c) entre la DGIRA y la Profepa como autoridad encargada de verificar y monitorear las medidas de mitigación o compensación establecidas en las condicionantes de los resolutivos de impacto ambiental. d) entre la DGIRA y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de acuerdo a lo dispuesto en la Ley de Información Estadística y Geográfica, a fin de ir sistematizando la información en sistemas electrónicos y a escalas compatibles. e) Entre la DGIRA, la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos y la Comisión Nacional Forestal, a fin de coordinar las actividades de conservación de suelos con el uso de los recursos que se depositan en el Fondo Forestal Mexicano y dar transparencia al manejo de los recursos financieros que se proveen como medida de compensación por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

- ✓ Aunque los procesos de *consulta pública* están claramente establecidos dentro del procedimiento de evaluación del impacto ambiental, en muchos casos sigue siendo un proceso unidireccional (Scout-Brown, 2006). El término “público”, normalmente utilizado en la documentación y literatura relativa a la evaluación de impactos ambientales puede estar sujeto a diferentes interpretaciones. Tanto puede hacer referencia a “lo popular”, como “a un conjunto de personas que asisten a un espectáculo, a una reunión...”. Lo que observamos en el desarrollo histórico de las evaluaciones, sin embargo, es que prevalece la última definición. En este sentido, el público ha sido incorporado al final del proceso tan sólo como espectador y receptor de informaciones (Robeiro de Almeida, 2008).

En particular, los aspectos que precisan mejora se corresponden con: a) el procedimiento de evaluación de impacto ambiental debe mejorar su "visibilidad" ya que los anuncios de los periodos de información pública de los estudios de impacto ambiental en los Boletines Oficiales correspondientes y en los tabloneros de anuncios de las corporaciones locales pueden no ser suficientes, debiendo explorarse otros medios como el uso de los medios de comunicación social (González, *et al.*, 2006). En los Estados Unidos, por ejemplo, las evaluaciones de impactos ambientales se reflejan en un documento denominado Estudio de Impacto Ambiental “*Environmental Impact Statement*” (EIS). La agencia responsable de la evaluación emite un aviso de intención “*Notice of Intent*” (NOI), que es enviado a otras agencias federales, estatales y locales, a los impulsores del proyecto y a los grupos e individuos interesados. A continuación, con el intento de discutir el desarrollo del EIS, es realizada una reunión sobre el alcance del proyecto “*scoping meeting*” en el cual se ha observado una creciente participación de representantes de la comunidad. Mientras transcurre el proceso de evaluación, el público tiene acceso al borrador “*draft*” del EIS para comentarios y solicitud de esclarecimientos que pueden ser incorporados o

anexados a la versión final del documento (Robeiro de Almeida, 2008), b) la legislación estatal vigente no obliga a exponer al público los estudios de impacto ambiental en los ayuntamientos, donde se supone que debe residir el público más afectado directamente por el proyecto. No obstante, la flexibilidad del procedimiento puede facilitar esta exposición, c) en obras con notables trascendencias sociales y ecológicas el promotor debe hacer un sobreesfuerzo para su motivación en la fase de definición de proyecto, con lo que se evitaría, muchas veces el ambiente propicio para la suspicacia, o la idea de que las decisiones ya han sido tomadas de antemano y d) es necesario habilitar lugares de exposición al público en donde los interesados puedan consultar el estudio ambiental (González, *et al.*, 2006).

- ✓ En la mayoría de los casos, el foco de la evaluación de impacto ambiental es obtener la aprobación del proyecto, más que una herramienta de planeación sobre la vida de un proyecto. Consecuentemente poca atención se ha prestado al **monitoreo y seguimiento** para asegurar que los compromisos de la evaluación de impacto ambiental sean implementados y que las medidas de mitigación funcionan (Scout-Brown, 2006). El monitoreo o la vigilancia ambiental se resume al uso de protocolos predeterminados, procurando detectar alteraciones ambientales que puedan causar daños sobre los procesos ecológicos o a la salud humana. Es por eso que los objetivos de programas de monitoreo deben ser cuidadosamente definidos, ya que el simple inventario continuo de datos puede no tener aplicación real o potencial. Es necesario desarrollar estrategias de modo que se pueda asegurar la evaluación de medidas de contaminación reales o potenciales; adecuar el esfuerzo de monitoreo a normas jurídicas de control de contaminación y definir estándares de distribución espacio-temporal con un mínimo esfuerzo y máxima previsibilidad (Robeiro de Almeida, 2008). Se considera deseable que, junto con el contenido mínimo de estas estrategias de seguimiento, se estableciera normativamente la obligación de incorporar en toda

actividad un técnico ambiental que asuma la dirección ambiental del proyecto (sin perjuicio, y junto, al correspondiente director facultativo), es decir, que se responsabilice de la adopción de las medidas y de la ejecución del programa de vigilancia (realizando las actuaciones materiales oportunas), tal y como, por otra parte, viene siendo usual en muchas declaraciones de impacto en las que, como condicionamiento, se establece dicha figura. Esta obligación, que debería establecerse normativamente, no sólo tiene sentido para las actividades privadas sino también para las públicas (González *et al.*, 2006)

La efectiva coordinación entre la Dirección General de Impacto y Riesgo y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), aunado a la falta de personal por parte de la Profepa para verificar las condicionantes que se incorporan en algunas de las resoluciones de impacto ambiental, dejan sin sanción alguna el incumplimiento de las mismas, por lo que en muchas de las ocasiones no se cuenta con la evidencia de la eficacia y efectividad de las medidas de mitigación propuestas por el propio promovente y aquéllas que impone la propia autoridad ambiental.

6. CONCLUSIONES

La mayoría de los evaluadores de proyectos eléctricos optan por metodologías tradicionales que resultan de fácil aplicación, bajo costo y corto tiempo de evaluación, pero que desafortunadamente son altamente subjetivas y en muchos casos no evalúan todas las etapas del proyecto (Bojórquez-Tapia, 1989).

En los Estados Unidos de América es donde se han realizado más trabajos de evaluación de impactos ambientales y, por consiguiente, donde se han desarrollado más metodologías para los mismos. Hasta la fecha se han preparado muchas, pero ninguna de ellas tiene una dimensión o un carácter general. Así pues, aunque existe gran cantidad de modelos, son pocos los que están sistematizados. Debido a tal diversidad de métodos de evaluación de impactos ambientales existentes, donde muchos no son compatibles con nuestras condiciones socioeconómicas y políticas, se hace necesario seleccionarlos de acuerdo con nuestras propias condiciones y muchas veces hasta adaptarlos, por medio de modificaciones y/o revisiones, para que sean realmente útiles en la toma de decisión de un proyecto. Queda, entonces, a criterio de cada equipo técnico, la selección de aquél(los) método(s) apropiado(s), o parte(s) de éstos, de acuerdo con las actividades propuestas. La selección de la(s) más apropiada(s), además de atender los requisitos y normas legales establecidos para la ejecución de los estudios, es función del tiempo, de los recursos financieros disponibles y, en algunos casos, de los datos existentes. Sin embargo, es importante seleccionar metodologías en la medida en que sus principios puedan ser utilizados o adaptados a las condiciones específicas de cada estudio ambiental y de cada realidad local y nacional.

El método de Bojórquez-Tapia (1998) ofrece una alternativa a los proyectos del sector eléctrico, considerando que generalmente puede adaptarse a cualquier tipo de proyecto; la excepción la constituyen los proyectos muy complejos, como es el caso de las centrales hidroeléctricas. Aunado a lo que se listan como ventajas en el apartado 2.4.4, este método presenta la gran ventaja de que la escala de enjuiciamiento puede establecerse en función

de las características de cada tipo de proyecto, así como de la disponibilidad de la información físico-biótica y socio-económica del área de estudio de que se trate. Este punto es de crucial importancia en casos como México, en donde generalmente la falta de información local no permite aplicar otras metodologías de mayor rigor, como es el caso de las de Gómez-Orea (2003) y Fernández-Vítora (1995, 1997).

Conocer a fondo las consecuencias ambientales de un proyecto, en el entorno de una determinada área, es precisamente el objetivo de las evaluaciones de impacto. Lo que se ha puesto de manifiesto es que, al trabajar en las evaluaciones de impacto ambiental, la percepción de los problemas ambientales es diferente, más encajada y más concreta. Esto ya sería suficiente para justificar estos estudios, que cumplen los objetivos y reúnen las características de la temática ambiental:

- ❖ Interdisciplinaria, además de multidisciplinaria, en el estudio de los problemas;
- ❖ Percepción global e integrada de la problemática ambiental;
- ❖ Enfoque dirigido en la búsqueda de soluciones eficaces a problemas concretos y complejos.

En los proyectos existe un notable número de factores ambientales que es preciso considerar y, además, evaluar a algunos de ellos. La forma de actuar sería:

- ❖ Identificación de los factores ambientales a través de cualquier método específico;
- ❖ Aplicación de métodos de predicción de efectos. En esta fase hay que estudiar las implicaciones correspondientes a cada factor ambiental, en cada uno de los grandes componentes o sistemas del medio (atmósfera, hidrosfera, litosfera, biosfera, utilización de recursos naturales y componente social), sin dejar de ver la integralidad del sistema;
- ❖ Aplicación de un modelo o técnica de interpretación;
- ❖ Evaluación final de los impactos físico-bióticos y socio-económicos;

- ❖ Evaluación global del impacto ambiental del proyecto.

En los países en vías de desarrollo pueden reducirse los costos adicionales de salvaguarda y protección del medio si se aplican estándares ambientales, de acuerdo con la etapa de desarrollo del país y los requisitos del proyecto. Éstos no tienen por qué ser tan rígidos como en los países desarrollados, en los que son frecuentes las grandes concentraciones industriales. Mediante estos estudios ambientales podrán trabajar, en gran número y de forma verdaderamente interdisciplinaria, aquellos profesionales de las distintas áreas que integran estos estudios multi- e interdisciplinarios: economistas, ingenieros, físicos, químicos, ecólogos, biólogos, sociólogos, geógrafos, abogados, médicos, etc.

Universidad Autónoma de Yucatán, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional, LT Sabancuy II-Puerto Real, SE Puerto Real y LT Puerto Real Entronque Ciudad del Carmen-Concordia*. México.

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, Línea de Transmisión Papanoa-San Jerónimo*. México.

Universidad de Sonora, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT Nacozari-Nuevo Casas Grandes II*. México.

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT Chilpancingo Potencia Entronque Chilpancingo-Chilapa*. México.

Desarrollo Regional Especializado Consultores Asociados S.A. de C.V., s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT Carapan II-Zamora Potencia*. México.

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT Altamirano II-Placeres del Oro*. México.

ANEXO A

**Definición de las actividades para
las etapas que conforman
el estudio de caso.**

A) Actividades que pueden ocasionar impactos en el ambiente por la construcción de la Línea de Alta Tensión (LAT)

| ETAPA | ACTIVIDAD/ASPECTO | DEFINICIÓN |
|------------------------------|---------------------------------------|--|
| PREPARACIÓN DEL SITIO | 1 Levantamiento topográfico | Consiste en ubicar físicamente en el terreno, mediante equipo topográfico y GPS, las coordenadas de los puntos de inflexión, colocándose mojoneras de concreto en cada uno de ellos sobre la trayectoria de la LAT |
| | 2 Estudio geotécnico | Durante esta actividad se realizan muestreos de suelos a lo largo de la trayectoria de la LAT, se efectúa un estudio de mecánica de suelos para determinar las condiciones edáficas y estratigráficas del subsuelo a lo largo del trazo, y se proporcionan las recomendaciones de diseño y construcción adecuadas para las cimentaciones de sus estructuras. |
| | 3 Actividades en el derecho de vía | La construcción de una línea de alta tensión requiere la apertura de una brecha de maniobras y patrullaje (4 m) que consiste en las actividades de desmonte en dicha franja con el fin de: a) permitir maniobras de construcción durante el desarrollo de los trabajos, b) proteger estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan ocasionar daños o fallas en la línea y c) permitir el tendido y tensado de cables conductores y guardas. |

| ETAPA | ACTIVIDAD/ASPECTO | DEFINICIÓN | |
|---------------------|-------------------|---|---|
| CONSTRUCCIÓN | 1 | Excavación de cepas, cimentación de estructuras de soporte, y relleno y compactación de cepas | Consiste en la excavación de cuatro cepas por torre. Una vez que se han hecho las cepas, se procede a llevar a cabo las tareas de cimbrado, colado y descimbrado. Se usan cimbras metálicas que pueden ser reusadas en otras obras de este tipo. Para el colado se usa concreto premezclado o concreto hecho en obra (que es una mezcla que necesita como materiales bases agua, arena, grava y cemento, usando como equipo una revoladora portátil para elaborar la mezcla de concreto). Se utiliza el mismo material de excavación para rellenar y compactar las cepas abiertas para la instalación de las patas. |
| | 2 | Hincado y armado de estructuras de soporte | Los insumos son las estructuras galvanizadas y la correspondiente tornillería. En el caso de las torres, generalmente se arma poco a poco el cuerpo en "v", posteriormente el cuerpo recto y finalmente, los alerones, que sostienen los cables tanto de guarda como conductores; estos últimos son pre-armados en el suelo y después subidos hasta su sitio con un equipo mecánico. Las cuadrillas de armado de torres utilizan como técnica para subir los materiales o las estructuras pre-armadas, la de los tubos o la de la pluma. |
| | 3 | Vestido de estructuras | Consiste en colocar sobre cada estructura (torres o postes) los herrajes, aisladores y accesorios en general. |
| | 4 | Tendido y tensado de cables de guarda y conductor | Consiste en colocar los cables de acero revestido de aluminio, los herrajes y los accesorios correspondientes. El tendido de los cables se lleva a cabo dentro de una franja de 4 m dentro del derecho de vía y el tensado se lleva a cabo utilizando una máquina traccionadora en uno de los extremos y una máquina tensadora en el otro, las cuales se ubican sobre un patio. Se utilizará un patio para realizar esta actividad, preferentemente libre de vegetación arbórea. |

| ETAPA | ACTIVIDAD/ASPECTO | | DEFINICIÓN |
|------------------------------|-------------------|---|--|
| CONS- TRUC- CIÓN | 5 | Sistema de tierras | Esta actividad consiste en colocar las antenas y contra-antenas de alambre. Para ello se abren zanjas de cerca de 50 cm de profundidad, 30 cm de ancho y de entre 10 y 15 m de largo, dentro del cual se coloca el cable. Cada pata tiene su sistema de tierra. |
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | 1 | Operación de la línea de subtransmisión | Esta etapa iniciará desde el momento en que la LAT sea energizada y dada de alta en el Sistema Eléctrico Nacional. |
| | 2 | Mantenimiento Preventivo | Consiste evitar las interrupciones de la transmisión del fluido eléctrico por las líneas, mediante inspecciones programadas (mantenimiento de brecha de maniobra y patrullaje, por ejemplo). |
| | 3 | Mantenimiento correctivo | Se realiza en condiciones de emergencia, por fallas que quedan fuera del control del mantenimiento preventivo. Estas situaciones afectan los índices de disponibilidad de fluido eléctrico de la línea. |
| | 4 | Mantenimiento preventivo | Se combinan los dos tipos de mantenimiento anteriores para lograr el mismo tiempo de operación, eliminando el trabajo innecesario. Este mantenimiento exige mejores técnicas de inspección y medición para contar con un control más riguroso de las condiciones de la línea que permita la planeación adecuada de las inspecciones y pruebas verdaderamente necesarias. |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

B) Actividades que pueden ocasionar impactos en el ambiente por la construcción de la Subestación Eléctrica (SE)

| ETAPA | ACTIVIDAD/ASPECTO | DEFINICIÓN |
|------------------------------|--|--|
| PREPARACIÓN DEL SITIO | 1 Levantamiento topográfico | Durante el levantamiento topográfico se ubica físicamente en el terreno, el perímetro del predio de la subestación del que se tienen los documentos de propiedad en regla, colocando mojoneras en cada vértice localizado; también se recoge la información referente a los niveles existentes del terreno en todo el predio |
| | 2 Trazo y nivelación | Se realiza el trazo para ubicar las diferentes cimentaciones que se vayan a construir sobre el predio, así como la colocación de sus niveles de referencia |
| | 3 Desmante o limpieza del terreno | Se realiza una tala de algunos árboles que se encuentran sobre el predio de la subestación, así como un desmante a matarrasa de toda el área con herramienta manual |
| CONSTRUCCIÓN | OBRA CIVIL | |
| | 1 Terracerías (movimiento de tierra, relleno y compactación). | Se realiza un despalme de toda el área de 20 cm aproximadamente para cortar toda la capa vegetal existente; posteriormente, se hace un corte al terreno de 60 cm para preparar la caja para recibir el relleno de material de banco que se compactará al 90 %. Una vez terminada la terracería a su nivel de referencia, queda lista para realizar cada una de las cimentaciones que se requieren en la subestación. |

| ETAPA | ACTIVIDAD/ASPECTO | DEFINICIÓN |
|---------------------|--|---|
| CONSTRUCCIÓN | 2 Excavaciones. | Para cada una de las cimentaciones se realiza la excavación de cepas de diferentes dimensiones que varían en su mayoría desde 0.50 x 0.50 x 0.50 m hasta 1.80 x 1.80 x 1.80 m y una fosa recolectora de aceite de 2.0 x 3.0 x 2.3 m aproximadamente. Estas excavaciones servirán para alojar las cimentaciones de cada uno de los equipos, estructuras y caseta de control de la subestación. Las excavaciones se realizarán con equipo manual y algunas con retroexcavadora (comúnmente conocida como “mano de chango”). |
| | 3 Colocación de acero de refuerzo | Es el armado y colocación de varillas de acero que quedan embebidas en el concreto de la cimentación como ayuda para el soporte de las estructuras de los diferentes equipos que se instalan en la subestación así como para la caseta de control. |
| | 4 Colado de concreto en cimentaciones | Es la colocación de concreto en los moldes de las cimentaciones (cimbras), con las proporciones adecuadas de materiales que, al endurecerse adquieren la resistencia mecánica y durabilidad para soportar el peso de equipos y estructuras; también los bancos de ductos se forman con concreto. |

| ETAPA | ACTIVIDAD/ASPECTO | DEFINICIÓN |
|-----------------------------|--|--|
| CONSTRUCCIÓN | 5 Relleno y compactado | Después del colado y fraguado del concreto y retiro de cimbras, las cepas son rellenas con el mismo material extraído durante la excavación. En caso de que éste no sea propicio para el relleno, se utiliza material de banco, adquirido en bancos o casas comerciales autorizados para su explotación comercial. Se estima que para la mayoría de las cimentaciones se ocupará 50% de las excavaciones. El relleno se efectúa de la siguiente forma: el material utilizado para el relleno se coloca en las cepas en capas sucesivas de 20 centímetros de profundidad, las cuales se humedecen y se aplanan con herramientas de compactación manuales (pistón) o mecánicas (bailarinas), hasta llegar al nivel de compactación deseado, comúnmente hasta 90% de compactación, lo cual se realiza para evitar asentamientos del material de relleno, que puedan crear hundimientos y acumulación de agua. |
| | OBRA ELECTROMECAÁNICA | |
| | 6 Armado y montaje de estructuras | Esta actividad se refiere al armado y montaje de las estructuras de acero que sirven como soporte al bus (barra que sirve de medio de transmisión de la tensión) cable conductor y equipos de la subestación. El montaje de las estructuras puede realizarse manualmente (pieza por pieza) colocando cada pieza en su posición final o por partes; pueden armarse a nivel del suelo para después ser colocadas en su posición mediante el uso de una grúa. |
| 7 Vestido de estructuras | Consiste en la colocación de los herrajes, conectores y aisladores de los buses y equipos. | |

| ETAPA | ACTIVIDAD/ASPECTO | DEFINICIÓN | |
|---------------------|-------------------|--|--|
| CONSTRUCCIÓN | 8 | Tendido y tensado de cable de guarda y conductor | Consiste en la colocación del cable de guarda y conductor en las estructuras y equipos así como la conexión entre los mismos ductos. |
| | 9 | Montaje de equipo | Cada uno de los equipos que componen la subestación, se desempaca y se verifica que esté completo de acuerdo con la lista del fabricante y se van armando uno por uno, colocándolos en su cimiento correspondiente de manera que queden nivelados y listos para conexión. |
| | 10 | Sistema de tierras | Consiste en la colocación de una malla de cable de cobre enterrada en zanjas a 50 cm en toda el área de la subestación; esta malla mide 10 x 10 m y tiene hincadas varillas metálicas a tres metros de profundidad colocadas en puntos estratégicos. Esta malla se conecta a cada equipo y estructura con un cable de cobre (este cable se llama colilla). Estas colillas de diferente longitud conectan los equipos y estructuras a la malla de la red de tierras; también se conectan los portones de fierro del acceso. |
| | 11 | Pruebas y puesta en servicio | Consiste en verificar la correcta construcción y operación de los equipos instalados, realizando pruebas que nos indiquen el estado de cada equipo de manera que nos permitan proceder a energizar la subestación. |

| ETAPA | ACTIVIDAD/ASPECTO | DEFINICIÓN | |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | 1 | Operación de la Subestación | Esta etapa iniciará desde el momento en que la Subestación eléctrica sea energizada y dada de alta en el Sistema Eléctrico Nacional. |
| | 2 | Inspección mayor | Debe realizarse cuando menos con una frecuencia de una vez por año en todas las instalaciones de la subestaciones. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada elemento componente de las estructuras y equipos, cables conductores, hilos de guardas, herrajes, aisladores y sistema de tierra. |
| | 3 | Inspección menor | Debe realizarse cuando menos dos por año y sólo se revisan las estructuras y equipos y sólo algunos elementos componentes de los mismos. |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

ANEXO B

**Evaluación ambiental de las interacciones
identificadas para el desarrollo
del estudio de caso**

A) Evaluación de las interacciones identificadas para el desarrollo del estudio de caso de la Línea de Alta Tensión

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|-------------------------|--|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| GEOMORFOLOGÍA | Topoformas | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 9 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0.41 | 0.07 | 0.44 | 0.39 | PS |
| AIRE | Confort sonoro | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento-mantenimiento) | 1 | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 7 | 0.33 | 0.04 | 0.35 | 0.08 | NS |
| | | Operación de la línea de alta tensión (operación y mantenimiento) | 1 | 1 | 9 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.41 | 0.04 | 0.42 | 0.28 | PS |
| SUELO | Características físicas | Levantamiento topográfico (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0.19 | 0.11 | 0.22 | 0.17 | NS |
| | | Estudio geotécnico (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 5 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0.37 | 0.11 | 0.41 | 0.37 | PS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|--------------------------|---|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| SUELO | Características físicas | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) | 4 | 2 | 6 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0.44 | 0.11 | 0.49 | 0.43 | PS |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0.19 | 0.11 | 0.22 | 0.20 | NS |
| | | Sistema de tierras (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 6 | 0.11 | 0.11 | 0.14 | 0.05 | NS |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.18 | NS |
| | Características químicas | Levantamiento topográfico (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.19 | 0.11 | 0.22 | 0.15 | NS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | | |
|------------------|--------------------------|---|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|------|--------------|
| | | | M | E | D | | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| SUELO | Características químicas | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.19 | 0.11 | 0.22 | 0.15 | NS |
| | | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (Preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.19 | 0.11 | 0.22 | 0.15 | NS |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0.19 | 0.11 | 0.22 | 0.12 | NS |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.04 | NS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|--------------------------|---|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| SUELO | Características químicas | Generación de residuos urbanos y peligrosos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.03 | NS |
| | | Generación de residuos peligrosos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 6 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.41 | 0.11 | 0.45 | 0.05 | NS |
| | Erosión | Levantamiento topográfico (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 7 | 0.19 | 0.11 | 0.22 | 0.05 | NS |
| | | Desmonte por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) | 4 | 3 | 4 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0.41 | 0.11 | 0.45 | 0.20 | NS |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.08 | NS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------------|----------------------|---|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL | Patrón de drenaje | Levantamiento topográfico (preparación del sitio y construcción). | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 7 | 0.19 | 0.11 | 0.22 | 0.05 | NS |
| | | Desmote por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción). | 4 | 3 | 4 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0.41 | 0.11 | 0.45 | 0.20 | NS |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción). | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.12 | NS |
| | | Sistema de Tierras (preparación del sitio y construcción). | 1 | 4 | 3 | 0 | 3 | 0 | 6 | 0.30 | 0.11 | 0.34 | 0.11 | NS |
| HID. SUB-TERRÁNEA | Calidad del agua | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.04 | NS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|----------------------|---|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| HID. SUBTERRÁNEA | | Generación de residuos peligrosos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.04 | NS |
| | Recarga del acuífero | Levantamiento topográfico (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 1 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.12 | NS |
| | | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) | 4 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0.44 | 0.11 | 0.49 | 0.27 | PS |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 2 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0.26 | 0.11 | 0.30 | 0.23 | NS |
| | | Sistema de tierras (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 2 | 0 | 3 | 0 | 6 | 0.26 | 0.11 | 0.30 | 0.10 | NS |
| VEGETACIÓN | Cobertura vegetal | Levantamiento topográfico (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.30 | 0.04 | 0.31 | 0.28 | PS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|--------------------------|---|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| VEGETACIÓN | Cobertura vegetal | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) | 4 | 2 | 6 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.44 | 0.11 | 0.49 | 0.32 | PS |
| | | Mantenimiento del derecho de vía (operación y mantenimiento) | 4 | 2 | 9 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0.56 | 0.11 | 0.59 | 0.33 | PS |
| FAUNA | Distribución de especies | Levantamiento topográfico (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.22 | 0.04 | 0.23 | 0.21 | NS |
| | | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) | 4 | 4 | 5 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0.48 | 0.11 | 0.52 | 0.29 | PS |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 7 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.04 | NS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|--------------------------------|---|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| FAUNA | Distribución de especies | Sistema de tierras (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 7 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.04 | NS |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.25 | PS |
| | | Mantenimiento del derecho de vía (operación y mantenimiento) | 1 | 4 | 6 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0.41 | 0.11 | 0.45 | 0.25 | PS |
| | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 8 | 0.19 | 0.07 | 0.21 | 0.02 | NS |
| | | Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.02 | NS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|--------------------------------|---|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| FAUNA | Especies NOM-059-SEMARNAT-2001 | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.03 | NS |
| | | Operación de la línea de alta tensión (operación y mantenimiento) | 1 | 3 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.37 | 0.04 | 0.38 | 0.38 | NS |
| PERCEPTUAL | Calidad Estético-paisajística | Levantamiento topográfico (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 6 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0.30 | 0.11 | 0.34 | 0.34 | NS |
| | | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) | 3 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.41 | 0.11 | 0.45 | 0.30 | NS |
| | | Hincado y armado de estructuras, tendido y tensado de cables y vestido de estructuras (preparación del sitio y construcción) | 2 | 4 | 9 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0.56 | 0.11 | 0.59 | 0.53 | S |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|-------------------------------|--|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| PERCEPTUAL | Calidad Estético-paisajística | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.29 | PS |
| | | Generación de residuos urbanos y peligrosos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.04 | NS |
| | | Generación de residuos peligrosos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.04 | NS |
| | | Mantenimiento del derecho de vía (operación y mantenimiento) | 3 | 4 | 7 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0.52 | 0.11 | 0.56 | 0.31 | PS |
| SOCIO-ECONÓMICOS | Economía | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |
| | | Generación de residuos urbanos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|----------------------|--|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| SOCIO-ECONÓMICOS | Economía | Contratación de personal (preparación del sitio y construcción) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |
| | | Operación de la línea de alta tensión (operación y mantenimiento) | 1 | 6 | 9 | 0 | 3 | 0 | + | 0.59 | 0.11 | 0.63 | | S |
| | | Mantenimiento del derecho de vía (operación y mantenimiento) | 1 | 3 | 5 | 0 | 3 | 0 | + | 0.33 | 0.11 | 0.38 | | PS |
| | Demanda de servicios | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |
| | | Generación de residuos urbanos y peligrosos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | | PS |
| | | Generación de residuos peligrosos (preparación del sitio) | 1 | 6 | 5 | 0 | 3 | 0 | + | 0.44 | 0.11 | 0.49 | | PS |
| | | | | | | | | | | | | | | |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|----------------------|---|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| SOCIO-ECONÓMICOS | Demanda de servicios | Contratación de personal (preparación del sitio y construcción) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |
| | Servicios básicos | Operación de la línea (operación y mantenimiento) | 1 | 6 | 9 | 0 | 3 | 0 | + | 0.59 | 0.11 | 0.63 | | S |
| | Uso del suelo | Levantamiento topográfico (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.41 | 0.04 | 0.42 | 0.42 | PS |
| | | Desmante por apertura de brecha de maniobra y patrullaje, áreas de armado de torres y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.44 | 0.04 | 0.46 | 0.46 | PS |
| | Percepción social | Operación de la LAT (operación y mantenimiento) | 1 | 6 | 9 | 0 | 3 | 0 | + | 0.59 | 0.11 | 0.63 | | S |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

| | | |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| Criterios básicos: | M = Magnitud; E = Extensión; D = Duración | i = factor ambiental |
| Criterios complementarios: | S = Sinergia; A = Acumulación; C = Controversia; T = Medidas de mitigación | j = acción del proyecto |
| Clases de significancia: | NS = No significativo: 0,000 – 0,249 | |
| | PS = Poco significativo: 0,250 – 0,499 | |
| | S = Significativo: 0,500 – 0,749 | |
| | MS = Muy significativo: 0,750 – 1,000 | |

b) Evaluación de las interacciones identificadas para el desarrollo de la Subestación Eléctrica

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|---|--|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|------|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| GEOMORFOLOGÍA | Topoformas | Terracería (movimiento de tierras, relleno y compactación) preparación del sitio y construcción) | 3 | 2 | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.44 | 0.04 | 0.46 | 0.46 | PS |
| AIRE | Calidad del aire | Uso de maquinaria y equipo (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 7 | 0.33 | 0.04 | 0.35 | 0.08 | NS |
| | Confort sonoro | Uso de maquinaria y equipo (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.33 | 0.04 | 0.35 | 0.23 | NS |
| | Operación de la Subestación (operación y mantenimiento) | 3 | 4 | 7 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0.52 | 0.11 | 0.56 | 0.43 | PS | |
| SUELO | Características físicas | Limpieza del terreno (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.26 | PS |
| | Terracerías (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 7 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.38 | PS | |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|--------------------------|--|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| SUELO | Características físicas | Excavaciones, colocación de acero de refuerzo, colado en cimentaciones y relleno y compactado (preparación del sitio y construcción) | 2 | 4 | 6 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.44 | 0.11 | 0.49 | 0.32 | PS |
| | Características químicas | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.04 | NS |
| | | Generación de residuos urbanos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.03 | NS |
| | | Generación de residuos peligrosos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 6 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.41 | 0.11 | 0.45 | 0.05 | NS |
| | | Generación de residuos operación y mantenimiento) | 1 | 2 | 7 | 0 | 2 | 0 | 8 | 0.37 | 0.07 | 0.40 | 0.04 | NS |
| H. SUBTERRÁNEA | Calidad del agua | Generación de residuos (operación y mantenimiento) | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.19 | 0.11 | 0.22 | 0.02 | NS |
| VEGETACIÓN | Cobertura vegetal | Limpieza del terreno (preparación del sitio y construcción) | 3 | 3 | 7 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0.48 | 0.11 | 0.52 | 0.52 | S |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|-------------------------------|--|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| FAUNA | Distribución de especies | Limpieza del terreno (preparación del sitio y construcción) | 2 | 5 | 6 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0.48 | 0.11 | 0.52 | 0.46 | PS |
| | | Terracerías (preparación del sitio y construcción) | 2 | 4 | 6 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0.44 | 0.11 | 0.49 | 0.43 | PS |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.18 | NS |
| | | Operación de la Subestación (operación y mantenimiento) | 1 | 2 | 6 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.29 | PS |
| PERCEPTUAL | Calidad estético-paisajística | Limpieza del terreno (preparación del sitio y construcción) | 4 | 4 | 7 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0.56 | 0.11 | 0.59 | 0.59 | S |
| | | Montaje de equipo, armado, montaje y vestido de estructuras y tendido y tensado de cables (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 9 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0.52 | 0.11 | 0.56 | 0.56 | S |
| PERCEPTUAL | Calidad estético-paisajística | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 4 | 4 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.29 | PS |
| | | Generación de residuos urbanos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.03 | NS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|----------------------|--|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| SOCIO-ECONÓMICO | Economía | Generación de residuos peligrosos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.03 | NS |
| | | Generación de residuos (operación y mantenimiento) | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.03 | NS |
| | | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |
| | | Generación de residuos urbanos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |
| | | Contratación de personal (preparación del sitio y construcción) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |
| | | Operación de la Subestación (operación y mantenimiento) | 1 | 6 | 9 | 0 | 3 | 0 | + | 0.59 | 0.11 | 0.63 | | S |
| | Demanda de servicios | Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |
| | | Generación de residuos urbanos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | + | 0.26 | 0.11 | 0.30 | | PS |

| Factor Ambiental | Componente Ambiental | Actividad impactante | Criterios básicos | | | Criterios complementarios | | | | Índice básico | Índice complementario | Impacto sin mitigación | Significancia | |
|------------------|----------------------|--|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MEDij | SACij | Iij | Sij | Clase de Sij |
| SOCIO-ECONÓMICO | Demanda de servicios | Generación de residuos peligrosos (preparación del sitio y construcción) | 1 | 6 | 5 | 0 | 3 | 0 | + | 0.44 | 0.11 | 0.49 | | PS |
| | | Contratación de personal (preparación del sitio y construcción) | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | + | 0.22 | 0.11 | 0.26 | | PS |
| | Servicios básicos | Operación de la Subestación (operación y mantenimiento) | 1 | 6 | 9 | 0 | 3 | 0 | + | 0.59 | 0.11 | 0.63 | | S |
| | Uso del suelo | Limpieza del terreno (preparación del sitio y construcción) | 1 | 1 | 7 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0.33 | 0.11 | 0.38 | 0.38 | PS |
| | Percepción social | Operación de la Subestación (operación y mantenimiento) | 1 | 6 | 9 | 0 | 3 | 0 | + | 0.59 | 0.11 | 0.63 | | S |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2008

| | | |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| Criterios básicos: | M = Magnitud; E = Extensión; D = Duración | i = factor ambiental |
| Criterios complementarios: | S = Sinergia; A = Acumulación; C = Controversia; T = Medidas de mitigación | j = acción del proyecto |
| Clases de significancia: | NS = No significativo: 0,000 – 0,249 | |
| | PS = Poco significativo: 0,250 – 0,499 | |
| | S = Significativo: 0,500 – 0,749 | |
| | MS = Muy significativo: 0,750 – 1,000 | |

REFERENCIAS

- Adame G. T. (Coordinadora), 2003. *Apuntes del curso métodos de evaluación de impacto ambiental*, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.
- Alberoni, Francesco, 1977, *Movimiento e institución. Teoría general*, Editora Nacional, Madrid.
- Aponte, P. F. A., 2005. El papel del geógrafo en los estudios de impacto ambiental. *Terra Nueva Etapa*, Vol. XXI. No. 30. Universidad Central de Venezuela. pp. 13-28.
- Avian Power Line interaction Comittee (APLIC), 1994. *Mitigation Bird Collisions with Power Lines: The State of the Art in 1994*. Edison Electric Institute. Washington, D. C.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Conabio). México. (<http://www.conabio.gob.mx>).
- Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. 2002. *Aguas continentales y diversidad biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. (<http://www.conabio.gob.mx>).
- Ascurra, C.F., S. Solari and D. E. Wilson, 1996. "Diversidad y ecología de los quirópteros en Pakitza". Pp 593-612. *in*: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Battelle Institute, 1971. *Environmental Evaluation Systems*. US Department of the Interior. Gov. Print. Office. USA.
- Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. *Base de Datos de las AICAS*. Cipamex, Conabio, FMCN y CCA. México. (<http://www.conabio.gob.mx>).
- Bernard, E., 2001. "Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon", Brazil. *Journal of Tropical Ecology* (2001) 17: 115-126.
- Bernard, E., 1998. "Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest". *Selbyana*, 19: 268-269. *in*: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.

- Boadas, R. A., 1970. La Geografía, una profesión. *Revista geográfica Tierra y Hombre*. Revista de circulación trimestral. Colegio de Geógrafos de Venezuela. Noviembre-Diciembre.
- Bojórquez Tapia, L. A. y O. García. 1998, “An Approach for Evaluating EIAs-Deficiencias of EIA in Mexico”, *Environmental Impact Assessment Review*, 18: 217-218, 237.
- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of environmental management* 53, 91-99.
- Bojórquez-Tapia, L. A., 1989. “Methodology for prediction of ecological impacts under real condition in Mexico”. *Environmental Management* 13, 545-551
- Bolden, J., 1980. “Environmental Data Book” (USA) en: Adame G. T (Coordinadora), 2003. Apuntes del curso métodos de evaluación de impacto ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.
- Canter, W. L., 1999. *Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. Mc Graw Hill. 841 pp
- Comisión Federal de Electricidad. 2008. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular: LAT El Higo Entronque Púnuco-Tempoal II y SE El Higo Banco 1*. México.
- Comisión Nacional del Medio Ambiental (Conama), 1994. *Manual de evaluación de impacto ambiental; conceptos y antecedentes básicos*, cap. VII “Metodologías de evaluación de impacto ambiental Conama”, Santiago de Chile, pp. 104-113.
- Conesa, F. V., 1995. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ed. Mundi-Prensa. 2ª. Ed. España. 390 pp.
- Conesa, F. V., 1997, *Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa*, Ediciones Multi – Prensa, Madrid, Barcelona, España 541 p.
- Cosme, S. 1993. *Manual de estudio de impacto ambiental*. Curso dictado en el Colegio de Ingeniero los Caobos, Caracas.
- Diario Oficial de la Federación, 1917. “Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos que reforma la del 5 de febrero de 1857”. *D.O.F. del 5 de febrero de 1917*.

Diario Oficial de la Federación, 1988. “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F. del 28 de enero de 1988.*

Diario Oficial de la Federación, 1996. “Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F. del 13 de diciembre de 1996.*

Diario Oficial de la Federación, 2000. “Decreto por el que se adiciona una fracción XXXVI al artículo 3o., la fracción XX al artículo 15 y se reforma el artículo 39 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F. del 7 de enero de 2000.*

Diario Oficial de la federación, 2001. “Decreto por el que se reforma la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F. del 31 de diciembre de 2001.*

Diario Oficial de la Federación, 2003. “Decreto por el que se adiciona un artículo 17 Bis a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; se reforman el artículo 27 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público; y el artículo 28 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas”. *D.O.F del 13 de junio de 2003.*

Diario Oficial de la Federación, 2005. “Decreto por el que se reforman los artículos 28 y 48, y se adiciona por un lado una fracción XXXVII al artículo 3o. y por otro los artículos 47 BIS y 47 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F. del 23 de febrero de 2005.*

Diario Oficial de la Federación, 2005. “Decreto por el que se adicionan los artículos 167 Bis, 167 Bis 1, 167 Bis 2, 167 Bis 3 y 167 Bis 4 a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F. del 7 de diciembre de 2005.*

Diario Oficial de la Federación, 2006. “Decreto por el que se reforma el artículo 6o. de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F. del 23 de mayo de 2006.*

Diario Oficial de la federación, 2007. “Decreto por el que se adiciona una fracción VI al artículo 19; un párrafo tercero al artículo 20 BIS 2; y modifica el artículo 51 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F. del 12 de febrero de 2007.*

Diario Oficial de la federación, 2007. “Decreto por el que se adiciona y se reforma la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F. del 19 de junio de 2007.*

- Diario Oficial de la Federación, 2007. “Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. *D.O.F.*, del 5 de julio de 2007.
- Diario Oficial de la Federación, 2008. “Decreto por el que se reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para fortalecer la certificación voluntaria de predios”. *D.O.F.* del 16 de mayo de 2008.
- Diario Oficial de la Federación, 1995. “Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición”. *D.O.F.* del 13 de enero de 1995.
- Diario Oficial de la Federación, 1995. “Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”. *D.O.F.* del 13 de enero de 1995.
- Diario Oficial de la Federación, 2000. “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental”. *D.O.F.* del 30 de mayo de 2000.
- Diario Oficial de la Federación, 2002. “Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo”. *D. O. F.* del 6 de marzo de 2002.
- Diario Oficial de la Federación. 2005. “Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable”. *D.O.F.* del 21 de febrero de 2005.
- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. “The significance of environmental impacts: An exploration of concepts”. *Environmental Management* 10, 1-10.
- Escribano, M., M. Frutos, E. Iglesias, E. Mata e I. Torrecillas, 1987. *El paisaje*. Ministerio de Obras Publicas y Transportes. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Madrid. España.
- Ezcurra, E., 1995, “La evaluación de impacto ambiental”, *Gaceta Ecológica*, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.

- Francis, C. M., 1990. "Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia". *Journal of Tropical Ecology.*, 6 : 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago
- Fundación Universitaria Iberoamericana-Instituto de Estudios Medio Ambientales, s/f. *Apuntes del Diplomado en Consultoría Ambiental*, Tomo V.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. México, 217 pp
- Gómez-Orea, D, 2003. *Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. Mundi-Prensa, Madrid
- Gobierno del municipio de El Higo, 2008. *Plan de Desarrollo Municipal de El Higo: 2008-2010*.
- González, A. Ma. E., L. F. Beltrán M., J. C. Peralta G. E. Troyo D. y A. Ortega R., 2006. "Evaluación de impacto ambiental del sector eléctrico en el norte de México: evolución histórica e implicaciones para la sostenibilidad". *Economía, Sociedad y Territorio* 1 (21): 219-263.
- Instituto de Ecología AC., 1999. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT San Luis de la Paz-La California L2*. México.
- Instituto Nacional de Ecología-Semarnat, 2000. *La evaluación del impacto ambiental: logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 160 pp.
- Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. *Electrocución de aves en líneas eléctricas de México: Hacia un diagnóstico y perspectivas de solución*, México. 78 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1983. Hoja Ciudad Valles F14-8, Carta geológica.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1988. *Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz*, México. 68 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2005. *II Censo de Población y Vivienda por entidad federativa*. www.inegi.gob.mx
- Kalko, E. K. V., Handley C. O. & Handley D., 1996. "Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community". Pp. 503-551 in Cody, M. &

- Smallwood, J. (eds). *Long term studies in vertebrate communities*. Academic Press, San Diego.
- Kalko, E. K. V. & C. O., Jr., 2001. "Neotropical bats in the canopy; diversity, community structure, and implications for conservation". *Plant Ecology*, 153: 319-333. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago
- Lawrence, D.P., 1993, "Quantitative versus Qualitative evaluation: a false Dichotomy? ». *Environmental Impact Assessment Review* 13, 3-11
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. *A Procedure for Evaluating Environmental Impact*, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645, Washington.
- Martínez-Vega, J., I. Martín y C. Romero, 2003. "Valoración del paisaje, en la zona de especial protección de aves Carrizales y Sotos de Aranjuez. (Comunidad de Madrid) Geo Focus (Artículos)". *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*. N° 3, p.1-21. ISSN:1578-5157.
- Odum, H. T., 1972, "Use of Energy Diagrams for Environmental Impact statement", *Tools of Coastal Management*, actas de la conferencia, Marine Technology Society, Washington DC, pp. 197-231.
- PNUMA, 1996. *Environmental Impact Assessment Training Resource Manual*. Disponible em: www.ea.gov.au/assessments/eianet/unepmanual/manual/index.html. Acesso em: 30 abril 2005.
- Puig, H., 1991. *Vegetación de la Huasteca Mexicana, estudio fitogeográfico y ecológico*. ORSTOM, Instituto Ecología A. C. México, 585 pp.
- Robeiro de Almeida, J, A. Camero, A, Rodriguez de Aquino, A. Guimaraes-Monteiro, M.A. Harada-Penna, M. C. Enrici, N. Gobbi y P. S. Moreira-Soares., 2008. *Análisis y Evaluaciones de Impactos Ambientales*, Eds. Josimar Robeiro de Almeida, Paulo Sergio Moreira Soares.
- Rzedowski, J., 1986, *Vegetación de México*, Editorial Limusa, Tercera Reimpresión, México, D.F., 432 p.
- Scout-Brown, M., 2006. *De la EIA a la EAE y de vuelta: revisando la tiranía de decisiones pequeñas*. Ponencia realizada para el Seminario de Expertos sobre la Evaluación Ambiental en Latinoamérica en Formulación y Gestión de Políticas. Santiago de Chile.

Sevillana de Electricidad, Iberdrola y Red Eléctrica, s/f. *Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos*. España, 48 pp.

Simmons, N. B. and R. S. Voss, 1998. "The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna". Pt. 1. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 237: 1-219. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.

Sucov, E.W. & Liang, C.K., 1975. Methodology for Evaluating Community Acceptance of Power Plants. *Nuclear Technology* 25: 714 – 721.

Toro, S. F. J., 2007. El desarrollo sostenible: un concepto de interés para la Geografía. *Cuadernos Geográficos*, 40 (2007-1), 149-181.

Webler, T.; Kastenholz, H y Renn, O., 1995. Public participation in impact assessment: a social learning perspective. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 15, 443-463.

Páginas de Internet

www.semarnat.gob.mx (Ordenamientos Ecológicos Territoriales)

<http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/index.php?page=igualdad-de-oportunidades> (Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012)

<http://www.secver.gob.mx/difusion/pvd/PVD2005-2010.pdf> (Plan Veracruzano de Desarrollo 2005-2010).

http://www.ciga.unam.mx/ciga/index.php?option=com_content&task=view&id=167

MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL REVISADAS PARA ANALIZAR LAS TÉCNICAS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Comisión Federal de Electricidad (CFE), s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del proyecto Línea de Transmisión Yautepec Potencia entronque Emiliano Zapata – Topilejo y Cementos Moctezuma*. México.

Comisión Federal de Electricidad, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del proyecto Línea de Transmisión Tlapa-Metlatonoc*. México

Comisión Federal de Electricidad, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del proyecto Línea de Transmisión Tlapa-Huamuxtitlán*. México.

Comisión Federal de Electricidad, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, Santa Ana-Nogales Aeropuerto*. México.

Comisión Federal de Electricidad, 1999. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT San Luis de la Paz-La California L2*. México.

Comisión Federal de Electricidad, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, Línea de Transmisión Salitre-Tlaltenango*. México.

Comisión Federal de Electricidad, S/F. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT's Pedro Moreno-La Virgen y Pedro Moreno Entronque León III-Aguascalientes Potencia*. México.

Comisión Federal de Electricidad, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT Nogales Aeropuerto-Nogales Norte*. México.

Comisión Federal de Electricidad, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional, LT Mazatlán II-Tepic II*. México.

Comisión Federal de Electricidad, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT Jilotepec-Dañú*. México.

Comisión Federal de Electricidad, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional, LT's El Cajón-Cerro Blanco-Tesistán*. México.

Comisión Federal de Electricidad, s/f. *Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT Durango Sur-Torreón Sur*. México.

Comisión Federal de Electricidad, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT Ameca-Guevara*. México.

Comisión Federal de Electricidad, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LST Zongolica Entronque Temascal II-Orizaba*. México.

Comisión Federal de Electricidad, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional, LST Tenosique-Lacanjá y SE Lacanjá*. México.

Comisión Federal de Electricidad, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LST Tamós-Lindavista*. México.

Comisión Federal de Electricidad, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LST Museo-Río Verde*. México.

Comisión Federal de Electricidad, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional, LST Ixhuatlán de Madero-Cruz de Ataque*. México.

Comisión Federal de Electricidad, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LST Charcas Potencia-Matehuala*. México.

Comisión Federal de Electricidad, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT Aguascalientes Potencia-San Juan de los Lagos*. México.

Ecoprotec, S.A. de C.V., *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LST Chilapa-Tlapa*. México.

Instituto Politécnico Nacional, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, LT La Parota Entronque Los Amates-Playa Diamante*. México.

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del proyecto Línea de Transmisión Yautepec Potencia-Topilejo*. México.

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del proyecto Línea de Transmisión Volcán Gordo-Ixtapan de la Sal*. México.

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, *s/f. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del proyecto Línea de Transmisión Volcán Gordo-Altamirano II*. México.