UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Capítulo I

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Regional
Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados

(25 MW - Primera Etapa)

CONTENIDO

I.	**DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**	**I-3**
I.1.	**Datos generales del proyecto**	**I-3**
I.1.1	Clave del proyecto (para ser llenado por la SEMARNAT)	I-3
I.1.2	Nombre del proyecto	I-3
I.1.3	Datos del sector y tipo de proyecto	I-3
I.1.3.1	Sector	I-3
I.1.3.2	Subsector	I-3
I.1.3.3	Tipo de proyecto	I-3
I.1.4	Estudio de riesgo y su modalidad	I-3
I.1.5	Ubicación del proyecto	I-4
I.1.5.1	Entidad federativa	I-4
I.1.5.2	Municipio	I-4
I.1.5.3	Localidad(es)	I-4
I.1.5.4	Coordenadas geográficas o UTM	I-5
I.1.6	Dimensiones del proyecto	I-7
I.2.	**Datos generales del promovente**	**I-8**
I.2.1	Nombre o razón social	I-8
I.2.2	Registro federal de causantes (RFC)	I-8
I.2.3	Nombre del representante legal	I-8
I.2.4	Cargo del representante legal	I-8
I.2.5	RFC del representante legal	I-8
I.2.6	Clave única de registro de población (CURP)	I-8
I.2.7	Dirección del promoverte para recibir u oír notificaciones	I-9
I.3.	**Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental**	**I-9**
I.3.1	Nombre o razón social	I-9
I.3.2	Registro federal de causantes (RFC)	I-9
I.3.3	Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio	I-9
I.3.4	RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio	I-9
I.3.5	CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio	I-9
I.3.6	Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio	I-9
I.3.7	Dirección del responsable del estudio	I-9
	Protesta de declaración	**I-10**
	Participantes	**I-11**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1	Coordenadas UTM de la poligonal de la Zona de Aprovechamiento Especial del APFFLP	I-5
Tabla I.2	Coordenadas extremas e intermedias de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	I-5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1	Ubicación de la infraestructura del campo geotérmico Cerritos Colorados y de la Zona de Aprovechamiento Especial	I-6
Figura I.2	Trayectoria de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	I-7

ANEXOS DEL CAPÍTULO I (Localizados en el Capítulo VIII)

Anexo I-1 Oficio DGGIMAR.710/382, del 11 de febrero de 2004
Anexo I-2 Oficio DOO.-04/001183, del 16 de marzo de 2000

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

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1 Clave del proyecto (para ser llenado por la SEMARNAT)

_____.

I.1.2 Nombre del proyecto

Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW –Primera Etapa –)

I.1.3 Datos del sector y tipo de proyecto

I.1.3.1 Sector Eléctrico

I.1.3.2 Subsector Generación y transmisión de energía eléctrica

I.1.3.3 Tipo de proyecto Geotermoeléctrico y línea de subtransmisión

De acuerdo con el apéndice VII Tipificación de Proyectos del Sector Eléctrico, de la *Guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica*, el tipo de proyecto es geotermoeléctrico, con clave A.1, específicamente para centrales geotermoeléctricas (clave A.1.3). Asimismo, como obra asociada e integrada a este proyecto de generación se construirá una línea de subtransmisión (69 kV), cuya tipificación del proyecto en dicho apéndice tiene la clave C.1.1, correspondiente a líneas de subtransmisión de energía eléctrica con cable aéreo.

I.1.4 Estudio de riesgo y su modalidad

Este proyecto no requiere la presentación de estudio de riesgo ambiental, para lo cual se exponen los siguientes argumentos.

El contenido de gases en el vapor que se extraería de los pozos geotérmicos se estima, como promedio, en 5,13% en masa; de éste, el 99 % correspondería al CO_2, el 0,57 % al H_2S y el resto a otros gases. De acuerdo con estos datos y con un consumo específico de vapor de 7,5 toneladas por MW-h, durante la operación de las unidades de 25 MW (Primera Etapa) y posteriormente 50 MW (Segunda Etapa), se descargarían a la atmósfera un total aproximado de 164,3 kg/h de H_2S, lo que significaría, conforme a los resultados de las corridas del modelo de dispersión ISC3 (Anexo II-6, del Capítulo VIII), una concentración de H_2S en el aire ambiente valores por debajo del criterio establecido por la Organización Mundial de la Salud para un período de 24 h (150 $\mu g/m^3$) y, por lo mismo, se considera que no habría daños a la salud humana ni situaciones de emergencia por las emisiones de H_2S a la atmósfera; asimismo, cabe mencionar que la NOM-010-STPS-1994, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, establece una concentración máxima permisible de 10 ppm (13 900 $\mu g/m^3$) de H_2S para jornadas de 8 horas de trabajo.

Por otra parte, se ha planteado la ruptura de vaporductos como un factor de riesgo por la liberación masiva del H_2S que se tendría en un solo punto; sin embargo, en el caso poco probable de que ocurriera un evento como

éste, no representaría mayores problemas, de hecho, la descarga puntual del vapor y gases se presenta cuando las unidades de generación salen de operación por diversas causas, desviándose el flujo másico hacia las estructuras de desfogue que se tienen instaladas *ex profeso*, sin provocar problemas de contaminación atmosférica ni daños a la salud humana.

Tal fue el caso del campo geotermoeléctrico de Cerro Prieto, B.C., cuando CFE solicitó a la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR), que le indicara si procedía la elaboración de un estudio de riesgo ambiental y del programa de prevención de accidentes (ER-PPA) específico para el H_2S que se extrae junto con el vapor del subsuelo para la generación de energía eléctrica. Como respuesta al requerimiento de CFE, la citada Dirección General ratificó mediante el oficio DGGIMAR.710/382, del 11 de febrero de 2004 (ver Anexo I-1, del Capítulo VIII), que no era necesaria la presentación de un estudio de riesgo ni la presentación de un programa para la prevención de accidentes, razón por la cual no se considera el análisis de riesgo ambiental en la elaboración de este documento (MIA, modalidad regional del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados).

Así mismo, en el Anexo I-2 se presenta el oficio DOO.-04/001183, del 16 de marzo de 2000, mediante el cual la entonces Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas (DGMRAR), manifestó que las actividades que se realizan en las instalaciones de la Central Geotermoeléctrica Cerro Prieto (CP-I, CP-II y CP-III) y en el campo geotérmico Cerro Prieto, no son de alto riesgo. Lo anterior en lo referente al almacenamiento y manejo de hidrógeno y acetileno.

No obstante lo anterior, en el campo geotérmico Cerritos Colorados, al igual que en los campos geotérmicos Cerro Prieto (720 MW), Los Azufres (188 MW), Los Humeros (40 MW) y Las Tres Vírgenes (10 MW), se adoptarían las medidas siguientes:

- Asignación de cuadrillas de vigilancia para la inspección y operación de los pozos y la red de vaporductos durante las 24 horas del día y los 365 días del año.
- Instalación de dispositivos de protección como válvulas de seguridad y discos de ruptura en los vaporductos e instalaciones superficiales (separadores y secadores de vapor).
- Instalación de una red de monitoreo continuo de la concentración de H_2S en el aire ambiente, conectada a un sistema de telemetría para conocer las concentraciones de este gas en tiempo real.
- Elaboración de un Plan de Emergencia.

I.1.5 Ubicación del proyecto

I.1.5.1 Entidad federativa: Jalisco

I.1.5.2 Municipio: Zapopan

I.1.5.3 Localidad(es)

La localidad más cercana al proyecto es el Ejido Adolfo López Mateos, localizado dentro del área natural protegida denominada Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera.

I.1.5.4 Coordenadas geográficas o UTM

La infraestructura y/o actividades del proyecto se distribuyen dispersas dentro de la Zona de Aprovechamiento Especial, definida de acuerdo con la zonificación establecida en el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. Esta Zona de Aprovechamiento Especial que se define como una superficie de extensión reducida con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotados sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje, ni causar impactos irreversibles en los elementos naturales que lo conforman. Esta zona abarca un total de 449,8 ha, comprendida en la zona conocida como Cerritos Colorados, de ahí el nombre del proyecto, donde CFE podrá desarrollar el proyecto geotermoeléctrico sujeto a un programa de manejo especial, en el caso de que obtenga las autorizaciones de las autoridades competentes.

Las coordenadas de esta Zona de Aprovechamiento Especial se señalan en la Tabla I.1, y su representación espacial se presenta en la Figura I.1.

Tabla I.1
Coordenadas UTM de la poligonal de la Zona de Aprovechamiento Especial del APFFLP (PMAPFFLP, 2000)

Vértice	X	Y
A	652 954,000	2 285 667,509
B	652 650,112	2 285 324,147
C	652 887,997	2 283 872,933
D	653 063,923	2 283 741,726
E	654 025,000	2 283 400,000
F	655 150,000	2 284 250,000
G	655 780,000	2 284 153,000
H	654 780,890	2 285 339,531
I	654 566,000	2 285 438,802

Adicionalmente, el proyecto incluye una línea de subtransmisión con la cual se conducirá la energía generada por el proyecto Cerritos Colorados hasta interconectarse con la línea de transmisión Guadalajara I – El Sol, en la ciudad de Guadalajara, Jal. Las coordenadas extremas de esta línea de subtransmisión se señalan en la Tabla I.2, y en la Figura I.2 se presenta la trayectoria de la misma.

Tabla I.2
Coordenadas extremas y algunas intermedias de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Sitio / Punto de inflexión		X	Y	Km de la LST
Unidad de 25 MW	---	653 197,51	2 284 985,97	0,0
Plataforma PR-8	PI-4	653 956,92	2 284 936,05	791,7
Zona agrícola del Ejido	PI-14	655 091,67	2 284 465,21	2 227,3
Límite Ejido López Mateos	PI-27	655 176,92	2 282 830,37	4 012,1
Inicia LD 13,8 kV	PI-40	655 099,46	2 281 260,42	6 093,4
Límite ANP -APFFLP-	PI-44	657 207,54	2 280 708,91	8 577,7
Inicia Av. Mariano Otero	PI-48	657 694,63	2 280 416,40	9 464,6
Entq. Guad I-El Sol	PI-55	662 739,88	2 281 080,69	14 701,2

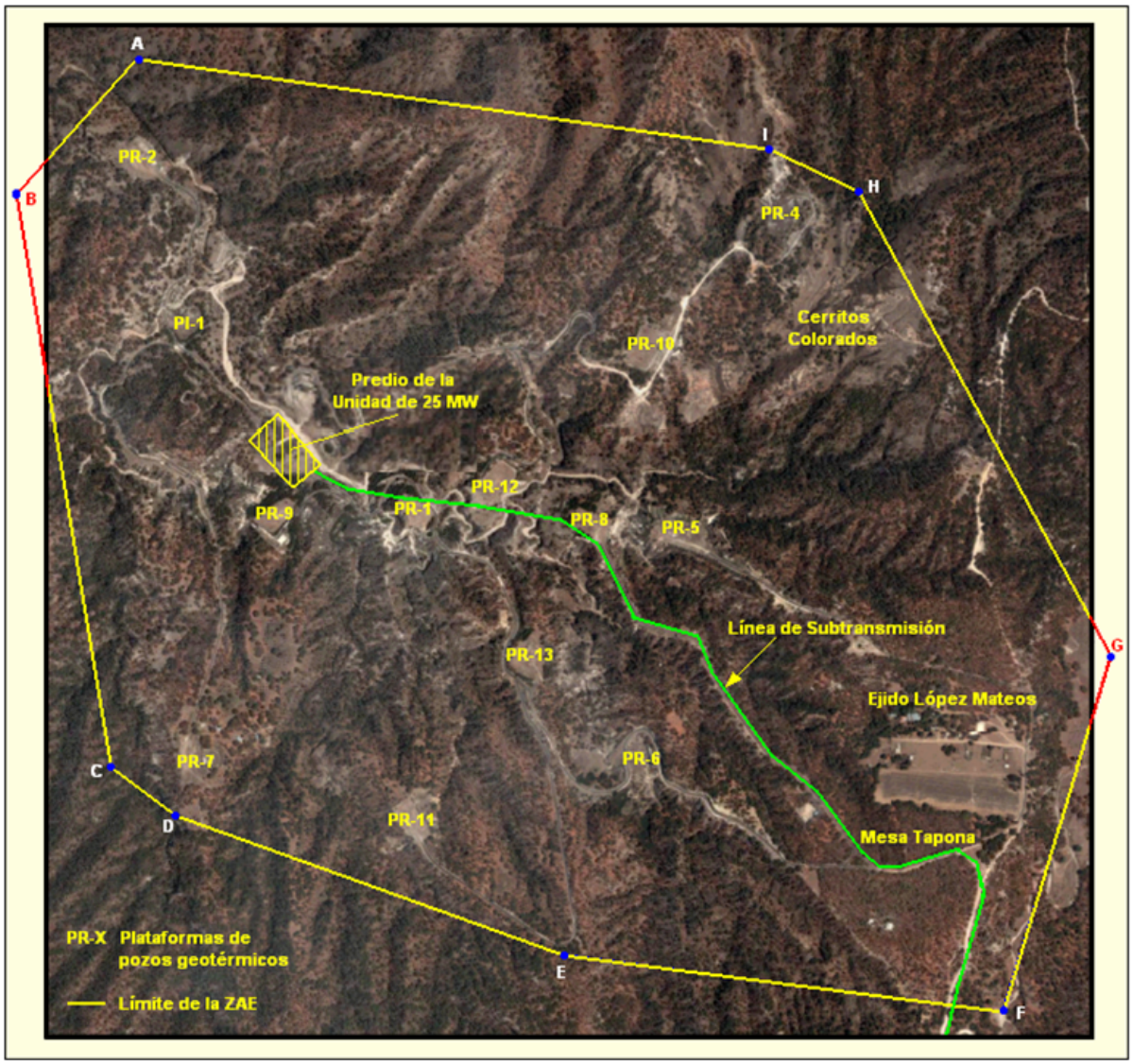


Figura I.1. Ubicación de la infraestructura del campo geotérmico Cerritos Colorados y de la Zona de Aprovechamiento Especial

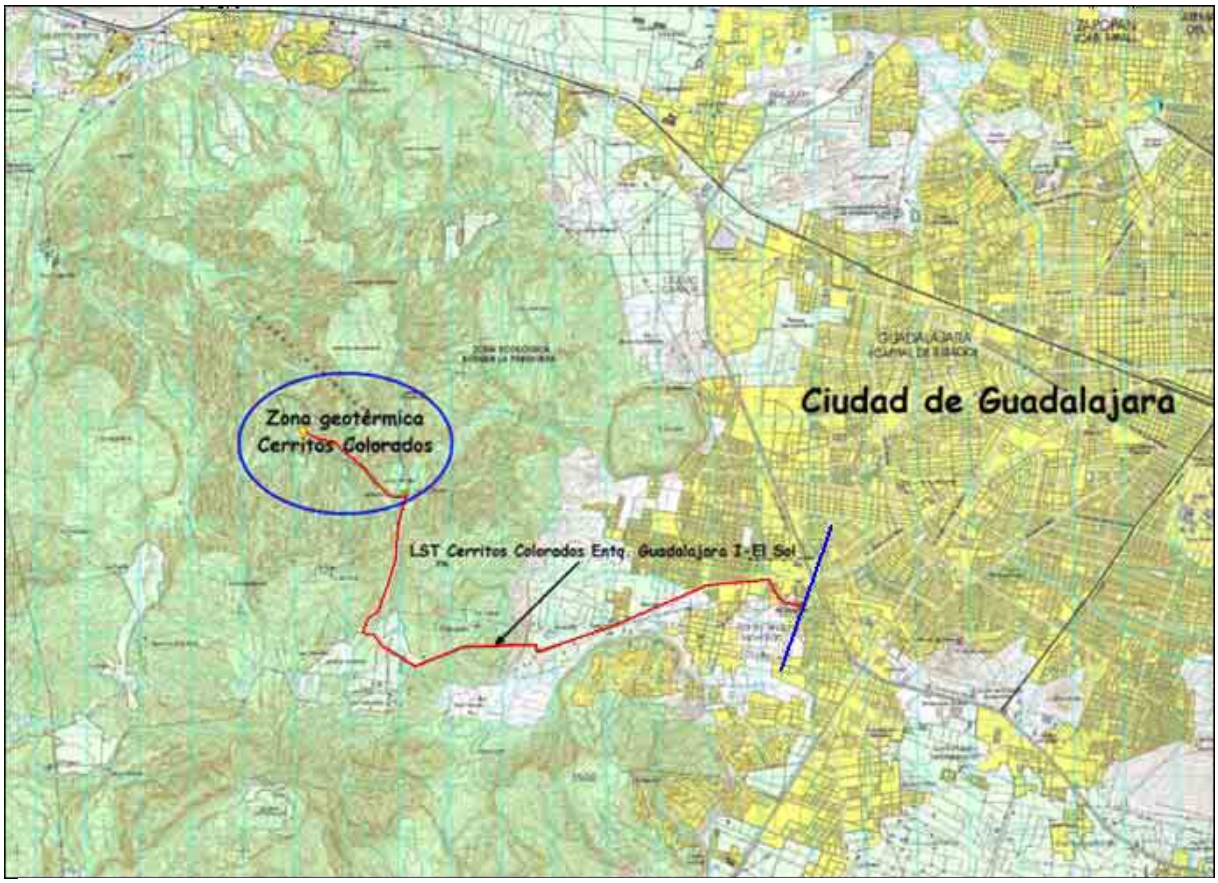


Figura I.2. Trayectoria de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

I.1.6 Dimensiones del proyecto

La superficie requerida para el proyecto se estima en 18 334 m^2. Esta cifra incluye el área del predio para la unidad de 25 MW (Primera Etapa), así como las superficies que se ocuparán para el tendido de vaporductos, líneas de inyección y la modificación de camino de acceso existente que comunica los pozos PR-4, PR-10 y PR-12. Adicionalmente, la superficie que ocuparán las instalaciones provisionales y asociadas, será de 10 080 m^2 en áreas de plataformas ya existentes y en el predio agrícola del ejido Lic. Adolfo López Mateos. En las Tablas II.18 y II.19 del Capítulo II de este documento, se detallan las áreas que ocuparán las diferentes obras e instalaciones, tanto temporales como permanentes.

De acuerdo con la trayectoria de la línea de subtransmisión (LST) propuesta para el proyecto, alrededor de 8 500 m se encuentran dentro del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, no obstante, sólo alrededor de 3 000 m de la misma se ubicarán sobre terrenos forestales y unos 5 500 m dentro sobre los caminos de acceso, plataformas, áreas de pastizal y dentro del derecho de vía de la línea de distribución existente (13,8 kV). La longitud restante de la línea, alrededor de 6 200 m, estará ubicada fuera del área natural protegida, principalmente sobre áreas urbana y suburbana de la zona metropolitana de Guadalajara.

En resumen, la superficie requerida para el proyecto se presenta a continuación:

• **PG Cerritos Colorados 25 MW – Primera Etapa –**			**2,7714 ha**
Áreas nuevas (predio Unidad 25 MW, tuberías y modificación camino)		17 634 m^2	
Obra provisionales y asociadas (sobre plataformas existentes y zona agrícola)		10 080 m^2	
	Subtotal:	**27 714 m^2**	
• **LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I–El Sol**			**12,4950 ha**
Afectación permanente		1 088 m^2	
Afectación temporal		61 922 m^2	
Sin afectar o poda selectiva		61 940 m^2	
	Subtotal:	**124 950 m^2**	
	Total:	**152 664 m^2**	**15,2664 ha**

Es conveniente mencionar que la construcción de la línea de subtransmisión afectará una superficie de manera permanente de 1 088 m^2, que es el área que se ocupará para el desplante de las bases de las estructuras; por otra parte, se estima una afectación temporal de alrededor de 6,2 ha, superficie que incluye áreas de manera global la vegetación forestal, las áreas con pastizales y las superficies urbanas y suburbanas de la zona metropolitana de Guadalajara. Asimismo, es importante señalar que para el tendido y el tensado de los cables de esta obra se ocupará un área de 4 m de ancho, en la cual sólo se realizará la poda del follaje de los árboles que impidan dicha actividad, en caso inevitable, se derribará el arbolado que se encuentre dentro de dicha franja; no obstante lo anterior, en esta superficie no se realizará desmonte a matarrasa, respetando la vegetación herbácea y arbustiva, incluyendo aquellos árboles que no interfieran con la catenaria de la línea.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, Comisión Federal de Electricidad

I.2.2 Registro federal de causantes (RFC)

CFE-370814-QI0

I.2.3 Nombre del representante legal

Protección de datos personales LFTAIPG

I.2.4 Cargo del representante legal

Protección de datos personales LFTAIPG

I.2.5 RFC del representante legal

Protección de datos personales LFTAIPG

I.2.6 Clave única de registro de población (CURP) del representante legal

Protección de datos personales LFTAIPG

I.2.7 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

Protección de datos personales LFTAIPG

I.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Universidad Autónoma Chapingo

I.3.2 Registro federal de causantes (RFC)

UAC-771230-988

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

Protección de datos personales LFTAIPG

I.3.4 RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección de datos personales LFTAIPG

I.3.5 CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección de datos personales LFTAIPG

I.3.6 Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección de datos pers

I.3.7 Dirección del responsable del estudio

Protección de datos personales LFTAIPG

LOS ABAJO FIRMANTES BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD, MANIFIESTAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL ESTUDIO DENOMINADO "MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, DEL PROYECTO GEOTERMOELÉCTRICO CERRITOS COLORADOS, JAL (25 MW – PRIMERA ETAPA–)", BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER ES REAL Y FIDEDIGNA Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE LA AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL, TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTÍCULO 247 DEL CÓDIGO PENAL.

PROMOVENTE:

GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMOELÉCTRICOS
COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

REPRESENTANTE LEGAL:

Protección de datos personales LFTAIPG

PUESTO:

Protección de datos personales LFTAIPG

CÉDULA PROFESIONAL:

Protección de datos p

FIRMA: _____.

RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO:

Protección de datos personales LFTAIPG

PUESTO:

Protección de datos personales LFTAIPG

CÉDULA PROFESIONAL:

Protección de datos pers

FIRMA: _____.

PARTICIPANTES: FIRMA

Protección de datos personales LFTAIPG

_____

Capítulo II

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Regional
Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados

(25 MW - Primera Etapa)

CONTENIDO

II	**DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO**	**II-6**
•	**Antecedentes del campo geotérmico Cerritos Colorados**	II-6
II.1	**Información general del proyecto**	**II-10**
II.1.1	Naturaleza del proyecto	II-10
II.1.2	Justificación y objetivos	II-11
II.1.3	Inversión requerida	II-15
II.2	**Características particulares del proyecto**	**II-18**
II.2.1	Descripción de las obras y actividades	II-18
II.2.2	Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas	II-24
II.2.3	Ubicación del proyecto	II-27
II.2.3.1	Superficie total requerida	II-32
II.2.3.2	Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades	II-38
II.2.3.3	Descripción de servicios requeridos	II-38
II.3	**Descripción de las obras y actividades**	**II-41**
II.3.1	Programa general de trabajo	II-41
II.3.2	Selección del sitio o trayectoria	II-44
II.3.2.1	Estudios de campo	II-44
II.3.2.2	Sitios o trayectorias alternativas	II-45
II.3.2.3	Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad	II-49
II.3.2.4	Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias	II-54
II.3.2.5	Urbanización del área	II-57
II.3.2.6	Área natural protegida	II-57
II.3.2.7	Otras áreas de atención prioritaria	II-59
II.3.3	Preparación del sitio	II-60
II.3.3.1	Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados	II-60
II.3.3.2	LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	II-61
II.3.4	Construcción	II-64
II.3.4.1	Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados	II-64
II.3.4.2	LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	II-67
II.3.5.	Perforación	II-70
II.3.5.1	Descripción del proceso constructivo de un pozo de perforación	II-70
II.3.5.2	Perforación de nuevos pozos	II-77
II.3.5.3	Reparación de pozos existentes	II-78
II.3.6	Operación y mantenimiento	II-81
II.3.6.1	Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados	II-81
II.3.6.2	LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	II-81
II.3.7	Abandono del sitio	II-86
II.3.7.1	Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados	II-86
II.3.7.2	LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	II-87
II.4	**Requerimiento de personal e insumos**	**II-87**
II.4.1	Personal	II-87
II.4.1.1	Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados	II-87
II.4.1.2	LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	II-88
II.4.2	Insumos	II-89
II.4.2.1	Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados	II-89
	• Agua	II-89
	• Energía y combustibles	II-89
	• Maquinaria y equipo	II-90
II.4.2.2	LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	II-90

- Agua II-90
- Materiales y sustancias II-90
- Energía y combustibles II-91
- Maquinaria y equipo II-91

II.5 Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos II-92
II.5.1 Residuos sólidos no peligrosos II-92
II.5.1.1 Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados II-92
II.5.1.2 LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol II-95
II.5.2 Manejo y disposición final de residuos peligrosos II-96
II.5.1.1 Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados II-96
II.5.1.2 LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol II-99

II.6 Generación, manejo y descarga de residuos líquidos, lodos y aguas residuales II-100
II.6.1 Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados II-100
II.6.2 LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol II-102

II.7 Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera II-102
II.7.1 Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados II-102
II.7.2 LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol II-106

II.8 Contaminación por ruido, vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa II-106
II.8.1 Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados II-106
II.8.2 LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol II-109

II.9. Medidas de seguridad II-110
II.9.1 Señalización y medidas preventivas II-111

II.10 Identificación de las posibles afectaciones al ambiente que son características del o los tipos de proyecto II-112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1	Generación de energía eléctrica en Jalisco, por tipo de tecnología	II-12
Tabla II.2	Generación de energía eléctrica y ventas en el estado de Jalisco en el periodo 1988-2005	II-12
Tabla II.3	Ventas de energía eléctrica a la Zona Metropolitana de Guadalajara en el año 2005 (MWh)	II-13
Tabla II.4	Pronóstico del consumo (GWh) de electricidad en el Área Occidental para el periodo 2006-2016	II-14
Tabla II.5	Inversión requerida para el PG Cerritos Colorados (25 MW –Primera Etapa–)	II-16
Tabla II.6	Costos estimados de las medidas de protección ambiental realizadas en el campo geotérmico Cerritos Colorados (desde 1990 a la fecha)	II-16 II-16
Tabla II.7	Costos de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales a realizar durante la ejecución del proyecto	II-17
Tabla II.8	Inversión requerida para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol	II-18
Tabla II.9	Características generales del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW)	II-19
Tabla II.10	Características generales de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	II-20
Tabla II.11	Evaluación de la producción de vapor y agua en 1989 de los pozos existentes en el campo geotérmico Cerritos Colorados	II-23
Tabla II.12	Contenido promedio de gas en el vapor extraído de los pozos productores y composición química de la mezcla gaseosa	II-24
Tabla II.13	Distribución de las áreas provisionales y asociadas requeridas para las obras provisionales de la primera etapa del proyecto geotermoeléctrico	II-24
Tabla II.14	Obras y actividades provisionales y asociadas del proyecto	II-25
Tabla II.15	Coordenadas de la poligonal del predio de las unidades de generación de 25 MW	II-28
Tabla II.16	Coordenadas de los puntos de inflexión de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I-El Sol	II-31
Tabla II.17	Superficie actual ocupada en el campo geotérmico Cerritos Colorados	II-33
Tabla II.18	Áreas nuevas que se requerirán para el desarrollo del proyecto	II-33
Tabla II.19	Áreas de instalaciones que se construirán sobre plataformas existentes y área agrícola	II-34
Tabla II.20	Área requerida para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	II-36
Tabla II.21	Distribución de estructuras y patios para el tendido y el tensado de cables por tipo de vegetación y uso del suelo del proyecto de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol	II-37
Tabla II.22	Requerimientos de mano de obra	II-40
Tabla II.23	Programa general de trabajo para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW)	II-42
Tabla II.24	Programa general de trabajo para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol	II-43
Tabla II.25	Tenencia de la tierra de las obras del PG Cerritos Colorados	II-49
Tabla II.26	Distribución de la vegetación y uso actual del suelo en la Zona de Aprovechamiento Especial	II-54
Tabla II.27	Uso actual del suelo en la trayectoria de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol	II-55
Tabla II.28	Longitudes y superficies de la vegetación y el uso del suelo en la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	II-56
Tabla II.29	Cobertura por Municipio del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera	II-57
Tabla II.30	Obras existentes en el campo geotermoeléctrico Cerritos Colorados	II-62
Tabla II.31	Área para las estructuras de soporte de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol	II-68
Tabla II.32	Programa de las actividades de la etapa de construcción LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol	II-71
Tabla II.33	Equipos y auxiliares requeridos, para la ejecución de los trabajos de perforación	II-74
Tabla II.34	Componentes de un equipo de perforación	II-75
Tabla II.35	Estrategia de producción de vapor e inyección durante la vida útil del proyecto	II-77
Tabla II.36	Materiales a utilizar durante la perforación de un pozo geotérmico	II-80
Tabla II.37	Personal necesario para la construcción de un pozo geotérmico	II-81
Tabla II.38	Mantenimientos requeridos durante la etapa de operación	II-82
Tabla II.39	Programa de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol	II-83
Tabla II.40	Principales actividades de mantenimiento y su periodicidad	II-86
Tabla II.41	Programa de trabajo para la etapa de mantenimiento	II-87
Tabla II.42	Requerimientos de personal para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados	II-89
Tabla II.43	Requerimientos de personal para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol	II-89
Tabla II.44	Materiales a utilizar durante la etapa de construcción	

II-91
Tabla II.45 Equipo y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas de la LST cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol II-93
Tabla II.46 Residuos que se generarán durante la construcción de la unidad de generación II-95
Tabla II.47 Residuos que se generarán durante la construcción de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol II-96
Tabla II.48 Residuos peligrosos (etapas de preparación del sitio y construcción) II-97
Tabla II.49 Residuos que se generarán durante la construcción de la unidad de generación II-99
Tabla II.50 Residuos peligrosos (etapa de operación y mantenimiento) II-100
Tabla II.51 Residuos peligrosos que se generarán durante la construcción de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol II-100
Tabla II.52 Producción de vapor, agua y contenido de gases II-104
Tabla II.53 Contenido promedio de gas en el vapor extraída de los pozos productores y composición química de la mezcla gaseosa II-104
Tabla II.54 Posibles afectaciones al ambiente identificadas para la unidad de generación II-117
Tabla II.55 Posibles afectaciones al ambiente identificadas para la línea de subtransmisión II-119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Comparativo de las ventas de energía eléctrica en el estado de Jalisco, año 2005 (MWh). II-13
Figura II.2 Diagrama de flujo del fluido geotérmico en el proceso de generación de una unidad a condensación de 25 MW II-21
Figura II.3 Localización del campo geotérmico Cerritos Colorados II-29
Figura II.4 Localización del predio donde se construirán la unidad de generación (25 MW) II-30
Figura II.5 Primer tramo de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol II-50
Figura II.6 Segundo tramo de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol II-51
Figura II.7 Tercer tramo de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol II-52
Figura II.8 Cuarto tramo de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol II-53
Figura II.9 Zonificación del Área Natural Protegida (APFFP, 2000) II-59
Figura II.10 Características técnicas de una torre de acero estructural Tipo 1A21 II-69
Figura II.11 Características técnicas de un poste troncocónico II-79
Figura II.12 Distribución de los equipos que conforman los sistemas de perforación II-71
Figura II.13 Esquema de construcción y terminación de un pozo geotérmico direccional II-73
Figura II.14 Aspectos del equipo de perforación para pozos geotérmicos II-76
Figura II.15 Aspectos de la impermeabilización de una presa de lodos II-78
Figura II.16 Diagrama de flujo de la operación de la LST Cerritos Colorados II-83
Figura II.17 Recipientes utilizados en los frentes de obra para la separación de residuos no peligrosos II-94
Figura II.18 Aspectos de la impermeabilización de la plataforma y presa de lodos durante la etapa de perforación de un pozo geotérmico II-98
Figura II.19 Aspectos de los sanitarios portátiles que se utilizan para el personal durante la perforación de un pozo geotérmico II-99
Figura II.20 Silenciadores utilizados en los campos geotérmicos para la disminución de ruido y separación del fluido (agua-vapor) II-108
Figura II.21 Silenciador ecológico para el vapor de excedencia II-109

ANEXOS DEL CAPÍTULO II (Localizados en el Capítulo VIII)

Anexo II-1 Certificado de Industria Limpia para el Campo Geotérmico Cerritos Colorados (copia)
Anexo II-2 Plano II-2-1 Distribución de la infraestructura permanente existente y las obras por construir
Plano II-2-2 Ubicación de las trayectorias de vaporductos y líneas de inyección
Plano II-2-3 Trayectoria de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol
Anexo II-3 Anexo fotográfico
Anexo II-4 Análisis comparativo de sitios
Anexo II-5 Información básica forestal del Estudio Técnico Justificativo
Anexo II-6 Estudio de dispersión del ácido sulfhídrico (H_2S) para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados
Anexo II-7 Copia del Convenio Ejido Adolfo López Mateos-CFE

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

- **Antecedentes del campo geotérmico Cerritos Colorados**

Desde mediados de la década de los 70's, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) inició en el área de Cerritos Colorados, ubicada dentro del Bosque La Primavera, una serie de estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos, con el objetivo de evaluar de manera preliminar el potencial geotérmico, dada su reciente actividad volcánica (concluyó en la región hace unos 25 mil años) y la presencia superficial de fumarolas, manantiales calientes y zonas de alteración hidrotermal.

Así, la CFE empezó ejecutando estudios geológicos de cobertura regional que abarcaron una superficie de unos 8 000 km^2, incluyendo la zona del Bosque La Primavera, además de las zonas termales de Hervores de la Vega y San Marcos. Posteriormente, se llevaron a cabo estudios geológicos de semidetalle y detalle, levantándose una cartografía geológica a escalas 1:25 000, 1:10 000 y en ciertas áreas 1:5 000, así como el muestreo sistemático de los gases de las fumarolas y de los manantiales termales, con el fin de realizar el análisis e interpretaciones geoquímicas. Paralelamente a estas actividades, se desarrollaron estudios geofísicos que incluyeron levantamientos de resistividad con sondeos eléctricos verticales, estudios gravimétricos y magnetométricos. Como principal conclusión de esta detallada secuencia de estudios, se identificaron como áreas de alto interés geotérmico la porción centro-sur de la caldera volcánica denominada La Primavera, en la porción conocida como Cerritos Colorados y el cráter del domo Las Planillas, cerro ubicado al sur, fuera del límite de la caldera. En ambas áreas, los estudios concluyeron que era factible la existencia en el subsuelo de sendos sistemas geotérmicos que podrían ser comercialmente aprovechables para la generación de electricidad.

Sobre la base de esos resultados, se localizaron en la porción centro-sur de la caldera los sitios para perforar los primeros pozos exploratorios, etapa subsecuente en la secuencia exploratoria que había venido realizando la CFE en la zona. En enero de 1980, se iniciaron las primeras obras civiles de la CFE en el bosque, con la ampliación y desarrollo de una brecha que llegaba hasta el núcleo poblacional del Ejido Adolfo López Mateos, y la construcción del camino de acceso hasta los primeros sitios de perforación, iniciando la perforación del primer pozo exploratorio, el pozo PR-1, el 7 de abril de 1980. Los estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos realizados previamente no habían requerido de la construcción de obras civiles de apoyo.

De manera similar, a fines de 1981 se localizaron los sitios para practicar las primeras perforaciones exploratorias en el cráter de explosión del domo Las Planillas, iniciándose a principios de 1982 la ampliación y desarrollo de una brecha, construida por particulares, que subía desde el camino que va de Santa Ana Tepatitlán a San Isidro Mazatepec hasta el lugar conocido como puerta del Rancho La Reata. Este camino fue sucesivamente modificado y ampliado por la propia CFE en diversos períodos hasta su trazo final de 3 900 m en 1989, al suspenderse las actividades de esta institución en la zona.

Las actividades exploratorias de la CFE en la zona geotérmica de la caldera volcánica La Primavera se ejecutaron en dos períodos principales: de enero de 1980 a agosto de 1982 y de enero de 1984 a marzo de 1989, habiéndose interrumpido toda actividad, por restricciones presupuestales, en el período intermedio entre septiembre de 1982 y diciembre de 1983. En el primer período se perforaron en la caldera los pozos PR-1 (hasta los 1 226 m de profundidad), RC-1, PR-2, PR-4 y PR-5, construyéndose además la plataforma del pozo PR-6, el cual nunca se perforó. En el segundo período se perforaron los pozos PR-1 (de 1 226 a 1 822 m de profundidad), PR-8, PR-9, PR-10, PR-12, PR-11, PR-7 (hasta los 1386 m de profundidad,

habiendo quedado interrumpido desde entonces) y PR-13, en ese orden; la perforación se suspendió al concluir este último pozo en enero de 1988, perforándose después, entre noviembre y diciembre de ese mismo año, el último pozo, el PI-1, único perforado con objetivos de inyección en el campo.

Los resultados de los pozos profundos durante la etapa de exploración determinaron la existencia del recurso geotérmico, en la zona conocida como Cerritos Colorados en el Bosque La Primavera, Jal., se tiene identificada la existencia de un yacimiento geotérmico con una capacidad de generación de 75 MW con un comportamiento estable de la presión y la saturación del fluido en un tiempo largo, lo cual ha sido validado por la Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA por sus siglas en inglés) mediante la simulación numérica del yacimiento basada en la información geológica, geofísica y geoquímica obtenida por CFE en la zona.

Por la naturaleza de las obras de exploración, las cuales consistieron en la apertura de caminos de acceso, la construcción de las plataformas y presas de lodos, la construcción de pozos geotérmicos y las emisiones a la atmósfera generadas durante el desarrollo y evaluación de dichos pozos, el bosque sufrió daños en el área de Cerritos Colorados, y por la apertura del camino al sitio Las Planillas, que se reflejaron principalmente en la vegetación, la fauna silvestre y en el suelo; en 1989, a instancias de autoridades ambientales federales y estatales, la CFE suspendió los trabajos de exploración geotérmica que había venido realizando y se avocó a la rehabilitación de las zonas afectadas. El análisis detallado de los impactos producidos sobre el suelo y la vegetación por las obras y actividades inherentes a la perforación y evaluación de pozos geotérmicos, permitió diseñar las medidas de mitigación de los mismos y, sobre todo, establecer el plan de rehabilitación ecológica más adecuado, el cual consistió en controlar la erosión mediante las prácticas de conservación de suelo y agua, y por otra parte, en restablecer la vegetación en las zonas afectadas. El resumen de las acciones realizadas se refiere a continuación.

a) *Reforestación y pastización*. En las partes altas de la microcuenca del arroyo El Caracol, se reforestaron 124,3 ha con 217 300 plantas de seis especies arbóreas de pinos y dos especies de encinos, y se promovió la revegetación con gramíneas y otras plantas herbáceas y arbustivas del lugar en un total de 42 ha de sitios afectados. Es importante señalar que estas actividades se realizaron dentro y fuera de la zona geotérmica.

b) *Obras de drenaje*. Asimismo, para encauzar los escurrimientos pluviales se construyeron las obras de drenaje siguientes: 10 000 m de cunetas y contracunetas, 1 600 m de lavaderos, 11 000 m de bordillos y zanjas trinchera, 100 m de alcantarillas, un puente alcantarilla y alrededor de 50 cajas desarenadoras; adicionalmente, se efectuó el riego de impregnación asfáltica sobre 55 000 m^2 de caminos.

c) *Obras mecánicas*. En las partes medias y bajas de las microcuencas, la estrategia adoptada fue la de retener los sedimentos arrastrados por el agua de lluvia mediante diferentes tipos de estructuras, que incluyeron presas filtrantes de malla de alambre, presas de piedra acomodada y presas de gaviones construidas en cárcavas y cauces inestables.

Los trabajos de restauración y rehabilitación de la vegetación y del suelo que se llevaron a cabo entre 1989 y 1996 se enfocaron principalmente al control de la erosión y retención de sedimentos en las partes bajas de las dos microcuencas impactadas, la del Arroyo El Caracol y la del Arroyo El Huilustre, esta última correspondiente a las obras realizadas para el camino a Las Planillas.

Con el propósito de evaluar la eficacia de las medidas de conservación de suelo y agua establecidas por CFE para controlar la erosión del suelo, restablecer la vegetación en los sitios afectados y proponer un programa de protección ambiental, en el año de 1999 se llevó a cabo una auditoría ambiental voluntaria; los

trabajos de la auditoría estuvieron a cargo de la empresa Consultores en Planeación e Ingeniería Ambientales y fueron supervisados por investigadores de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. En el Plan de Acción resultante de esta auditoría ambiental se establecieron, entre otros puntos, la realización de un estudio de mecánica de suelos y de un estudio hidrológico-erosión hídrica, mismos que fueron realizados por la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil-CFE y del Colegio de Postgraduados, respectivamente.

Una vez concluido el Plan de Acción derivado de la auditoría ambiental, en mayo de 2004 la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) otorgó a CFE el Certificado de Industria Limpia, mismo que fue refrendado el pasado mes de marzo del presente año, con lo cual se demuestra que los impactos ambientales ocasionados ya han sido subsanados casi en su totalidad (Capítulo VIII, Anexo II.1).

En el 2005, la empresa West Japan Engineering Consultants (West JEC), bajo el patrocinio del Banco Japonés de Cooperación Internacional, realizó la evaluación de la información con la que cuenta el proyecto (infraestructura existente en el campo), lo cual permite soportar una estrategia inicial de desarrollo para 50 MW (2 x 25 MW) que puede ser llevada hasta los 75 MW. Derivado del análisis realizado se concluye que dicho desarrollo se tiene para un período de 30 años, para lo cual se requerirá la perforación de pozos de reposición, respaldo e inyectores en las plataformas actuales y que el manejo y disposición del agua superficial residual y el condensado se disponga en los pozos inyectores.

Con el propósito de realizar el mantenimiento y evaluación de los pozos profundos del campo geotérmico Cerritos Colorados, la CFE solicitó a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la autorización respectiva, la cual se obtuvo mediante el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DEI/1088/05, del 21 de abril de 2005, que tiene entre otros, el objetivo de evaluar la capacidad de aceptación del pozo inyector PR-2 y la producción de vapor de los pozos PR-1, PR,8, PR-9, PR-11, PR-12 y PR-13.

Con la finalidad de continuar el desarrollo del proyecto geotermoeléctrico de Cerritos Colorados y aprovechar la infraestructura existente en la zona, en el año 2005 la CFE estableció un convenio con el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara para elaborar las Manifestaciones de Impacto Ambiental, modalidad particular, tanto para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados como para la línea de subtransmisión de 69 kV asociada al proyecto, a fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental ante la SEMARNAT; no obstante que en ambos documentos se determinó la factibilidad ambiental de estos proyectos, en julio de 2006, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT resolvió negar la solicitud de autorización para estos proyectos, argumentando entre otras consideraciones, que CFE debería presentar una MIA modalidad regional, ampliando para ello el área de estudio del proyecto, e integrar ambos proyectos en dicho documento; en este sentido, la CFE convino con la Universidad Autónoma de Chapingo la realización del presente estudio de impacto ambiental conforme a las observaciones de la citada autoridad ambiental, para efectuar nuevamente el trámite de su autorización.

Es importante mencionar que la experiencia adquirida por la CFE en la exploración de los yacimientos geotérmicos nacionales, para su posterior explotación comercial mediante la instalación de unidades geotermoeléctricas, empleando el recurso energético del subsuelo, ha demostrado que este tipo de generación eléctrica es factible y confiable desde el punto de vista económico, ambiental y social, pudiéndose obtener en promedio altos factores de planta (FP $\approx$ 0,90) con un bajo impacto ambiental, por lo cual, este proyecto presenta una gran relevancia dado el impulso que se le dará a la explotación de un recurso natural renovable, que implica la sustitución de energía generada a base de combustibles fósiles por energía geotérmica, lo que se traduce en una solución al problema de las emisiones de gases que producen efecto de invernadero.

También es importante recordar que México es signatario de la Convención Marco de Naciones Unidas Sobre Cambio Climático y del Protocolo de Kyoto, reconociendo con ello el fenómeno del cambio climático y obligado a establecer medidas tendientes a su mitigación. En este sentido, la energía geotérmica contribuye a reducir el consumo de combustibles fósiles y reduce la tasa de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

La operación potencial de 75 MW en el campo geotérmico produciría electricidad equivalente a la que se obtiene quemando 1 millón de barriles anuales de combustóleo, y equivale a evitar la emisión a la atmósfera de 100 000 toneladas de CO_2 anuales; por otro lado, el proyecto Cerritos Colorados reúne los requisitos para registrarse en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, a través del cual puede comercializar los beneficios ambientales que aporta al reducir emisiones de CO_2 a la atmósfera. En este sentido, la primera etapa de este proyecto geotermoeléctrico (25 MW) equivaldría a reducir en una tercera parte la cifras arriba señaladas.

Por último, se estima que el desarrollo del proyecto Cerritos Colorados ocasionaría en su conjunto impactos ambientales poco significativos, tomando en cuenta la infraestructura ya existente en este campo geotérmico (caminos de acceso y plataformas para la perforación de pozos). Así mismo, este proyecto pretende cubrir varios objetivos, por un lado, aprovechar el recurso geotérmico existente en las inmediaciones de la zona metropolitana de Guadalajara; diversificar la base energética dentro del territorio nacional, coadyuvando al desarrollo de las fuentes alternas de energía; beneficiar a los pobladores de la región creando fuentes de trabajo (alrededor de 280 empleos) durante las etapas de construcción y operación del proyecto; reducir el déficit de energía eléctrica en la zona metropolitana de Guadalajara y hacer frente al desarrollo del estado en su conjunto; y mejorar la confiabilidad del suministro y operación de la energía eléctrica en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

II.1. Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El **Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados –Primera Etapa-** consistirá en la construcción de una unidad de generación de energía eléctrica con una capacidad total instalada de 25 MW, del tipo modular a condensación, la cual demandará un régimen mayor de extracción de vapor, con lo que se generará la información suficiente para evaluar la tasa de declinación de la producción de vapor del yacimiento.

Es importante señalar que la CFE tiene contemplado la instalación posterior de una unidad de 50 MW adicionales (Segunda Etapa), con equipo del tipo modular a condensación, logrando así el objetivo final de capacidad total instalada de 75 MW en este campo geotérmico.

De acuerdo con el Artículo 28, Fracciones II, VII y XI, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la CFE presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental para su evaluación y dictaminación de la autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo, de la Primera Etapa del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, la cual consistirá en la instalación de una unidad de 25 MW. Así mismo, el proyecto en su conjunto comprende también la construcción de una línea de subtransmisión de 69 kV (LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol), cuya construcción aportará la infraestructura necesaria para incorporar la energía eléctrica que generará la unidad de 25 MW (Primera Etapa) y posteriormente por la unidad de 50 MW (Segunda Etapa), y con ello enviarla al sistema eléctrico troncal de las subestaciones eléctricas Guadalajara I y El Sol.

Simultáneamente, para esta etapa será necesaria la perforación direccional de catorce nuevos pozos a partir de las plataformas de pozos ya existentes (nueve pozos productores y cinco inyectores), así como la intervención y/o rehabilitación de cuatro pozos geotérmicos ya existentes (PR-1, PR-2, PR-11 y PR-13) para reposición de vapor.

De igual manera, el proyecto contempla la construcción de alrededor de 2,5 km de vaporductos para la conducción del vapor geotérmico, los cuales se construirán principalmente a un costado de los caminos de acceso; el tendido de 3,5 km de tubería de polipropileno para la inyección de las aguas residuales del fluido geotérmico; la modificación de aproximadamente 250 m de un camino existente; y la construcción de algunas obras provisionales, como almacenes, patio de carga y descarga de materiales y equipos, una planta dosificadora de concreto, oficinas y comedores, entre otras obras de menores dimensiones.

La **LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol** tendrá una longitud de 14,7 km aproximadamente, y su trayectoria fue diseñada para construirse a un costado de los caminos de accesos existentes, de los cuales 8,5 km se ubican dentro del área natural protegida denominada Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera.

El proyecto Cerritos Colorados formará parte del sistema eléctrico nacional y constituye una obra nueva, cuya necesidad de construcción deriva del alto índice de crecimiento demográfico, turístico e industrial de la zona metropolitana de Guadalajara, haciendo indispensable contar con un abastecimiento oportuno que permita la confiabilidad del suministro de la energía eléctrica.

Como se señaló anteriormente el campo geotérmico Cerritos Colorados se ubica dentro del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), específicamente dentro de la Zona de Aprovechamiento Especial (ZAE). Asimismo, la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol inicia en esta Zona de Aprovechamiento Especial y cruza las Zonas de Recuperación (ZR) y de Uso Público

(ZUP), abarcando una longitud aproximada de 8,5 km dentro del APFFLP. Estas zonas, al igual que todas las demás zonas que comprenden esta área natural protegida, están definidas en función de la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial y que se encuentran sujetas a un régimen diferenciado de manejo y actividades permitidas en ella. Para la primera zona (ZAE), se permite la explotación y aprovechamiento del recurso geotérmico en la generación de electricidad; para la segunda zona (ZR) son sitios que se han identificados como alterados, por lo que es necesaria la rehabilitación y restauración; y para el caso de las zonas de uso público se consideran aquellas áreas destinadas para la recreación y esparcimiento.

Es importante señalar que para la construcción de la LST, desde su inicio, a partir de la unidad de generación del proyecto, se utilizará para el desplante de las torres de acero y/o postes troncocónicos la infraestructura existente, como son las plataformas de los pozos geotérmicos PR-1, PR-12 y PR-8, así como los costados de los caminos de acceso existentes dentro del campo geotérmico y del camino de acceso principal al mismo; por lo anterior, para la línea de subtransmisión no se requerirá de la apertura de la brecha forestal y su construcción provocará impactos ambientales adicionales poco significativos.

II.1.2 Justificación y objetivos

En la política energética de México, la geotermia es una alternativa para alcanzar una diversificación de las fuentes alternas de energía y no depender excesivamente de los combustibles fósiles. En este contexto, la CFE, a través de la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, ha explorado y explotado este recurso geotérmico en varios sitios del país; particularmente, en el sitio de Cerritos Colorados inició su exploración desde principios de la década de los 80's.

Los diversos estudios de exploración e ingeniería de yacimientos realizados por CFE y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), en el campo geotérmico Cerritos Colorados, Jal., indican que la zona tiene la capacidad energética suficiente para generar 75 MW. Con esta capacidad se producirían 590 GWh anuales, lo que representaría el 6,13 % del consumo de la zona metropolitana de Guadalajara, que en 2004 fue de 9 625 GWh aproximadamente.

En el contexto nacional, el estado de Jalisco se sitúa en el tercer sitio de actividad industrial en el país después de la zona metropolitana de México y del estado de Nuevo León. La zona metropolitana del Valle de Atemajac (Guadalajara-Zapopan-Tlaquepaque) ocupa el segundo lugar en población en el país, lo que representa un incremento gradual y sostenido de servicios entre los que destaca el suministro de la energía eléctrica.

En contraparte el estado de Jalisco, durante el 2005, generó alrededor de 4,4% de la energía que consume, por lo que el déficit se cubre con la energía que se produce en otros estados como Colima, Guanajuato, Nayarit y Sinaloa para satisfacer la demanda, con las consiguientes pérdidas por transmisión de energía eléctrica.

El estado de Jalisco cuenta actualmente con una capacidad eléctrica instalada de 414 MW (Tabla II.1), basando su generación con seis plantas hidroeléctricas. La central hidroeléctrica de Agua Prieta con 240 MW es el proyecto de generación más importante en el Estado, esta central genera el 6% de la energía eléctrica que consume la zona metropolitana pero sólo para las horas de máxima demanda; genera anualmente 408 GWh, con un factor de planta del 19%.

Tabla II.1 Generación de energía eléctrica en Jalisco, por tipo de tecnología					
Tipo de planta	**Centrales Generadoras**	**Unidades de Generación**	**Capacidad instalada (MW)**	**Energía eléctrica producida (GWh)**	**Energía eléctrica entregada (GWh)**
Hidroeléctrica	6	16	390	455	453
Termoeléctrica	1	1	24	0	0
Total	**7**	**17**	**414**	**455**	**453**

Fuente: INEGI (2006).

La única central no hidroeléctrica que existe en el estado de Jalisco es una central termoeléctrica con una capacidad instalada de 24 MW, de tipo turbogás, que actualmente se encuentra fuera de servicio por tiempo indefinido, por lo que ha dejado de producir energía. Adicionalmente, de las 16 unidades hidroeléctricas, dos de ellas no operaron durante todo el año 2005.

Desde el punto de vista histórico, la Tabla II.2 presenta las cifras para el período 1988-2005 de la generación bruta GWh (gigawatts-hora) en Jalisco, en comparación con las ventas que se han registrado por concepto de energía eléctrica en el estado. Con la información contenida en esta tabla se pueden obtener valiosas conclusiones: las ventas en los últimos 18 años han aumentado en promedio 4,5% anualmente, debido a la creciente demanda de este servicio en el estado; sin embargo, la capacidad de generación en la entidad se ha frenado y para el año 2005, representa menos de la vigésima parte de las ventas a nivel estado.

Tabla II.2 Generación de energía eléctrica y ventas en el estado de Jalisco en el periodo 1988-2005				
Período	**Generación bruta (GWh)**	**Ventas (GWh)**	**Tasa de crecimiento anual de las ventas (%)**	**Balance anual Generación – Ventas (GWh)**
1988	290,0	4 864,2	---	-4 574,2
1989	179,0	5 229,4	7,5	-5 050,4
1990	276,0	5 515,7	5,5	-5 239,7
1991	631,0	5 836,4	5,8	-5 205,4
1992	426,0	5 974,6	2,4	-5 548,6
1993	457,2	6 163,4	3,2	-5 706,2
1994	445,0	6 638,5	7,7	-6 193,5
1995	453,0	6 616,9	-0,3	-6 164,0
1996	452,0	6 955,5	5,1	-6 503,5
1997	424,7	7 270,8	4,5	-6 846,1
1998	495,4	7 995,9	10,0	-7 500,5
1999	497,2	8 503,0	6,3	-8 005,8
2000	370,1	9 075,9	6,7	-8 705,8
2001	436,4	9 285,7	2,3	-8 849,3
2002	513,9	9 519,6	2,5	-9 005,6
2003	596,5	9 554,3	0,4	-8 957,8
2004	596,5	9 625,5	0,7	-9 029,0
2005	455,0	10 050,0	4,4	-9 595,0

Fuente: cfe.gob.mx e INEGI (Anuarios Estadísticos de Jalisco 1995-2006).

En cuanto al consumo de energía eléctrica, en la Tabla II.3 se presenta las ventas de energía eléctrica en los municipios que conforman la Zona Metropolitana de Guadalajara, principal zona beneficiada con la ejecución del proyecto Cerritos Colorados.

Tabla II.3
Ventas de energía eléctrica a la Zona Metropolitana de Guadalajara en el año 2005 (megawatts-hora)

Servicios	Municipio					
	El Salto	Tonalá	Guadalajara	Tlajomulco de Zúñiga	Tlaquepaque	Zapopan
Industrial	802 102	68 553	1 598 043	205 404	520 278	1 102 448
Residencial	24 960	103 982	683 303	53 487	154 774	434 326
Comercial	6 719	25 367	375 516	13 418	38 056	128 265
Agrícola	260	395	0	7 724	3 545	2 338
Alumbrado	5 103	12 097	79 438	8 432	13 456	34 519
Otros*	3 994	2 015	4 301	12 162	6 033	25 381
Total:	**843 138**	**212 409**	**2 740 601**	**300 627**	**736 142**	**1 727 277**

* Bombeo de aguas y servicio temporal
Fuente: INEGI (2006), con información de CFE.

Se advierte un alto consumo de energía eléctrica, principalmente al sector industrial y residencial (alrededor del 86%), esto muestra el alto grado de desarrollo industrial, el incremento poblacional y de servicios que se tiene en la ZMG y sus alrededores.

Para contar con una referencia de la cantidad de energía eléctrica que se requiere en esta zona; en el año 2005, en estos municipios de la ZMG se tuvieron ventas que ascendieron a 6 560 194 MWh, que representaron el 65 % de las ventas totales a nivel estado (Figura II.1).

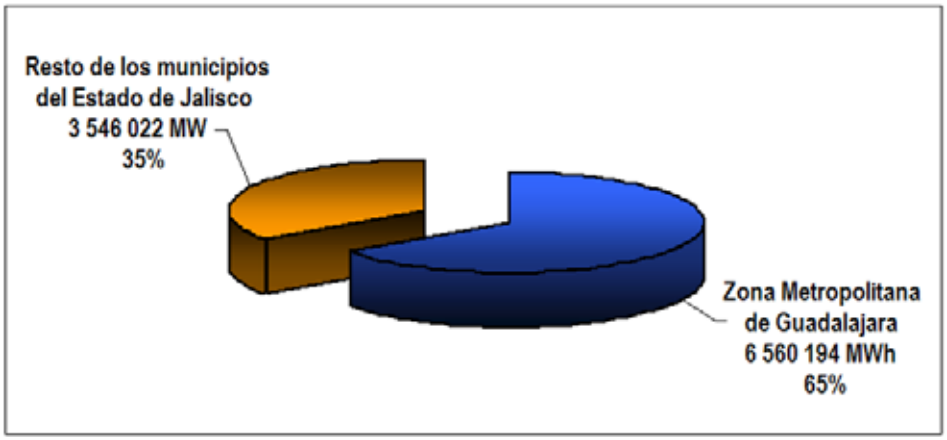


Figura II.1 Comparativo de las ventas de energía eléctrica en el estado de Jalisco, año 2005 (megawatts-hora)

- **Pronóstico de la demanda eléctrica en el Área Occidental**

De acuerdo con la estructura de la CFE, el Área Occidental se localiza en la parte Centro-Occidente del país y está integrada por tres regiones: Occidente (Jalisco y Nayarit), Bajío (Guanajuato, Aguascalientes, Querétaro, San Luís Potosí y Zacatecas) y Centro-Occidente (Michoacán y Colima).

De acuerdo con el Programa de Obras e Inversión del Sector Eléctrico (POISE) 2007-2016, los pronósticos realizados del consumo de electricidad para los escenarios bajo y alto en el Área Occidental se presentan en la Tabla II.4; de acuerdo con la CFE, la tasa media de crecimiento anual (tmca) que se reporta en el consumo es de 3,9% y 5,7%, respectivamente.

Tabla II.4
Pronóstico del consumo (GWh) de electricidad en el Área Occidental para el periodo 2006-2016

Año	Escenario bajo	Escenario alto
2006	49 085	49 720
2007	51 604	52 972
2008	53 628	55 889
2009	55 506	58 815
2010	58 126	63 086
2011	60 403	66 979
2012	63 209	71 078
2013	65 779	75 110
2014	68 301	79 325
2015	70 558	83 488
2016	72 859	87 826
Tmca (2006-2016)	**3,9**	**5,7**

Fuente: CFE (POISE 2007-2016) Tmca: tasa media de crecimiento anual

El incremento anual de consumo de energía eléctrica en MW esperado para el desarrollo normal de Guadalajara, se cubriría parcialmente con la entrada en operación de las unidades generadoras de Cerritos Colorados, una de 25 MW en la primera etapa (equivalente a 197 GWh), y otra de 50 MW en una segunda etapa (equivalente a 394 GWh), siendo ésta una generación de base y con alta confiabilidad, por los factores de planta tan altos que se manejan en estas unidades; además de un porcentaje adicional de energía que actualmente se suministran de otros estados

- **Objetivos**

El proyecto geotermoeléctrico contribuirá con la generación de energía eléctrica en la zona metropolitana de Guadalajara mientras que el proyecto LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol, contribuirá con la transmisión y conducción de la energía eléctrica desde el campo geotérmico Cerritos Colorados hasta la Zona Metropolitana de Guadalajara y así atender el déficit presente, además de cumplir con los estándares requeridos por el sistema, de acuerdo con lo determinado por los estudios de crecimiento de demanda en los que se basa el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE).

Objetivos particulares del proyecto de generación

- Aprovechar el recurso geotérmico para generar energía eléctrica en forma limpia y a bajo costo, coadyuvando al desarrollo de las fuentes alternas de energía.
- Diversificar las fuentes de generación de energía en el territorio nacional.
- Beneficiar a los pobladores de la región creando fuentes de trabajo durante las etapas de construcción y operación del proyecto.
- Reducir el déficit de energía eléctrica en la Zona Metropolitana de Guadalajara y hacer frente al desarrollo del estado en su conjunto.
- Satisfacer la demanda de energía a menor costo y en un largo plazo para el Sistema Eléctrico Nacional
- Mejorar la confiabilidad del suministro y operación de la energía eléctrica en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Objetivos particulares de la línea de subtransmisión

- Abastecer de energía a las subestaciones eléctricas Guadalajara I y El Sol.
- Crear infraestructura eléctrica que finalmente se integrará al Sistema Eléctrico Nacional.

II.1.3 Inversión requerida

El importe total del capital requerido para la construcción de la unidad geotermoeléctrica Cerritos Colorados de 25 MW es de $ 42 330 000 dólares (cuarenta y dos millones trescientos treinta mil dólares de Estados Unidos), compuesto por las siguientes cantidades: $ 36 159 000 dólares para la construcción la unidad de generación y $ 6 171 000 dólares en medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.

Para la operación y mantenimiento de la unidad durante la vida útil del proyecto (37 años) se requieren de $ 39 423 000 dólares (treinta y nueve millones cuatrocientos veintitrés mil dólares de Estados Unidos) y $ 27 000 000 dólares (veintisiete millones de dólares de Estados Unidos) para la reposición y reparación de pozos de producción e inyección.

En la Tabla II.5 se muestran los datos mencionados que resultan del análisis de la inversión requerida para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (incluye la operación y mantenimiento de la unidad; la perforación, rehabilitación y reposición de pozos productores e inyectores; las medidas de mitigación y compensación de los impactos ambientales) y en las Tablas II.6 y II.7 se observan los costos erogados en la medidas de protección ambiental de 1990 a la fecha y las medidas de prevención y mitigación que se realizarán de autorizar el proyecto, respectivamente.

El período de recuperación del capital invertido sin tomar en cuenta el valor del dinero, en el tiempo, es de 8 años con 0,64 meses, y mientras que el período de recuperación del valor presente del flujo de efectivo, con una tasa de descuento del 12% es de 13 años con 0,17 meses.

En el capítulo VII, se muestra el programa de protección y vigilancia ambiental donde se indican las medidas de prevención y mitigación que se adoptarán en las etapas del proyecto, con sus respectivos costos de aplicación.

Tabla II.5 Inversión requerida para el PG Cerritos Colorados (25 MW –Primera Etapa–)			
Concepto	**Importe M.N. $ (miles)**	**Importe $ USD***	**Aplicación**
Unidad de generación	**404 980,80**	**36 159 000**	1ª etapa del PG Cerritos Colorados
Prevención y mitigación de efectos sobre el medio ambiente	**69 115,20**	**6 171 000**	
Operación y mantenimiento	**441 537,60**	**39 423 000**	Vida útil del proyecto (37 años)
Reposición (perforación) y reparación de pozos productores e inyección	**302 400,00**	**27 000 000**	
Total:	**1 218 033,60**	**108 753 000**	

* Considerando un tipo cambiario de US $1 = $11,20 M.N. al 15 de octubre de 2007 (Banxico.org.mx)

Tabla II.6 Costos estimados de las medidas de protección ambiental realizadas en el campo geotérmico Cerritos Colorados (desde 1990 a la fecha)		
Programa	**Actividad / Concepto**	**Costo estimado/anual $ (Moneda Nacional)**
Auditoría ambiental	Atención de Plan de Acción	2 145 000
Protección ambiental	Colocación de señalamientos alusivos al área protegida	86 000
	Estudio hidrológico de las cuencas el Huilustre y Arroyo El Caracol	740 000
	Estudio de mecánica de suelos	100 000
	Estudio de sísmica	1 300 000
	Estudio de evaluación ambiental	1 500 000
Mantenimiento de caminos	Limpieza cunetas y cajas desarenadoras (*)	40 000
Mantenimiento obras de drenaje	Limpieza de zanjas (*)	25 047
	Construcción de presas filtrantes, presas de gaviones y bordes (*)	40 000
Mantenimiento de equipos superficiales	Revisión preventiva de instalaciones superficiales (*)	66 000
	Mantenimiento de árbol de válvulas de los pozos geotérmicos (*)	55 000
Control de residuos	Control y disposición de residuos no peligrosos (*)	20 000
Restauración ecológica	Mantenimiento de áreas restauradas (*)	200 000
	Manejo y control de plagas (*)	250 000
	Reforestación (*)	350 000
	Obras de civiles para el control de la erosión (*)	350 000
Cumplimiento de la normativa ambiental	Trámites y obtención de autorizaciones en materia ambiental (Apertura de pozos)	5 000

* Actividades que se vienen realizando desde 1990

Tabla II.7
Costos de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales a realizar durante la ejecución del proyecto

Programa / Actividad	Costo estimado/anual $ (Moneda Nacional)
Programa para la conservación y protección a la flora y la fauna silvestre	50 000
Programa de reforestación y restauración	600 000
• Reforestación de áreas en el campo geotérmico • Mantenimiento forestal (podas, cajeteo, riegos, etc.) y control de plagas • Mantenimiento del sitio aledaño a la unidad de generación • Desmantelamiento y restauración de obras provisionales	
Programa de conservación de suelos	400 000
• Mantenimiento de obras de drenaje • Obras civiles para el control de la erosión • Obras de drenaje	
Programa de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos	60 000
• Pruebas CRETIB de lodos de los pozos de perforación • Acondicionamiento de almacén temporal	
Programa de control y vigilancia (cacería furtiva y saqueo)	10 000
Programa de limpieza del sitio	10 000
Programa de monitoreo ambiental aire y agua	90 000
• Adquisición de equipo de medición de la concentración de H_2S en el aire • Adquisición de equipo climatológico • Medición de H_2S en el aire, mantenimiento, calibración y adquisición de refacciones • Monitoreo de manantiales, pozos y norias	800 000 150 000
Programa de monitoreo de ruido	10 000
• Adquisición de equipo • Calibración y mantenimiento anual	50 000
Programa de monitoreo de suelos y tejido foliar	410 000
• Muestreo y análisis fisicoquímicos del suelo • Muestreo y análisis químico de tejido foliar	
Cumplimiento de normativa ambiental	200 000
• Cumplimiento de condicionantes • Renovación del certificado de industria limpia	
Estudios ambientales para monitoreo ambiental	800 000
• Erosión del suelo • Calidad del aire • Fauna y vegetación	

Para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol se estima monto total aproximado de $ 105 644 000,00 (ciento cinco millones seiscientos cuarenta y cuatro mil pesos M.N.), equivalente a US $ 9 432 500,03 (nueve millones cuatrocientos treinta y dos mil quinientos dólares 03/100 de Estados Unidos) en los conceptos que se relacionan en la Tabla II.8.

Para las actividades de mitigación y compensación de los impactos ambientales propuestas, se utilizarán alrededor de $ 500 000,00 (US $ 44 642,86). Con base al tipo de cambio de US $ 1 = $ 11,20 M.N. al 15 de octubre de 2007 (Banxico.org.mx).

Tabla II.8 Inversión requerida para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol		
Concepto	**Inversión**	
	Importe M.N. $ (miles)	**Importe $ USD***
Línea de 69 kV	61 500,00	5 491 071,43
Indemnizaciones (Servidumbre de paso y bienes distintos a la tierra)	5 044,00	450 357,14
Medidas de mitigación	500,00	44 642,86
Total:	**67 044,00**	**5 986 071,43**

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1 Descripción de las obras y actividades

El proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados –Primera Etapa– consiste básicamente en tres obras y/o actividades principales, así como otras obras asociadas provisionales derivadas de las anteriores; las cuales se pueden resumir de la manera siguiente:

1) Construcción de una unidad de generación (25 MW):
- Construcción de una plataforma para el asentamiento de una unidad de generación de 25 MW
- Tendido de tubería de conducción de vapor o vaporductos.
- Tendido de tubería de inyección.
- Modificación de un tramo del camino de acceso alrededor del predio de la unidad de generación.

2) Construcción de una línea de subtransmisión eléctrica de 69 kV.

3) La perforación e intervención de pozos geotérmicos
- Perforación de nueve pozos productores
- Perforación de cinco pozos inyectores
- Intervención y/o rehabilitación de cuatro pozos existentes (tres productores y uno inyector)

La descripción de cada una de las obras y actividades referidas se desarrolla en apartados posteriores de este capítulo.

De acuerdo con la información solicitada en el Apéndice I de la *Guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica*, en las Tablas II.9, II.10 y II.11 se presentan las características generales de cada una de las dos primeras obras arriba señaladas.

Tabla II.9
Características generales del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW)

a) Tipo de proyecto		Central geotermoeléctrica	
b) Superficie del área de explotación (m^2)			
Infraestructura existente		Infraestructura requerida	
- Plataformas:	78 059,82	- Predio (25 MW):	9 634,00
- Almacén:	1 634,00	- Vaporductos:	4 500,00
- Caminos de acceso:	82 800,00	- Tubería de inyección:	1 750,00
		- Modificación camino:	1 750,00
Subtotal:	162 493,82 m^2	Subtotal:	17 634,00 m^2
Superficie total: 180 127,82 m^2			
c) Capacidad a instalar y número de unidades		25 MW, 1 Unidad (U-1 25 MW)	
d) No. de plataformas		12 (ya existentes)	
e) Superficie de cada una de las plataformas			
Plataforma	Superficie (m^2)	Plataforma	Superficie (m^2)
Pozo PR-1	4 890,39	Pozo PR-10	6 285,07
Pozo PR-2	8 365,98	Pozo PR-11	7 031,73
Pozo PR-4	4 199,87	Pozo PR-12	5 427,59
Pozo PR-5	8 563,47	Pozo PR-13	5 490,06
Pozo PR-7	7 438,98	Pozo PI-1	6 989,31
Pozo PR-8	5 286,73	PR-6 (plataforma)	4 124,21
Pozo PR-9	3 966,43		
f) No. de pozos productores y pozos inyectores		Se perforarán: 9 pozos productores 5 pozos inyectores Se intervendrán: 4 pozos existentes	
g) Longitud y trayectoria de vaporductos		2 500 m (4 500 m^2). Ver Anexo II-2, Plano II.2.2	
h) Longitud y trayectoria de líneas inyección		3 500 m (1 750 m^2). Ver Anexo II-2, Plano II.2.2	
i) En caso de requerir un quemador de gases, señalar sus características y la superficie que ocupará en el área del proyecto.		El proyecto no requiere instalar un quemador de gases.	
h) Describir las características de la red de monitoreo de ácido sulfhídrico (H_2S).		Se adquirirán tres equipos de medición de la concentración de H_2S en el aire. Falta definir si serán estaciones de medición fijas o móviles.	
i) Describir en qué consiste la casa de máquina y subestación eléctrica		Las casas de máquinas de la unidad de generación será construidas de estructura metálica recubierta con lámina, soportada por una cimentación de concreto. La subestación eléctrica será construida de estructura metálica para los marcos soporte de cables y de concreto para los soportes de equipo; el piso tendrá acabado de balasto (grava).	
j) En caso de requerir torres de enfriamiento, señalar sus características y la superficie que ocuparán en el área del proyecto.		Se requerirá una torre de enfriamiento tipo húmeda de tiro inducido, construida de madera en su estructura, con relleno de PVC; cimentación y pileta de concreto armado, ocupando una superficie aproximada de 490 m^2 (15 x 35 m).	

Tabla II.10 Características generales de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	
a) Capacidad de transmisión (voltaje)	69 kV
b) Número de circuitos	1
c) Longitud de la línea	14,7 km
d) Ancho del derecho de vía	8,5 m
e) Cable conductor (tipo)	795 KCM ACSR DRAKE
f) Cable de guarda (tipo)	Fibra óptica
g) Aislador (tipo)	De porcelana o de vidrio forjado de 16 S
h) Estructuras de soporte (tipos)	Torres de acero tipo E71A21 y postes troncocónicos tipo AS06
i) Número aproximado de estructuras	22 torres de acero y 74 postes troncocónicos
j) Cimentación (tipo)	Concreto
k) Sistema de tierras	Varilla Copperweld de 16 mm ∅ y alambre de cobre del No. 2
l) Protección catódica	Ninguna
m) Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía.	Preferente se hará poda selectiva para el tendido de los cables; de ser necesario habrá el derribo de arbolado

- **Descripción general del funcionamiento de una unidad de 25 MW**

Para la generación de energía eléctrica mediante un proceso geotérmico se aprovecha el calor del subsuelo, contenido éste en rocas de origen volcánico que han calentado el agua al estar en contacto durante miles de años con esas rocas calientes. El agua presurizada en tales condiciones alcanza un equilibrio químico, isotópico y termodinámico, que pasa a la fase de vapor cuando asciende lentamente a la superficie en forma natural por convección, o muy rápidamente en forma artificial por la tubería de los pozos geotérmicos.

La tecnología empleada para la construcción de los pozos geotérmicos es muy semejante a la de los pozos petroleros. La profundidad a la que se encuentran almacenados los fluidos geotérmicos es muy variable, en el campo geotérmico Cerritos Colorados se encuentra desde los 1 500 metros hasta los 3 000 m aproximadamente. Los pozos geotérmicos pueden producir una mezcla de agua y vapor, que es lo más común, vapor seco, vapor sobrecalentado, o agua caliente solamente. En el campo geotérmico Cerritos Colorados los pozos perforados producen una mezcla de agua y vapor en una proporción aproximada de 2 t/h de agua por 1 t/h de vapor.

Los pozos perforados que no presentan condiciones adecuadas de presión y temperatura para ser empleados como pozos productores en un campo geotérmico, pero que están terminados en formaciones geológicas permeables y profundas, comunicados con el yacimiento geotérmico se utilizan finalmente como pozos inyectores, aunque es común programar la perforación de un pozo con objetivos específicos de inyección para las salmueras producidas.

En el diagrama de la Figura II.2 se esquematiza la secuencia que sigue el fluido geotérmico en el proceso de generación de energía eléctrica en una unidad a condensación de 25 MW.

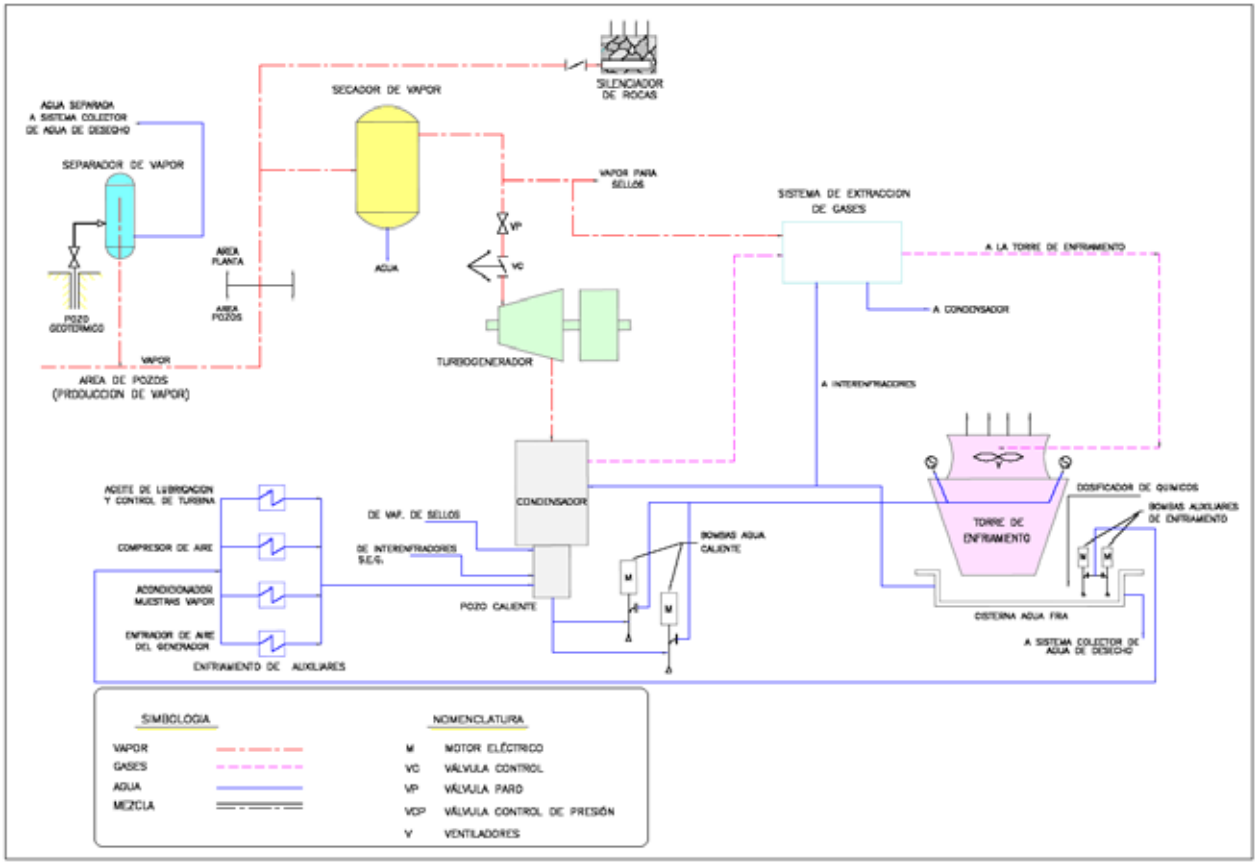


Figura II.2. Diagrama de flujo del fluido geotérmico en el proceso de generación de una unidad a condensación de 25 MW

La mezcla de agua y vapor que fluye en cada pozo se envía a un equipo separador tipo ciclónico instalado en la plataforma del pozo, que tiene la función de separar el agua del vapor. La mezcla entra en este separador de manera tangencial con respecto al cuerpo del equipo, induciéndole una fuerza centrífuga que hace separar las fases. El agua por tener mayor densidad adquiere mayor inercia que la del vapor, se pega a la pared del separador y por la acción de la gravedad cae a la parte inferior del equipo. La eficiencia de separación que se logra en estos equipos es superior al 99 %.

El vapor separado fluye por la parte superior mediante un tubo central, para enviarse a las turbinas a través de un vaporducto diseñado y construido de acero al carbón y aislado térmicamente. Antes de ingresar a la turbina, el vapor se pasa a un equipo secador para eliminar la humedad residual y los posibles sólidos en suspensión que aún pudiera contener como producto de la condensación que se produce en los ductos durante el trayecto desde los pozos hasta la unidad a condensación. El vapor seco enviado a la turbina de la unidad de 25 MW a condensación sufrirá un salto entálpico que se produce debido a las diferentes condiciones de presión, a la entrada de 6,0 bar abs y a la salida a presión de vacío, se convierte en energía mecánica, la que hace girar el generador eléctrico acoplado a la turbina, el cual por medio de fenómenos electromagnéticos produce la energía eléctrica.

Por otra parte, el agua separada de los pozos productores, se descarga por gravedad en un estanque ubicado a un costado de la plataforma para posteriormente ser inyectada en un pozo *ex profeso* para este objetivo.

En una unidad a condensación, el agua de circulación (caliente) fluye del condensador a la torre de enfriamiento; el agua de enfriamiento (agua fría) que se toma de la pileta de la torre, tiene diferentes usos: el primordial (por el volumen) condensa el vapor proveniente de la turbina y de los eyectores del sistema de extracción de gases, el secundario, en el enfriamiento y en los servicios que requieren los diferentes sistemas que conforman la central (lubricación de aceite, generador y sistema contra incendio). Las unidades a condensación no requieren de agua para su operación, el vapor que es condensado después de pasar por la turbina, se incorpora al sistema de agua de enfriamiento.

En la parte superior del condensador, se extraen por medio de eyectores los gases incondensables que fluyen mezclados con el vapor geotérmico desde el subsuelo hasta este punto. Los gases extraídos se conducen a la torre de enfriamiento en donde se aprovecha el tiro inducido que producen los ventiladores de ésta para emitirlos a la atmósfera y lograr así, una buena dispersión.

En la Tabla II.11 se presentan las características de los doce pozos existentes en el campo geotérmico Cerritos Colorados, así como la producción de vapor y agua evaluada hasta el año 1989, año en el que se cerró este campo geotérmico.

En la Tabla II.12, se presenta, respectivamente la disposición del gas y el contenido de éste en el vapor que produce o produjo cada uno de los pozos que se consideran actualmente como productores.

Tabla II.11
Evaluación de la producción de vapor y agua en 1989 de los pozos existentes en el campo geotérmico Cerritos Colorados

No. de pozo	Prof. (m)	Objetivo	Estado actual	Producción		Contenido de gas (% W)	Presión de cabezal bar	Presión de separación bara	Tipo de intervención
				Vapor (t/h)	Agua (t/h)				
PR-1	1881	Productor	Purgado por línea de 0,64cm (¼") ∅	40	55	5,6 ± 1,7	10,7	8	Reparar/Limpiar
PR-2	2000	Inyector	Cerrado	--	--	--	--	--	Reparar/Profundizar
PR-4	668	Productor	Cerrado	--	--	--	--	--	Reparar/Profundizar
PR-5	1215	Productor	Cerrado	--	--	--	--	--	Reparar/Profundizar
PR-7	1386	Productor	Cerrado	--	--	--	--	--	Reparar/profundizar
PR-8	1861	Productor	Cerrado	22	72	5,7 ± 1,0	11	8	Reparar/profundizar
PR-9	2986	Productor	Purgado por línea de 0,64cm (¼") ∅	60	117	4,9 ± 0,5	11	8	Reparar/Limpiar
PR-10	2271	Productor	Cerrado	--	--	--	--	--	Reparar/profundizar
PR-11	2157	Productor	Purgado por línea de 0,64cm (¼") ∅	58	88	N/D	11,3	8	Reparar/Limpiar
PR-12	2303	Productor	Purgado por línea de 0,64cm (¼") ∅	21	30	4,9 ± 0,5	16,6	8	Reparar/Limpiar
PR-13	2006	Productor	Cerrado	22	78	4,6 ± 0,5	15	8	Reparar/profundizar
PI-1	442	Inyector	Cerrado	--	--	--	--	--	Profundizar

Tabla II.12
Contenido promedio de gas en el vapor extraído de los pozos productores y composición química de la mezcla gaseosa

Pozo	Contenido de gas % masa	Composición química de la mezcla, % en masa en base seca						
		CO_2	H_2S	NH_3	H_2	CH_4	Otros gases	Período
PR-1	5,37	98,94	0,7315	0,0617	0,0042	0,1215	0,1411	1984 -1987
PR-8	5,66	99,14	0,3163	0,0539	0,0009	0,1994	0,2895	1986 - 1988
PR-9	5,05	98,92	0,6302	0,1082	0,0044	0,1650	0,1722	1986 - 1988
PR-12	4,99	98,40	0,9508	0,1510	0,0048	0,1639	0,3040	1988
PR-13	4,60	99,04	0,4746	0,1629	0,0013	0,1894	0,1318	1988

II.2.2 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas

Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW –Primera Etapa–)

- **Obras provisionales y asociadas**

A continuación se señalan las obras provisionales y asociadas requeridas para la construcción de la primera etapa del proyecto geotermoeléctrico, éstas en conjunto, ocuparán una superficie aproximada de 10 080 m^2.

En la Tabla II.13 se señalan las superficies que ocuparan estas obras provisionales, así como las obras asociadas.

Tabla II.13
Distribución de las áreas provisionales y asociadas requeridas para las obras provisionales de la primera etapa del proyecto geotermoeléctrico

Obra provisional	Área (m^2)
Almacén de materiales de construcción *	2 000
Almacén de equipo e instrumentación *	250
Almacén temporal de residuos peligrosos	250
Patio de servicios (carga y descarga de materiales, maquinaria y equipos) *	4 500
Comedores *	500
Oficinas y enfermería *	1 000
Estación de bombeo	80
Planta dosificadora de concreto *	1 500
	10 080

* Obras provisionales

En la Tabla II.14 se resumen las obras provisionales y asociadas que comprende el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, conforme a lo solicitado en el Apéndice I de la *Guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica.* Debido a la cercanía del sitio del proyecto a la zona urbana, no se requiere la instalación de un nuevo campamento.

Tabla II.14
Obras y actividades provisionales y asociadas del proyecto

Infraestructura	Descripción
Construcción de caminos de acceso	El proyecto no contempla la construcción de nuevos caminos de acceso, se utilizarán los existentes. Se realizará la modificación de un tramo del camino de acceso alrededor del predio de la unidad de 25 MW, para permitir el acceso a la zona de los pozos PR-4, PR-10 y PR-12, el cual tendrá una longitud aproximada de 250 m con un ancho de corona de 7 m, incluyendo las cunetas. Ocupará una superficie de 1 750 m^2. Esta obra no es provisional, será permanente.
Almacenes, bodegas, patios y talleres	Se tiene contemplado la construcción de las siguientes obras asociadas: almacén para los materiales de construcción (2 000 m^2); para el resguardo de equipo e instrumentación (250 m^2); un almacén temporal de residuos peligrosos (250 m^2); y un patio de servicios para resguardo de maquinaria, equipo, tubería y carga y descarga de materiales y equipos (4 500 m^2).
Campamentos, dormitorios, comedores	No se tiene contemplada la construcción de campamentos ni dormitorios. Actualmente CFE tiene instalado un almacén en el campo geotérmico con una superficie de 1 634 m^2, en el cual se resguardan materiales, herramientas, equipo y vehículos que dan mantenimiento a la infraestructura instalada en el mismo. Se prevé la construcción de dos comedores temporales (500 m^2), sobre el terreno agrícola del Ejido Adolfo López Mateos, para el personal de supervisión de la CFE y para el constructor. Dichos comedores serán provisionales y construidos a base de estructura metálica, con techos y muros de multipanel sobre piso de concreto.
Oficinas, enfermería e instalaciones sanitarias	Se instalarán oficinas provisionales (1 000 m^2), incluyendo un área de enfermería, para primeros auxilios y emergencias, requeridas para la supervisión de la obra; éstas serán construidas a base de muros y techos de multipanel sobre piso de concreto. Se instalarán en sitios estratégicos durante la construcción de la obra, letrinas portátiles. Las letrinas serán rentadas y se les dará mantenimiento a través de la misma compañía arrendadora. En todos los casos, las estructuras, muros y techos serán retirados al final de las obras.
Bancos de material	No se contempla la apertura de bancos de material en el área de influencia del proyecto. En la etapa de preparación del sitio, para el relleno, la nivelación y la construcción en el predio se utilizarán bancos de material externos al área del Bosque La Primavera; la compañía contratista definirá los bancos de donde extraerá los volúmenes de material.
Planta de tratamiento de aguas residuales.	Se tiene contemplado instalar una planta de tratamiento en las instalaciones de la unidad de generación, a fin de tratar el agua residual doméstica, previo a su inyección conjuntamente con el agua geotérmica. Esta obra será permanente.
Sitios para la disposición de residuos.	De acuerdo con el Plan de Desarrollo Regional Región 12 Centro, el cual comprende los municipios de Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga, entre otros, existen 12 vertederos municipales, donde se depositan diariamente 5 818,7 toneladas de residuos sólidos. El más cercano al área del proyecto es el Relleno Sanitario Picachos del Municipio de Zapopan, ubicado en la Carretera Colotlán en el Km 15,5; no obstante, los contratistas definirán si se disponen los residuos en este sitio o los dispondrán en otro.

Tabla II.14 Obras y actividades provisionales y asociadas del proyecto	
Infraestructura	**Descripción**
Otras obras	Se tiene programado instalar una planta dosificadora de concreto en la plataforma del pozo PR-6, a fin de evitar el traslado de concreto por períodos prolongados, se requiere un espacio de 1 500 m^2. Así mismo, se instalará una estación de bombeo en la plataforma del pozo PR-11, para la inyección del agua separada. Ésta ocupará una superficie aproximada de 80 m^2 (8 x 10 m).

➢ **Actividades provisionales**

a) Los cambios de lubricantes y reparación de maquinaria y equipo se harán en los talleres de la ciudad de Guadalajara.
b) Para la construcción de la plataforma donde se instalará la Unidad de 25 MW se requerirá utilizar material para su nivelación, éste será traído de bancos de material externos al área del Bosque La Primavera.
c) Se contará con un área específica para los residuos no peligrosos como son:
   - Materiales de despalme generados durante la preparación del sitio, los cuales se reutilizarán y dispondrán en los sitios donde se requieran realizar trabajos de acondicionamiento de áreas verdes.
   - Desperdicios de materiales de construcción, dentro de los que se incluyen cascajo y escombros generados por el proceso de edificación, estos materiales se desmenuzarán, se transportarán y depositarán en un sitio de relleno donde se pretendan realizar obras civiles, y
   - Materiales metálicos tales como pedazos de placa, alambre, varilla, lámina, etc.; estos materiales serán retirados del sitio para su posterior reciclado.
d) El almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos peligrosos se hará acatando lo establecido en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos y en las NOMs aplicables, se contratará una empresa autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio autorizado.

Se contará con un área *ex profeso* para el resguardo temporal de residuos peligrosos como son:

- Estopas impregnadas con grasa y soluciones limpiadoras, generadas durante el mantenimiento de equipo pesado y maquinaria, las que se depositarán en tambos de 200 litros debidamente rotulados con tipo de residuo y en sitios específicos para su disposición controlada.
- Baterías automotrices, las que serán almacenadas en recipientes y sitios específicos para su reciclaje a través de los distribuidores de las mismas; y
- Aceites lubricantes contaminados, producto del mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores.

Las obras y actividades provisionales antes mencionadas, se realizarán en los predios previstos para ellas, cuyas áreas estimadas de ocupación se indican en la Tabla II.19.

LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

➢ **Descripción de las obras y actividades provisionales**

A continuación se desglosan las actividades provisionales consideradas para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol.

Almacenes y bodegas. En estos sitios se guardará únicamente el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y construcción de la obra, al término de la cual se desmantelarán. Los almacenes requeridos para el proyecto en estudio estarán ubicados en sitios cercanos al campo geotermoeléctrico Cerritos Colorados correspondientes a áreas desprovistas de vegetación del Ejido López Mateos. Los almacenes consisten de piezas de material multipanel que son utilizadas como casa oficina y se caracterizan por lo siguiente: tienen dimensiones de aproximadamente 4 x 4 m, se arman sobre piso de tierra a fin de forman un cuarto que normalmente tiene una ventana. Los almacenes y bodegas normalmente fluctúan entre 25 a 2 000 m^2, estos últimos consisten en una casa de multipanel de 40 a 50 m^2 y el resto del área se delimita con alambre de púas o malla ciclónica.

En estos sitios se guardará únicamente el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y construcción de la obra, al término de ella se desmantelarán.

Instalación de sanitarios. Se utilizarán durante la construcción de la obra, letrinas portátiles que se distribuirán a lo largo de la trayectoria del proyecto. Las letrinas serán rentadas y se les dará mantenimiento a través de la misma compañía arrendadora.

Campamentos. No será necesaria la instalación de campamentos puesto que la mayoría de los trabajadores se contratarán en los poblados cercanos al área del proyecto y podrán pernoctar en sus hogares. De contratarse trabajadores foráneos éstos podrán usar la infraestructura (hoteles y casas de huéspedes) que existan en las localidades cercanas a la obra.

Bancos de material. Para la ejecución del proyecto no será necesaria la apertura de bancos de material, ya que en las cimentaciones se utilizará concreto premezclado, que se adquirirá en las casas comerciales de la región. Además, el producto de las excavaciones para formar la sección de desplante en las cimentaciones de las estructuras de soporte es el mismo que se utilizará en el relleno y compactado de dichas áreas una vez instaladas las estructuras de soporte, pues conforme a los resultados de mecánica de suelos que arrojó el estudio geotécnico preliminar, el material examinado cumple con las propiedades físicas de compactibilidad requeridos por la CFE.

II.2.3 Ubicación del proyecto

El predio donde se construirá la unidad de generación de 25 MW, se localiza a unos 15 km al occidente de la ciudad de Guadalajara, en el municipio de Zapopan, Jal., dentro de la microcuenca del arroyo El Caracol, en las localidades conocidas como Cerritos Colorados, La Azufrera y Mesa Tapona; comprende una superficie de aproximadamente 9 634 m^2 dentro de una poligonal cuyos vértices tienen las coordenadas UTM siguientes (Tabla II.15). De acuerdo con la zonificación establecida en el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, el campo geotérmico Cerritos Colorados se ubica en la Zona de Aprovechamiento Especial que se define como una superficie de extensión reducida con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotados sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje, ni causar impactos irreversibles en los elementos naturales que lo conforman. Esta zona abarca un total de 449,8 ha, comprendida en la zona conocida como Cerritos Colorados, de ahí el nombre del proyecto, donde CFE podrá desarrollar el proyecto geotermoeléctrico sujeto a un programa de manejo especial.

Tabla II.15
Coordenadas de la poligonal del predio de la unidad de generación de 25 MW

LADO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				PI-1	653 291,6312	2 284 457,8482
PI-1	PI-2	N 46º08’54” E	56,87	PI-2	653 332,4973	2 284 497,1081
PI-2	PI-3	S 79º35’41” E	39,94	PI-3	653 371,7803	2 284 489,8946
PI-3	PI-4	S 43º51’06” E	67,68	PI-4	653 418,6683	2 284 441,0883
PI-4	PI-5	S 21º38’48” E	29,07	PI-5	653 429,3742	2 284 414,0665
PI-5	PI-6	S 46º08’54” W	69,00	PI-6	653 379,8158	2 284 366,2636
PI-6	PI-1	N 43º51’06” W	120,00	PI-1	653 291,6312	2 284 457,8482
Superficie: 9 633,87 m^2 (0,9634 ha)						

En la Figura I.1, del Capítulo I, se presenta la poligonal de la Zona de Aprovechamiento Especial del APFFLP; en la Figuras II.3 y II.4 se muestran la ubicación del campo geotérmico Cerritos Colorados a nivel regional y la poligonal del sitio propuesto para la construcción de la unidad de 25 MW.

Con respecto a la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I-El Sol, la trayectoria de ésta se encuentra también dentro del municipio de Zapopan, inicia en el predio donde se instalará la unidad de generación (25 MW) y concluye con la interconexión de la LST Guadalajara I – El Sol, dentro de la zona metropolitana de Guadalajara; las coordenadas UTM y los puntos de inflexión de esta línea de subtransmisión se presentan en la Tabla II.16.

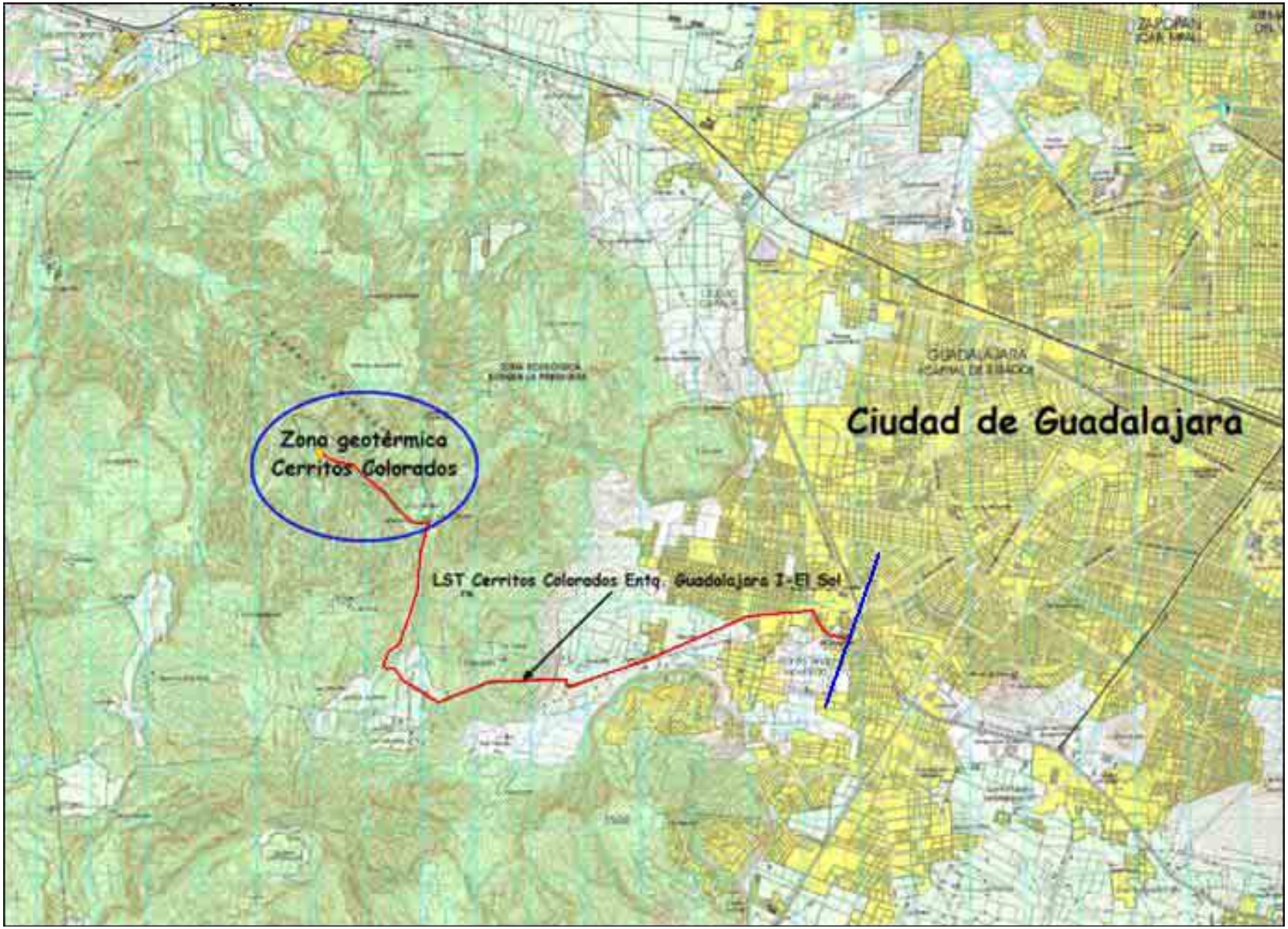


Figura II.3. Localización del campo geotérmico Cerritos Colorados

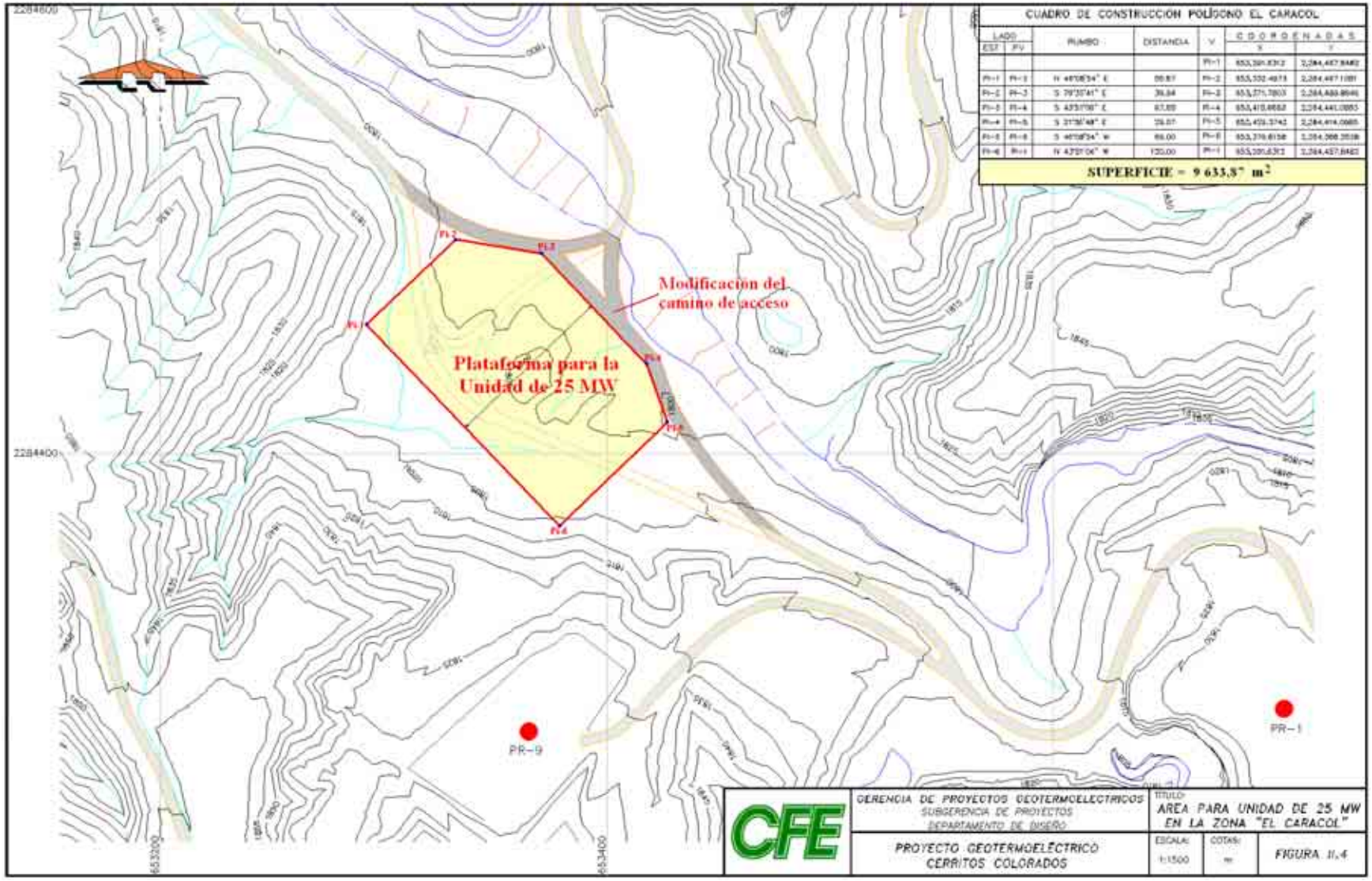


Figura II.4. Localización del predio donde se construirán la unidad de generación (25 MW)

Tabla II.16
Coordenadas de los puntos de inflexión de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Lado		Rumbo	Distancia (m)		PI	Coordenadas		Altitud (m)	Referencia
Est	PV		Tramo	Acumul.		X	Y		
				0,000	0	2 284 985,97	653 197,51	1 798	U-25 MW
0	1	S 60°15'32.12" E	171,844	171,844	1	2 284 900,72	653 346,72	1 812	
1	2	N 89°53'19.88" E	124,125	295,969	2	2 284 900,96	653 470,85	1 831	PR-1
2	3	N 74°25'09.88" E	227,551	523,520	3	2 284 962,08	653 690,03	1 840	PR-12
3	4	S 84°25'41.12" E	268,153	791,673	4	2 284 936,05	653 956,92	1 859	PR-8
4	5	S 40°08'10.12" E	250,260	1 041,933	5	2 284 744,72	654 118,24	1 873	
5	6	S 86°16'01.12" E	138,578	1 180,511	6	2 284 735,70	654 256,52	1 881	
6	7	S 41°36'01.12" E	203,576	1 384,087	7	2 284 583,46	654 391,68	1 893	
7	8	S 51°36'25.12" E	134,173	1 518,260	8	2 284 500,13	654 496,84	1 898	
8	9	S 63°05'40.12" E	144,903	1 663,163	9	2 284 434,55	654 626,09	1 904	Almacén CFE
9	10	S 42°18'54.12" E	117,920	1 781,083	10	2 284 347,35	654 705,47	1 908	
10	11	S 58°41'11.12" E	97,542	1 878,625	11	2 284 296,66	654 788,80	1 912	
11	12	N 67°31'25.88" E	119,643	1 998,268	12	2 284 342,40	654 899,36	1 915	
12	13	N 53°03'56.88" E	127,760	2 126,028	13	2 284 419,17	655 001,48	1 916	
13	14	N 62°57'32.88" E	101,260	2 227,288	14	2 284 465,21	655 091,67	1 918	
14	15	S 23°24'09.88" O	184,425	2 411,713	15	2 284 295,95	655 018,42	1 920	
15	16	S 04°14'20.12" E	163,160	2 574,873	16	2 284 133,24	655 030,48	1 924	
16	17	S 08°02'26.88" O	91,210	2 666,083	17	2 284 133,24	655 017,72	1 918	
17	18	S 40°38'10.12" E	212,700	2 878,783	18	2 283 881,52	655 156,24	1 884	Arroyo Las Canoas
18	19	S 13°10'24.88" O	177,160	3 055,943	19	2 283 709,02	655 115,87	1 898	Const. abandonada
19	20	S 39°36'12.12" E	101,200	3 157,143	20	2 283 631,04	655 180,38	1 897	
20	21	S 28°28'25.88" O	131,570	3 288,713	21	2 283 515,39	655 117,65	1 904	
21	22	S 45°04'18.12" E	76,690	3 365,403	22	2 283 461,23	655 171,95	1 906	
22	23	S 12°05'08.12" E	140,970	3 506,373	23	2 283 323,38	655 201,46	1 909	
23	24	S 00°23'40.12" E	213,943	3 720,316	24	2 283 109,45	655 202,94	1 907	
24	25	S 30°35'15.12" E	50,161	3 770,477	25	2 283 066,27	655 228,46	1 909	
25	26	S 14°01'31.88" O	144,036	3 914,513	26	2 282 926,52	655 193,55	1 910	
26	27	S 09°48'55.88" O	97,577	4 012,090	27	2 282 830,37	655 176,92	1 915	
27	28	S 00°59'56.12" E	156,290	4 168,380	28	2 282 674,11	655 179,64	1 918	
28	29	S 21°14'37.88" O	184,283	4 352,663	29	2 282 502,35	655 112,87	1 922	
29	30	S 20°43'36.12" E	102,060	4 454,723	30	2 282 406,89	655 148,99	1 925	
30	31	S 24°18'11.88" O	101,072	4 555,795	31	2 282 314,78	655 107,39	1 927	
31	32	S 00°49'05.88" O	83,580	4 639,375	32	2 282 231,21	655 106,20	1 932	
32	33	S 23°31'56.88" O	101,830	4 741,205	33	2 282 137,85	655 065,54	1 937	
33	34	S 23°31'56.88" O	102,610	4 843,815	34	2 282 061,72	654 996,74	1 938	
34	35	S 81°17'36.88" O	192,950	5 036,765	35	2 282 032,52	654 806,01	1 946	
35	36	S 53°11'10.88" O	203,860	5 240,625	36	2 281 910,36	654 642,80	1946	
36	37	S 20°53'55.88" O	70,210	5 310,835	37	2 281 844,77	654 617,76	1948	
37	38	S 36°01'58.12" E	137,870	5 448,705	38	2 281 802,14	654 648,77	1 953	
38	39	S 71°31'58.12" E	52,720	5 501,425	39	2 281 758,46	654 779,54	1 959	Rancho M Cuesta
39	40	S 32°42'52.12" E	591,940	6 093,365	40	2 281 260,42	655 099,46	1 939	Inicia LD 13,8 kV
40	41	S 42°21'37.12" E	591,940	6 685,305	41	2 280 971,73	655 362,70	1 942	

Tabla II.16
Coordenadas de los puntos de inflexión de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Lado		Rumbo	Distancia (m)		PI	Coordenadas		Altitud (m)	Referencia
Est	PV		Tramo	Acumul.		X	Y		
41	42	S 51°07'13.12" E	186,196	6 871,501	42	2 280 854,86	655 507,65	1 942	
42	43	S 84°50'51.12" E	868,673	7 740,174	43	2 280 776,84	656 372,81	1 905	
43	44	S 85°20'51.12" E	837,490	8 577,664	44	2 280 708,91	657 207,54	1 831	Límite ANP -BLP-
44	45	S 85°19'36.12" E	409,280	8 986,944	45	2 280 675,57	657 615,46	1 756	
45	46	N 70°14'00.88" E	157,641	9 144,585	46	2 280 728,88	657 763,81	1 748	
46	47	S 12°29'05.88" O	283,149	9 427,734	47	2 280 452,43	657 702,60	1 762	Calle s/nombre
47	48	S 12°29'05.88" O	36,899	9 464,633	48	2 280 416,40	657 694,63	1 762	Inicia M. Otero
48	49	N 66°05'41.14" E	2 064.680	11 529,313	49	2 281 538,25	660 225,59		Prolog M. Otero
49	50	N 66°57'00.13" E	832,050	12 361,363	50	2 281 864,02	660 991,21		Prolog M. Otero
50	51	N 84°21'58.24" E	1 162,280	13 523,643	51	2 281 978,12	662 147,87		Prolog M. Otero
51	52	S 78°42'04.01" E	18,970	13 542,613	52	2 281 974,41	662 166,47		M. Otero-Tepeyac
52	53	S 20°01'16.44" E	532,575	14 075,188	53	2 281 474,02	662 348,81		Tepeyac-Ixtepete
53	54	S 25°05'01.62" E	405,139	14 480,327	54	2 281 107,09	662 520,56		Ixtepete-Tlalpan
54	55	S 83°08'12.16" E	220,902	14 701,229	55	2 281 080,69	662 739,88		Entq. Guad I-El Sol
Longitud total de la LST: **14 701,23 m** (≈ 14,7 km)									

Respecto a la tenencia de la tierra, el predio de la unidad de generación corresponden a terrenos de propiedad ejidal (Ejido Lic. Adolfo López Mateos). La trayectoria de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol atravesará por predios de propiedad ejidal y propiedad privada, así como terrenos de propiedad federal y estatal (vías de comunicación y ríos o arroyos). En la Tabla II.25 se resume el número de los propietarios y/o predios por donde cruzará la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol.

II.2.3.1 Superficie total requerida

- **Superficie actual ocupada en el campo geotérmico Cerritos Colorados**

La superficie total ocupada actualmente por las plataformas de los pozos geotérmicos, los estanques de concreto, el almacén de CFE y los caminos de acceso asfaltados y de terracería, es de 162 493 m^2 (16,249 ha). En la Tabla II.17, se detallan las superficies que se han ocupado para los fines de la exploración geotérmica.

Las áreas fueron determinadas en el levantamiento geodésico que la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos contrató en julio del 2001. En éste se utilizaron dos pares de GPS de alta precisión: Ashtech Locus y Ashtech Reliance con 3,0 mm y 1 cm de precisión, respectivamente. Los datos geodésicos del levantamiento son los siguientes:

Proyección:	Universal Transversal Mercator (UTM)
Sistema de referencia:	Geodésico 1980 (GRS80)
Datum horizontal:	ITRF92
Referencia de elevación:	Nivel medio del mar
Procedimiento:	Levantamiento geodésico

Tabla II.17 Superficie actual ocupada en el campo geotérmico Cerritos Colorados				
Obras		**Superficie (m^2) (€)**	**Fotos (£)**	**Observaciones**
Plataformas existentes	Pozo PR-1	4 890,39	1	Incluye estanque de concreto
	Pozo PR-2	8 365,98	2	Incluye estanque de concreto
	Pozo PR-4	4 199,87	3	
	Pozo PR-5	8 563,47	4	Incluye estanque de concreto
	Pozo PR-7	7 438,98	5	Incluye presa de lodos
	Pozo PR-8	5 286,73	6	
	Pozo PR-9	3 966,43	7	Incluye estanque de concreto
	Pozo PR-10	6 285,07	8	
	Pozo PR-11	7 031,73	9	Incluye presa de lodos
	Pozo PR-12	5 427,59	10	
	Pozo PR-13	5 490,06	11	
	Pozo PI-1	6 989,31	12	Incluye presa de lodos
	PR-6 (plataforma)	4 124,21	13	Pozo no perforado
Almacén de CFE		1 634,00	14	Resguardo de equipo, tuberías, válvulas, maquinaria y desperdicios metálicos.
Subtotal:		79 693,82	07,9694 ha	

Obras	**Superficie (m^2)(§)**	**Fotos (£)**	**Observaciones**
Camino asfaltado	66 000,00	15	Longitud: 11 000 m
Caminos de terracería	16 800,00	16	Longitud: 2 800 m
Subtotal:	82 800,00	08,2800 ha	
Total:	**162 493,82**	**16,2494 ha**	

(€) Incluye el pateo de las plataformas; **(§)** Incluye las cunetas, contracunetas y otras obras de drenaje
(£) Ver Capítulo VIII, Anexo II-3

- **Superficie requerida para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados**

La superficie requerida para el proyecto se estima en 02-94-00 ha, esta cifra incluye el área del predio de la unidad de generación de 25 MW; el área que se ocupará para el tendido de vaporductos y líneas de inyección; y la desviación de camino de acceso existente que comunica los pozos PR-4, PR-10 y PR-12. No se incluyen en esta cifra la superficie que ocuparán las instalaciones provisionales, las cuales ocuparán una superficie de 10 580 m^2 en áreas de plataformas ya existentes. En las Tablas II.18 y II.19 se detallan las áreas que ocuparán las diferentes obras e instalaciones, tanto temporales como permanentes.

Tabla II.18 Áreas nuevas que se requerirán para el desarrollo del proyecto			
Obra	**Longitud (m)**	**Área (m^2)**	**Observaciones**
Predio de la unidad de generación (25 MW)	------	9 634	≈ 80 x 120 m
Modificación del camino de acceso existente a los pozos PR-4, PR-10 y PR-12	250	1 750	7 m de ancho incluyendo cunetas
Tuberías de inyección	3 500	1 750	3 500 m x 0,5 m
Tendido de vaporductos	2 500	2 250	2 500 m x 0,9 m
Cimentación vaporductos (cada 10 m)	------	2 250	3 x 3 m = 9 m^2 (cada cimentación)
	Total:	**17 634**	**1,7634 ha**

Tabla II.19
Áreas de instalaciones que se construirán sobre plataformas existentes y área agrícola

Obra		Longitud (m)	Área (m^2)	Observaciones
Estación bombeo (10 x 8 m)		---	80	Plataforma del PR-11
Patio de servicio, para el resguardo de maquinaria, equipo y tubería (50 x 100 m)		---	4 500	Plataforma del PR-7
Planta dosificadora de concreto (20 x 75 m)		---	1 500	Plataforma del PR-6
Oficinas y enfermería (10 x 100 m)		---	1 000	Área de cultivo con agaves del Ejido Adolfo López Mateos.
Comedores (10 x 50 m)		---	500	
Almacenes	Equipos e instrumentación (10 x 25 m)	---	250	
	Materiales de construcción (20 x 100 m)	---	2 000	
	Residuos peligrosos y no peligrosos (10 x 25 m)	---	250	
Total:			**10 080**	**1,0080 ha**

En el Anexo II-2 del Capítulo VIII, se presentan el Plano II-2-1 con la distribución total de la infraestructura permanente existente (plataformas, presas de lodos, caminos de acceso, almacén) y las obras por construir (predio donde se alojará la unidad de generación de 25 MW; modificación del trazo de camino de acceso entre el pozo PR-9 al PR-2). Así mismo, en el Anexo II-2, Plano II-2-2, se muestran la tubería de conducción de vapor e inyección del agua residual geotérmica (salmuera).

- **Superficie requerida para las LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I– El Sol**

LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

De acuerdo con la trayectoria de la línea de subtransmisión (LST) propuesta para el proyecto, alrededor de 8 500 m se encuentran dentro del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, no obstante, sólo alrededor de 3 000 m de la misma se ubicarán sobre terrenos forestales y unos 5 500 m dentro sobre los caminos de acceso, plataformas, áreas de pastizal y dentro del derecho de vía de la línea de distribución existente (13,8 kV). La longitud restante de la línea, alrededor de 6 200 m, estará ubicada fuera del área natural protegida, principalmente sobre áreas urbana y suburbana de la zona metropolitana de Guadalajara.

Derecho de vía. La superficie requerida para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I–El Sol es de 12,4950 ha, la cual resulta de multiplicar la longitud total de la línea de subtransmisión 14,7 km por el ancho de derecho de vía (8,5 m); no obstante, la superficie real que se ocupará será sólo aquella en donde se desplanten las torres de acero y los postes troncocónicos. La superficie estimada se realiza para fines indemnizatorios, no constructivos; requerida para evitar el establecimiento de alguna construcción o actividad por los propietarios del predio, que pueda interferir con la operación de la línea.

Brecha de maniobras y patrullaje. Es importante señalar que esta obra no requerirá construir la brecha de maniobras y patrullaje, toda vez que fue propuesta construirse a un costado de los caminos de acceso y dentro del derecho de vía de una línea de distribución de 13,8 kV existente. No obstante, para realizar el tensado y tendido de cables de guarda y conductores se destinará una franja de 4 metros de ancho en donde sólo en caso muy necesario se hará derribo de vegetación, de lo contrario sólo se realizará poda o desrame de los árboles que obstaculicen el tendido de cables referido.

Áreas para armado de estructuras de soporte. Para llevar a cabo las maniobras de hincado y armado de las estructuras de soporte (torres y postes troncocónicos), se destinará una superficie de 8,5 m x 8,5 m para cada estructura de acero; la vegetación arbórea y/o arbustiva que exista en el sitio de desplante se eliminará a matarrasa; una vez en operación el proyecto, se permitirá el crecimiento de la vegetación en estas áreas, con excepción de las superficies que ocuparán las bases de las estructuras.

El área requerida para realizar las maniobras y armado de estructuras de acero en cada sitio es de 72,25 m^2, por lo que la superficie total requerida para este concepto es de 6 936 m^2, de las cuales 4 011 m^2 se encuentran dentro del área natural protegida y 2 925 m^2 fuera del bosque La Primavera. Es importante señalar que en esta superficie se incluye el área que ocuparán las bases de las estructuras de soporte de la línea, en cuya superficie no se podrá reestablecer la vegetación.

Bases de las estructuras de soporte. Esta superficie es la mínima requerida que ocupará cada una de las bases de las estructuras de soporte; en ésta se realizará desmonte a matarrasa permanente, ya que una vez eliminada la vegetación arbórea y/o arbustiva no se permite el desarrollo de la misma. La superficie total que se requiere para este concepto es de 846 m^2, de las cuales 296 m^2 corresponden a los postes troncocónicos (74 postes, 4 m^2 de base para cada uno) y 792 m^2 se ocuparán para el desplante de las torres de acero (22 torres, 36 m^2 de base para cada una). De la superficie total, 629 m^2 se localizarán dentro del área natural protegida.

Patios de tendido y tensado de cables. Para llevar a cabo el tendido y tensado de cables, se ubican dentro del derecho de vía, sitios estratégicos que permitan llevar a cabo el desarrollo de esta actividad; para tal efecto, cada 3,0 km en promedio, se destinará una superficie 72,25 m² (8,5 x 8,5 m). En cada sitio seleccionado se instala la maquinaria necesaria para realizar el tendido y tensado del cable (una traccionadora en uno de los extremos y una máquina tensadora en el otro). En estos sitios se eliminará temporalmente la vegetación arbórea y/o arbustiva a matarrasa. Se calcula que se requerirán un total de 4 patios o sitios para el tendido y tensado de los cables, lo que representa una superficie de 289 m^2. No obstante lo anterior, es factible que el número de patios de tendido se reduzcan; ubicando para ello estos sitios en áreas ya desprovistas de vegetación (plataformas, camino de acceso, zonas agrícolas o de pastizal) cuando sea posible. En su defecto, el tendido de cables se efectuará directamente de torre a torre y de poste a poste, con el auxilio de poleas y máquinas devanadoras; por lo anterior, la superficie señalada para este concepto puede llegar a no requerirse.

Caminos de acceso. Para la construcción de la línea de subtransmisión no se requerirán caminos de acceso adicionales, toda vez que la trayectoria de la línea va en una gran parte a un costado de los caminos existentes.

En la Tabla II.20 se señalan las superficies requeridas para los conceptos arriba referidos.

Tabla II.20
Área requerida para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Concepto		Superficie bruta (m^2)	Superficie real (ha)			Dentro del ANP (*)	Fuera del ANP
			Afectación permanente	Afectación temporal	Sin afectar o poda selectiva		
a)	Derecho de vía (●)	124 950	---	---	62 189	35 960	26 229
b)	Brecha de maniobras y patrullaje (♠)	58 800	---	55 536	---	32 113	23 423
c)	Área de maniobra para armado de estructuras	6 936	---	5 848 (♦)	---	3 381	2 467
d)	Base de las estructuras (22 torres estructurales)	792	792	---	---	458	334
	Base de las estructuras (74 postes troncocónicos)	296	296	---	---	171	125
e)	Patio de tendido para tensado de cables (♣)	289	---	289	---	145	144
f)	Caminos de acceso (♣)	0	---	---	---	0	0
	Subtotal:		1 088	61 673	62 189	72 228	52 722
	Total:		**124 950**			**124 950**	

(*) Área natural protegida (Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera)
(♦) Se excluye la superficie que ocupará la base de las estructuras (torres y postes troncocónicos, 846 m^2)
(●) Superficie estimada para fines indemnizatorios, no constructivos; requerida para evitar el establecimiento de alguna construcción o actividad que pueda interferir con la operación de la línea; no incluye los conceptos **b)**, **c)**, **d)** y **e)** de esta tabla.
(♠) Concepto que no se aplicará para la construcción de la línea, se utilizará el camino de acceso existente, no obstante se estimó la afectación temporal por la poda de árboles dentro de una franja de 4 m a lo largo de la LST.
(♣) Concepto que no requerirá superficie adicional a la existente.

Nota: Es conveniente mencionar que la construcción de la línea de subtransmisión afectará una superficie de manera permanente de 1 088 m^2, que es el área que se ocupará para el desplante de las bases de las estructuras; por otra parte, se estima una afectación temporal de alrededor de 6,2 ha, superficie que incluye áreas de manera global la vegetación forestal, las áreas con pastizales y las superficies urbanas y suburbanas de la zona metropolitana de Guadalajara. Asimismo, es importante señalar que para el tendido y el tensado de los cables de esta obra se ocupará un área de 4 m de ancho, en la cual sólo se realizará la poda del follaje de los árboles que impidan dicha actividad, en caso inevitable, se derribará el arbolado que se encuentre dentro de dicha franja; no obstante lo anterior, en esta superficie no se realizará desmonte a matarrasa, respetando la vegetación herbácea y arbustiva, incluyendo aquellos árboles que no interfieran con la catenaria de la línea.

Localización de estructuras y patios para el tensado de cables

De acuerdo con el levantamiento topográfico y el estudio geotécnico preliminar, se realizó la distribución y localización de las estructuras y los patios para el tendido y tensado de los cables a lo largo de la trayectoria, en la Tabla II.22 se señala su distribución de las estructuras (torres y postes) por tipo de vegetación y uso de suelo.

Tabla II.21
Distribución de estructuras y patios para el tendido y el tensado de cables por tipo de vegetación y uso del suelo del proyecto de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

Uso de suelo y/o tipo de vegetación	No. de Estructuras		No. de patios
	Torres de acero	Postes troncocónicos	
Agricultura de temporal	5		
Pastizal natural	2	2	1
Fraccionamiento		1	
Zona rural (camino)		37	1
Zona federal (plataforma de pozos)	1		
Zona urbana		31	2
Bosque de *Quercus*	2		
Bosque de *Pinus*	2	1	
Vegetación secundaría	1	2	
Derecho de vía con bosque de *Pinus*	3		
Derecho de vía con bosque de *Quercus*	4		
Derecho de vía con vegetación secundaria.	2		
Subtotal:	**22**	**74**	**4**
Total:	**96**		**4**

En resumen, la superficie requerida para el proyecto se presenta a continuación:

• **PG Cerritos Colorados 25 MW – Primera Etapa –**			**2,7714 ha**
Áreas nuevas (predio Unidad 25 MW, tuberías y modificación camino)		17 634 m^2	
Obra provisionales y asociadas (sobre plataformas existentes y zona agrícola)		10 080 m^2	
	Subtotal:	**27 714 m^2**	
• **LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I–El Sol**			**12,4950 ha**
Afectación permanente		1 088 m^2	
Afectación temporal		61 922 m^2	
Sin afectar o poda selectiva		61 940 m^2	
	Subtotal:	**124 950 m^2**	
	Total:	**152 664 m^2**	**15,2664 ha**

Es importante señalar que la superficie referida para la LST incluye la longitud total con un derecho de vía de 8,5 m; no obstante la superficie real que se afectará para la construcción de la LST es solamente de 0,7232 ha, que corresponde a la base de las torres y postes troncocónicos, las áreas de armado de las estructuras y los patios de tendido para tensado de los cables, estas dos últimas superficies tendrán una afectación temporal. Para el tendido y tensado de los cables de la línea de subtransmisión se ocupará un área de 4 m de ancho dentro del derecho de vía, en la cual sólo se realizará la poda de los árboles, en caso inevitable, su derribo si éstos encuentran dentro de dicha franja; asimismo, es importante señalar que en esta superficie no se realizará desmonte a matarrasa, es decir, no se afectará el estrato herbáceo ni arbustivo.

II.2.3.2 Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades

El acceso a la zona geotérmica es a través del cruce del periférico poniente de la ciudad de Guadalajara, se toma la prolongación de la avenida Mariano Otero en dirección al poblado de San Isidro Mazatepec; siguiendo por un camino de terracería, a la altura del Km 9,6 de este camino existe una desviación hacia el Norte que, con una trayectoria de 5 km, también de terracería, se llega al campo geotérmico Cerritos Colorados. Dentro del campo geotérmico el acceso a las plataformas de los pozos y demás instalaciones de la CFE es a través de una red de caminos existentes cuya longitud total es de 13,8 km y un ancho de corona promedio de 4 m $\pm$ 2 m de cunetas, contracunetas, bordillos y otras obras de drenaje, de los cuales 11 km se encuentran asfaltados y 2,8 km corresponden a caminos de terracería.

II.2.3.3 Descripción de servicios requeridos

Para la construcción del proyecto geotermoeléctrico y la línea de subtransmisión se requerirán de los siguientes servicios.

- Energía eléctrica de respaldo

Con el objeto de contar con energía eléctrica en la unidad generadora durante los mantenimientos mayores, reparaciones o fallas en que se tenga que salir de servicio, así como servir de respaldo a los servicios esenciales de esta unidad, se le debe dotar de una fuente de energía eléctrica confiable e independiente. Esta fuente de energía será obtenida de un generador diesel, el cual se instalará dentro del mismo predio de la unidad de 25 MW. Así mismo, los consumos de energía eléctrica requeridos para los usos propios durante la operación de la unidad serán cubiertos en su totalidad por la misma.

Por otra parte, para alimentar de energía eléctrica al sistema de bombeo que se instalará en la plataforma del pozo PR-11, para la inyección de las aguas residuales que produzcan los pozos geotérmicos (PR-11, CC-4 y CC-5), se instalará un generador diesel a un costado de dicha planta de bombeo.

En las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, no se utilizará la energía eléctrica, ya que la mayoría de los trabajos se llevarán a cabo durante el día y la maquinaria y equipo utilizados funcionan por medio de sistema de combustión interna.

- Comunicaciones

Tanto para el campo geotérmico Cerritos Colorados como para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol, en primera instancia la comunicación entre el personal de campo así como de éste, con el personal que labora en las oficinas de la residencia, ubicada en Guadalajara, es actualmente a través de un sistema de radio-transmisión, propiedad de la CFE; sin embargo, durante la operación de la unidad de generación se requerirá la comunicación constante tanto de voz como de datos, para lo cual se instalará como cable de guarda de la línea de subtransmisión un cable de fibra óptica, que interconectará a la central generadora con la red eléctrica de la ciudad de Guadalajara, por lo que no se requerirá de infraestructura de soporte adicional para dicho cable.

- Agua cruda y potable

A diferencia de una central termoeléctrica, el sistema de enfriamiento de una central geotermoeléctrica no requiere agua de reposición debido a que el vapor que se condensa en el condensador, se incorpora al sistema de agua de circulación para reponer las pérdidas por evaporación, arrastre y purgas que se presenta en una torre de enfriamiento.

A través de las chimeneas de la torre se pierde una parte del agua de circulación por evaporación y arrastre, este porcentaje varía dependiendo de las condiciones ambientales y el rango de enfriamiento. El vapor condensado pasa a formar parte del agua de circulación y es suficiente para reponer las pérdidas por arrastre y evaporación de la torre, por lo que no es necesario disponer de fuentes externas de abastecimiento de agua para el proceso.

Al iniciar la operación de la unidad de generación de 25 MW, se requieren de aproximadamente 490 m^3 de agua cruda para llenar la pileta de la torre de enfriamiento. El consumo de agua cruda durante las obras civiles es variable, utilizándose principalmente, en las fases de construcción de la modificación del trazo del camino acceso aledaño a la plataforma del pozo PR-9 durante la compactación del terreno natural y construcción de la capa base, compactación de las plataformas, cimentación para el montaje de la unidad de generación, bases para soportes de líneas de vaporductos y para la cimentación, y seguimiento del programa de reforestación, operación del campo y las centrales de operación, así como mantenimiento de pozos (estimulaciones), instalaciones superficiales y unidad de generación. El agua se obtendrá del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de la zona metropolitana de Guadalajara y se trasladará en carros tanque y se almacenará en los estanques de concreto existentes, ver Fotografías 17 y 18 en el Anexo II-3.

El consumo de agua potable durante las diferentes etapas de construcción de las nuevas obras se estima en aproximadamente 100 litros diarios que serán suministrados en garrafones de 20 a 50 litros de capacidad.

Durante las obras de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol, la utilización de agua será mínima dado que durante la construcción de las cimentaciones, se utilizará concreto premezclado el cual será adquirido en establecimientos comerciales y se transportará en camiones tipo revolvedora. En lo relativo al agua requerida para el consumo humano, ésta será adquirida de expendios comerciales, se estima un consumo promedio de 36 litros diarios, dicha agua será transportada al sitio en garrafones a bordo de vehículos.

- Mano de obra

El personal requerido durante el tiempo que se realicen los trabajos en las etapas del proyecto preparación del sitio y construcción de la plataforma de la unidad de 25 MW y operación del campo geotérmico, se detalla en la Tabla II.22. Debido a la cercanía con el medio urbano, el personal se transportará diariamente de la ciudad de Guadalajara o de los ejidos cercanos a la obra. Prácticamente toda la mano de obra no calificada que se contratará será de la región.

Los requerimientos de personal para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol, no son muy grandes, se espera que en total laboren en la obra 50 personas por un período aproximado de 11 meses. La contratación se procurará cubrir con habitantes de los poblados cercanos al proyecto y serán los que realicen los trabajos físicos que comprende el proyecto, con lo cual se reducirán las necesidades de hospedaje, traslado de personal y demanda de otros servicios.

El horario de trabajo es un turno de 8 horas diarias (8:00 a 16:00 h) en cada una de las actividades que comprende la construcción de la primera etapa del proyecto geotermoeléctrico de 25 MW y de la línea de subtransmisión. Por lo anterior, se puede asegurar que los servicios con los que cuentan las cabeceras municipales son suficientes para atender las necesidades del proyecto.

Tabla II.22
Requerimientos de mano de obra

Etapa	Tipo de Mano de obra	Procedencia		Tipo de empleo		Tiempo del empleo (días)
		Local	Externo	Eventual	Permanente	
Para la construcción de la **Unidad de 25 MW**						
Preparación del sitio	Calificada	---	10	---	✓	60
	No calificada	40	---	---	---	60
Construcción: obra civil y perforación	Calificada	---	10	---	✓	350
	No calificada	180	---	✓	---	350
Operación y mantenimiento	Calificada	---	10	---	✓	90
	No calificada	30	---	✓	---	90
Subtotal:		**250**	**30**	**---**	**---**	**3 000**
Para la construcción de la **LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol**						
Preparación del sitio	Calificada	1	1	✓	--	90
	No calificada	6	--	✓	--	30
Construcción: obra civil y electromecánica	Calificada	24	2	✓	--	60
	No calificada	11	1	✓	--	90
Operación y mantenimiento	Calificada	3	1	--	✓	60
	No calificada	--	--	--	--	--
Subtotal:		**45**	**5**	**--**	**--**	**330**
Total:		**295**	**35**	**---**	**---**	**3 330**

- Combustibles y lubricantes

La unidad geotermoeléctrica no utiliza combustible para su operación, ya que el vapor geotérmico suple al combustible, lo cual es una de las principales ventajas de este tipo de centrales de generación.

Durante la ejecución de las obras civiles no se utiliza energía eléctrica, sino que se consume exclusivamente combustible diesel. El consumo para un equipo se estima en un total de 5 300 litros de diesel para 30 días de trabajo de obra civil. Este combustible se repartirá todos los días en el frente de trabajo en una camioneta de tres toneladas de capacidad, mediante tambos de 200 litros cada uno, el vehículo se surtirá con la frecuencia necesaria desde las gasolineras comerciales de la zona metropolitana de Guadalajara. Lo mismo ocurrirá con el suministro de lubricantes. En esta etapa no habrá almacenamiento de combustibles dentro de la zona.

Para la etapa de perforación, el consumo de diesel en motores del equipo, se calcula en 6,5 m^3 por día, (incluye la planta de energía eléctrica) considerando la potencia total de los motores y turnos continuos. Esto da como resultado un consumo de 585 m^3 para tres meses de perforación en cada pozo.

El suministro de combustible se hará en transporte especializado que acudirán al sitio dos veces por mes en promedio. El equipo de perforación cuenta con un tanque de almacenamiento de diesel el que asegura una reserva de combustible para la operación continua de los equipos.

Durante los trabajos de construcción de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol, se requieren combustibles como gasolina y diesel, utilizados básicamente para la operación de vehículos y revolvedoras, los que se adquirirán de las gasolineras de la zona metropolitana de Guadalajara. De requerirse, se contará con algunos recipientes (galón de plástico con rosca de 15 litros) para almacenar una pequeña cantidad de combustibles, esto con el objeto de contar con el suficiente para la jornada.

- Drenaje

En el campo geotérmico, se cuenta con un sistema de drenaje de agua pluvial formado por: 10,5 km de cunetas, 13 alcantarillas y 20 lavaderos, ver Capítulo VIII, Anexo II-3. El proyecto LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol, no requiere drenaje de agua pluvial.

II.3. Descripción de las obras y actividades

II.3.1 Programa general de trabajo

Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW)

El programa general de obras para la primera etapa del proyecto (25 MW) se presenta en la Tabla II.23, en forma de diagrama de Gantt; éste comprende las siguientes etapas: actividades previas, preparación del sitio, perforación, construcción y operación y mantenimiento, cada una con las diferentes obras permanentes y provisionales.

La primera etapa del proyecto se concluirá a finales de 2009, y se prevé el inicio de la operación comercial de la Unidad de 25 MW en el 2010. La construcción de la segunda etapa del proyecto (50 MW), se programó para el 2015 y su inicio de operación comercial se espera para el 2016; para lo cual se presentará en su momento, el estudio ambiental respectivo para su autorización en materia de impacto ambiental.

LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol (69 kV)

La construcción de esta LST se iniciará en el 2009, paralelamente con la construcción de la primera etapa del proyecto geotermoeléctrico. En la Tabla II.24 se presenta el programa calendarizado para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara-I El Sol, que comprenden las etapas de actividades previas, preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

Tabla II.23
Programa general de trabajo para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW –Primera Etapa–)

ETAPA / ACTIVIDAD	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2020	2021	2026	2029	2031	2033
ACTIVIDADES PREVIAS																	
Elaboración de estudios ambientales																	
Autorización en materia ambiental																	
Autorización de cambio de uso de suelo																	
Licitación de las obras																	
PREPARACIÓN DEL SITIO																	
Acondicionamiento predio Unidad 25 MW																	
Modificación camino de acceso																	
Obras de protección talud de plataforma																	
PERFORACIÓN																	
Perforación de nuevos pozos																	
Reparación de pozos existentes																	
CONSTRUCCIÓN																	
Construcción plataforma Unidad 25 MW																	
Construcción de la tubería de inyección																	
Construcción de vaporductos																	
Construcción de obras provisionales																	
Construcción de obras permanentes																	
Construcción de la Unidad de 25 MW																	
Construcción de subestación																	
Construcción de torre de enfriamiento																	
Construcción barda perimetral																	
Construcción planta de tratamiento																	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																	
Inicio de operación de Unidad de 25 MW																	
Mantenimiento preventivo (c/6 meses)																	
Mantenimiento correctivo (no determinado)																	
Mantenimiento predictivo (c/12 meses)																	

Tabla II.24
Programa general de trabajo para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

Etapa	Actividad	2007		2008		2009												2010			
						E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A
Actividades previas	Elaboración de los estudios ambientales	■	■																		
	Autorización en materia ambiental			■																	
	Autorización de cambio de uso de suelo			■																	
	Licitación de las obras				■																
Preparación del sitio	Levantamiento topográfico					■	■														
	Estudio geotécnico en sitios de estructuras						■	■													
	Áreas para armado y localización de estructuras							■	■	■											
Construcción	Excavación a cielo abierto								■	■											
	Plantillas de concreto en torres y postes troncocónicos									■	■	■									
	Colocación de concreto en cimentaciones									■	■	■									
	Relleno y compactado										■	■									
	Hincado y armado de estructuras de la LST											■	■								
	Vestido de estructuras de la LST												■	■							
	Tendido y tensado de cables de guarda de la LST												■	■							
	Sistema de tierras												■	■	■						
	Revisión final y pruebas													■	■	■					
Operación y mantenimiento	Preoperación de la LST															■	■	■			
	Puesta en marcha de la LST															■	■	■			
	Mantenimiento de la LST																		■	■	■
	Sustitución de infraestructura de la LST																			→	→

II.3.2 Selección del sitio o trayectoria

II.3.2.1 Estudios de campo

En el campo geotérmico Cerritos Colorados se han realizado diversos estudios, con distintos objetivos, unos realizados para evaluar el potencial del yacimiento geotérmico; otros, para describir las características físicas y biológicas del campo; y otros más, para definir la factibilidad de explotación comercial del recurso geotérmico. Algunos de los estudios ejecutados se citan a continuación.

Estudios de exploración:

Leal Hernández, R., 1988. Modelo geológico del campo geotérmico La Primavera, Jalisco, Méx. Informe Interno de CFE GEO/028/88, Depto. de Exploración, GPG. 29 pp, + figuras y anexos.

López Hernández, A., 1988. Estudio de la secuencia volcano sedimentaria en la Caldera La Primavera, Jal. Informe Interno de CFE 24/88, Depto. de Exploración, GPG. 33 pp. + figuras.

Ramírez Silva, G., 1990. Estudio de los niveles piezométricos en los pozos de agua en los alrededores del campo geotérmico La Primavera, Edo. De Jalisco. Informe Interno de CFE no. 05/90, Depto de Exploración, GPG. 18 pp. + figuras y planos.

Romero González, J.C., 1981. Estudios geológicos y geofísicos en el área geotérmica La Primavera, Jalisco. Informe Internote CFE No. 05/81, Depto. de Exploración, GPG. 60 pp. + figuras y 36 planos.

Venegas Salgado, S., 1981. Geología de la Sierra La Primavera. Informe Interno de CFE No. 52/81, Depto. de Exploración, GPG. 49 pp. + figuras y planos.

Villa Merlo, S.J., 1987. Evolución química de los manantiales de la zona de Río Caliente en La Primavera. Informe Interno de CFE No. AVR10-006/87. Superintendencia General Guadalajara.

Villa Merlo, S.J. y **M. Chacón F., 1989.** Evaluación hidrogeoquímica del sistema hidrotermal de la caldera de La Primavera, Jal. Informe Interno de CFE No. AVR10-70/89, Superintendencia General Guadalajara. 16 pp. + figuras y planos.

Estudios de factibilidad

GEOCONSUL, S.A de C.V., 1993. Análisis y evaluación de la información geológica, geofísica, geoquímica y de impacto ambiental disponible sobre el campo geotérmico Cerritos Colorados, Jal. Informe preparado para la CFE bajo contrato CLS-GPG-3020/93. 99 pp.

JICA (Japanese International Cooperation Agency), 1989. La Primavera Geothermal development proyect in United Mexican Status. Final Report. 349 pp. + 184 figuras.

Estudios ambientales

Carmona, G., 1990. Estudio agrológico multifactorial de la cuenca Arroyo El Caracol, Bosque La Primavera, Jal. Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE.

CFE, 1991., Estudio e información para el diagnóstico de la Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre La Primavera, Jal. Vol. 1 y 2; 157 pp. Adendum 57 pp.

CFE, 1994., Restauración de la zona geotérmica del Bosque La Primavera, Jalisco. 1988-1994. Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos. 26 pp + Anexo fotográfico.

CFE, 2001., Estudio de estabilidad de los sitios Planillas y Cerritos Colorados, Jalisco. Estudio Geotécnico No. 01-140-SGM/S. Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, Subgerencia de Geotecnia y Materiales. 20 pp.

Colegio de Postgraduados, 2001. Estudio hidrológico de la microcuencas El Caracol y El Huilustre, Edo. de Jalisco. 103 pp. + Planos

Colegio de Postgraduados, 2002. Estudio hidrológico de la microcuencas El Caracol y El Huilustre, Edo. de Jalisco, Segunda Etapa. Erosión Hídrica. Contrato No. 9400006630. 223 pp. + Planos

SIHASA, 1991. Complementación de la información hidrogeoquímica y ambiental del Diagnóstico de la Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre La Primavera, Jal. Informe preparado para la CFE bajo contrato GPG-CLS-12-91. 25 pp.

Universidad de Guadalajara, 2004. Estudio de evaluación ambiental para el desarrollo del proyecto geotermoeléctrico de Cerritos Colorados, en el Estado de Jalisco. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), U. de G.

Universidad de Guadalajara, 2006. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, del Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados (75 MW). CUCBA, U. de G.

Universidad de Guadalajara, 2006. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, del Proyecto LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I-El Sol. CUCBA, U. de G.

II.3.2.2 Sitios o trayectorias alternativas

Este tipo de proyectos se ubican en zonas específicas que por sus características geológicas permiten la existencia de un yacimiento profundo, el cual contiene el recurso geotérmico factible de ser explotado comercialmente, por lo que no es posible proponer sitios alternativos para el proyecto; por lo anterior, la selección se enfoca únicamente a definir los sitios más adecuados dentro de la zona de aprovechamiento geotérmico, tanto para la ubicación de la central generadora de electricidad como para la trayectoria de la línea de subtransmisión.

- **Características particulares de la zona de Cerritos Colorados**

El vulcanismo que dio origen a la sierra de La Primavera, fue ocasionado por el desarrollo de una estructura volcánica de tipo caldérico, cuya última actividad se registró hace 25 mil años (muy reciente, desde el punto de vista geológico); la presencia superficial de fumarolas, manantiales calientes y zonas de alteración hidrotermal son evidencias de una zona geotérmica de importancia, por lo que la CFE se vio motivada para iniciar, desde mediados de la década de los 70's, los trabajos exploratorios sistemáticos de geología, geoquímica, geofísica, geohidrología y vulcanología, para evaluar de manera preliminar su potencial geotérmico. Como principal conclusión de estos estudios se identificó como área de alto interés geotérmico la porción conocida como Cerritos Colorados localizada en la porción centro-sur de la caldera de La Primavera.

De esta forma se identificaron tres zonas con posibilidades de contener recursos geotérmicos aprovechables, ellas son: Cerritos Colorados-La Azufrera, Río Caliente y Las Planillas. La primera se ubica en la porción centro-sur de la caldera de La Primavera, por ser la de mayor importancia se le denominó inicialmente como campo geotérmico La Primavera, la de Río Caliente se encuentra en el borde noroeste de la caldera, y la tercera se encuentra en el domo de Las Planillas localizada al sur de la caldera, en el denominado arco sur de la misma. Por lo anterior, en 1980 la CFE inició las exploraciones del recurso geotérmico en la zona de Cerritos Colorados, donde a la fecha tiene instalada una importante infraestructura para el aprovechamiento geotérmico.

- **Criterios para la selección del sitio de las unidades de generación (1ª y 2ª Etapas del PG Cerritos Colorados)**

Los principales criterios para la selección del sitio del proyecto, fueron los siguientes:

a) Aspectos técnicos y económicos

- Ubicar las unidades de generación en un sitio concéntrico de la infraestructura existente, a fin de reducir las longitudes de vaporductos.
- Aprovechamiento de la infraestructura existente para el suministro de vapor, manejo de aguas residuales geotérmicas, transmisión del fluido eléctrico generado, dotación de energía eléctrica de respaldo a la central generadora y accesos, de tal forma que la interconexión a dichos sistemas sea el más factible técnica y económicamente.
- Establecimiento de las instalaciones permanentes y provisionales en áreas preferentemente sobre superficies planas o de baja pendiente, y en lo posible, desprovista de vegetación arbórea que impliquen el menor movimiento de tierras para su construcción.
- Nivelación del terreno mediante la compensación de cortes y terraplenes para el desplante de las cimentaciones.
- Para las instalaciones permanentes y provisionales requeridas, optimizar los espacios necesarios, ocupando sólo el mínimo indispensable.

b) Aspectos ambientales

- Establecimiento de las instalaciones permanentes y provisionales en áreas que impliquen el menor desmonte, evitando afectar a la vegetación natural de terrenos aledaños y proteger el suelo de la erosión.
- Para la perforación de los nuevos pozos requeridos, utilizar la técnica de perforación direccional sobre las plataformas de los pozos ya existentes, para evitar la construcción de nuevas plataformas y sus correspondientes caminos de acceso.
- Optimación de las trayectorias de las líneas de interconexión (vaporductos, canales de desalojo de aguas residuales y, de transmisión y distribución de fluido eléctrico), a fin de reducir al mínimo las posibles afectaciones sobre el suelo y la vegetación.
- Minimizar la contaminación o el impacto visual.
- Control en el manejo de residuos

c) Aspectos sociales

- Evitar afectar núcleos de población considerando su probable crecimiento.
- Minimizar el posible impacto a la calidad del aire por las emisiones de ácido sulfhídrico (H_2S) a través de torres de enfriamiento de la central generadora.
- Factibilidad y facilidad para adquirir la anuencia o permiso de paso por los predios afectados.
- Vinculación del proyecto con los planes de desarrollo urbano locales.

Alternativas para la ubicación de las unidades de generación

De acuerdo con los criterios señalados se plantean las siguientes opciones, considerando para ello el proyecto de 75 MW:

- **Opción A**

  - Una unidad generadora de 25 MW en la plataforma del pozo PR-7.
  - Una unidad generadora de 25 MW en la plataforma del pozo PR-11.
  - Una unidad generadora de 25 MW en un sitio denominado "Mesa El Pinar", rumbo al camino de acceso que conduce al pozo PR-11.

- **Opción B**

  - Una unidad generadora de 25 MW y otra de 50 MW, en las inmediaciones de la plataforma del pozo PR-9, a un costado y sobre parte del cauce del Arroyo El Caracol.

Es importante señalar que para la selección del sitio de las unidades generadoras se emplearon las especificaciones CFE SPAOO-07 establecidas para la "Evaluación ambiental de sitios candidatos de proyectos termoeléctricos", haciendo la aclaración de se utilizó el contexto metodológico de dicha especificación, modificándose algunos aspectos y criterios de análisis ambiental, a fin de adecuarlos para proyectos de generación geotérmica.

Evaluación de alternativas para la selección de sitio

En el Capítulo VIII, Anexo II-4, se muestra el análisis comparativo de opciones para la selección de sitios, en el cual se indican las ventajas que se tienen al concentrar en un sólo sitio, las unidades de generación, mismas que se instalarán en dos etapas. Derivado de este análisis se determinó que la Opción B, ubicada en las inmediaciones del pozo PR-9, cumple mayormente con los siguientes criterios técnico-económicos-ambientales, los criterios sociales fueron indistintos para ambas opciones:

- La interconexión para el suministro de vapor, el manejo de aguas residuales geotérmicas y la transmisión de la electricidad generada es la más factible técnica y económicamente;
- Representa un sitio concéntrico a las plataformas existentes, por lo que la longitud de vaporductos sería menor;
- El sitio presenta superficies casi planas o de baja pendiente, prácticamente desprovista de vegetación arbórea.
- Concentrar el proyecto en un solo sitio minimiza el impacto visual.
- La ubicación de las unidades en un solo sitio representa tener un mayor control en el mantenimiento, vigilancia y manejo de los residuos generados.
- Las instalaciones permanentes del proyecto implicarían el menor desmonte, evitando afectar a la vegetación natural de terrenos aledaños y proteger el suelo de la erosión.

➢ **Criterios para la selección de la trayectoria de la línea de subtransmisión**

Los principales criterios para la selección de la trayectoria fueron los siguientes:

a) Aspectos técnicos y económicos

- Aprovechar la infraestructura existente para el desplante de las estructuras, como lo son las plataformas, caminos de acceso y derechos de vía de otras líneas eléctricas, de tal forma que la interconexión de la línea eléctrica con las subestaciones eléctricas Guadalajara I y El Sol sea la más factible técnica y económicamente.

- Evitar la construcción de caminos de penetración para la ubicación y construcción de las estructuras de autosoporte de la línea, así como evitar la construcción de brechas de maniobras y patrullaje para el mantenimiento de la misma.
- Definir la trayectoria de la línea de subtransmisión por sitios de fácil acceso para el desplante de las torres o postes troncocónicos.
- Utilizar el menor número de estructuras para la línea y ocupar la superficie mínima requerida para el desplante de las estructuras de la línea.

b) Aspectos ambientales

- Definir la trayectoria de la línea de subtransmisión a un costado de los caminos de acceso a fin de evitar en lo posible el derribo del arbolado, la construcción de caminos de penetración y de la brecha de maniobra y patrullaje.
- Ubicar los sitios para el desplante de las estructuras de autosoporte de la línea de subtransmisión en áreas que impliquen el menor desmonte, evitando afectar a la vegetación natural de terrenos aledaños y proteger el suelo de la erosión.
- Optimizar su trayectoria en cuanto a longitud desarrollada dentro del área natural protegida.
- Utilizar estructuras de autosoporte que ocupen poca superficie individual para su desplante, a fin de reducir en lo posible la remoción de la vegetación natural y del suelo.

c) Aspectos sociales

- Evitar afectar núcleos de población considerando su probable crecimiento.
- Factibilidad y facilidad para adquirir la anuencia o permiso de paso por los predios afectados.
- Vinculación del proyecto con los planes de desarrollo urbano locales.

Alternativa para la trayectoria de la línea de subtransmisión

Tomando en cuenta los criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales, arriba señalados, la trayectoria de la línea de subtransmisión no presenta muchas variantes, considerando para ello, que ésta debe seguir su trazo por el camino de acceso al campo geotérmico, a fin de evitar afectar la vegetación por la construcción de caminos de penetración y de brechas para el mantenimiento de la línea.

Por lo anterior, se presenta una única trayectoria para la línea de subtransmisión. Para su descripción, arbitrariamente, se dividió la trayectoria en cuatro tramos:

1) Central Cerritos Colorados – Mesa Tapona. Este tramo comprende una longitud de 2 157 m aproximadamente (0,0 a 2 157 m); inicia en el predio de la unidad de generación y toma una dirección a la plataforma del pozo PR-1, de ahí, cruza el arroyo El Caracol con dirección al pozo PR-12; posteriormente, continua hacia la plataforma del pozo PR-8 y de ahí, toma una dirección SE, por un costado del camino de acceso de esta plataforma, pasando a un costado del almacén de CFE hasta llegar al predio agrícola del Ejido Lic. Adolfo López Mateos, predio conocido como Mesa Tapona. En la Figura II.5 se esquematiza la trayectoria descrita.

2) Mesa Tapona – Mirador de la Cuesta. Este tramo comprende una longitud aproximada de 3 850 m (2 157 a 6 007 m); inicia a un costado del predio agrícola del ejido con dirección hacia el sur, por un costado del camino de acceso al campo geotérmico, hasta llegar a un sitio agrícola denominado Mirador de la Cuesta, en el entronque con el camino Santa Ana Tepatitlán – San Isidro Mazatepec. En la Figura II.6 se presenta la trayectoria de este tramo.

3) Mirador de la Cuesta – Caseta de Vigilancia del Comité del Bosque La Primavera (BLP). Este tramo tiene una longitud de 3 405 m (6 007 a 9 412 m) e inicia a unos 350 m al NE de la desviación del camino de acceso al campo geotérmico Cerritos Colorados; a partir de este punto, la trayectoria de este tramo va dentro del derecho de vía de una línea de distribución existente de 13,8 kV, su trayectoria es por un costado del camino de la acceso y entre laderas intermontanas, hasta llegar a un costado de la caseta de vigilancia del Comité del BLP. Este tramo del trayecto presenta usos suburbanos agrícolas, recreativo, forestal de encino-pino, vegetación secundaria y pastizal. En la Figura II.7 se muestra la trayectoria de este tramo de la línea.

4) Caseta de Comité BLP – Entq. LT Guadalajara I-El Sol. Este tramo comprende una longitud aproximada de 5 273 m (9 412 a 14 701 m) Una vez que sale de la caseta del BLP, continua por la prolongación de la Av. Mariano Otero, comprendiendo un desarrollo de 00+06+000 km contados a partir de la caseta de vigilancia del BLP hasta interceptarse con el periférico sur, sitio de entronque con las líneas de las subestaciones eléctricas Guadalajara I y El Sol, ver Figura II.8.

Consideraciones ambientales que justifican optar por esta trayectoria

Después de revisar detalladamente la cartografía topográfica del área de estudio del proyecto, se concluye que proponer otra trayectoria alternativa para construir la LST implicaría un costo económico y ambiental muy elevado, debido a la topografía tan abrupta en el área del proyecto y a que se requeriría la apertura de brechas de penetración y de maniobras y patrullaje para su mantenimiento, obras que consecuentemente afectarían la vegetación forestal y por ende provocarían la fragmentación de ecosistemas.

Es importante señalar que para la selección de la trayectoria de la LST prevaleció el criterio ambiental de evitar al máximo el derribo de arbolado sobre los criterios técnico y económico considerados; la construcción de esta línea de subtransmisión a un costado de los caminos de acceso implica un costo técnico y económico mayor –con respecto a una línea que tuviera menos puntos de inflexión, es decir, tuviera una trayectoria más recta, lo cual también repercute en una mayor pérdida de energía. Así mismo, la trayectoria propuesta no interviene ni afectará corrientes, ni cuerpos de agua, durante la ejecución de los trabajos para su construcción. El acceso a todas las estructuras es prácticamente total, lo cual facilita el arribo de materiales a los frentes de trabajo.

Actualmente, las innovaciones tecnológicas de estructuras versátiles de fácil armado permiten una menor superficie de afectación para el desplante, parado y montaje de las estructuras.

II.3.2.3 Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad

Los tenencia de la tierra donde se instalarán las obras del proyecto (unidad de generación y línea de subtransmisión) corresponden a propiedad ejidal y privada; es importante señalar que toda la infraestructura construida en el campo geotérmico (plataformas, pozos geotérmicos, caminos de acceso, presas o estanques de concreto y almacén) se encuentra ubicada dentro del Ejido Adolfo López Mateos; en la Tabla II.25 se señala el número de propietarios para cada una de las obras del proyecto.

Tabla II.25
Tenencia de la tierra de las obras del PG Cerritos Colorados

Obra	No. propietarios		Total
	Propiedad Ejidal	Propiedad privada	
Predio del PG Cerritos Colorados (25 MW)	1	-	1
LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	1	8	9

Figura II.5. Primer tramo de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

Figura II.6. Segundo tramo de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

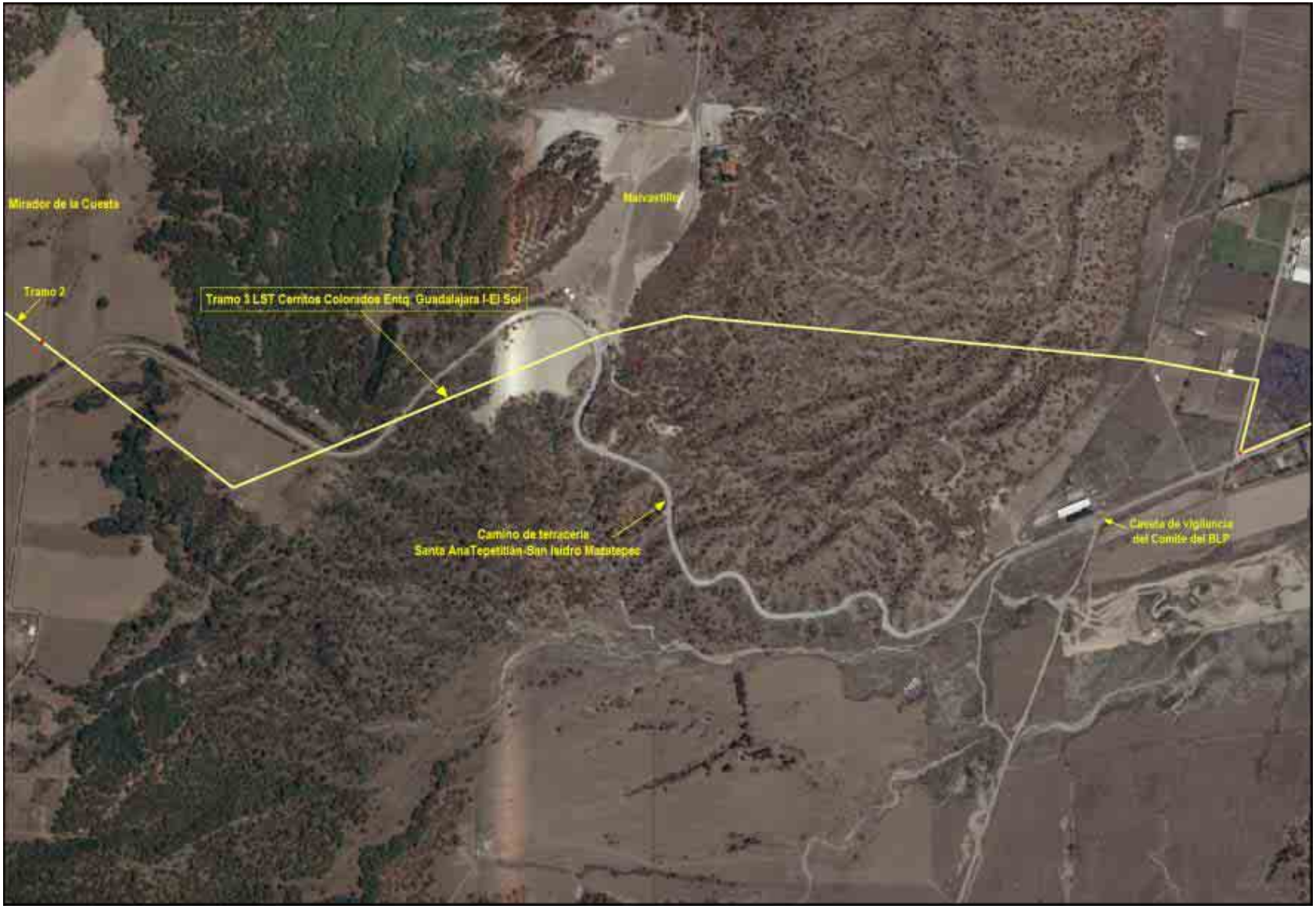


Figura II.7. Tercer tramo de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

Figura II.8. Cuarto tramo de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

II.3.2.4 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW)

El predio donde se instalará la unidad de generación, así como las áreas que ocuparán los vaporductos, la tubería de inyección, la modificación del camino de acceso y las instalaciones provisionales se encuentran bajo el régimen de propiedad ejidal, pertenecientes al ejido Lic. Adolfo López Mateos, y corresponden a terrenos con uso forestal, pastizal, agrícola y otros ocupados con infraestructura geotérmica. Al respecto, la CFE firma anualmente un convenio con el ejido para la renta de los terrenos ocupados para las instalaciones geotérmicas (plataformas, caminos de acceso y almacén). Ver Anexo II-7 en el Capítulo VIII.

Tomando como base la superficie definida como Zona de Aprovechamiento Especial en el Plan de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, superficie donde se ubica el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, en la Tabla II.26 se presentan los usos del suelo y sus superficies dentro de la misma.

Tabla II.26
Distribución de la vegetación y uso actual del suelo en la Zona de Aprovechamiento Especial

Uso de suelo	Tipo de vegetación y/o uso de suelo	Superficie (ha)	(%)	(%)
Agrícola	Agricultura de temporal	9,23	2,05	2,05
Pastizal	Pastizal natural	11,46	2,55	2,55
Forestal	Bosque de encino-pino denso	191,92	42,53	89,17
	Bosque de encino-pino abierto	194,92	43,33	
	Bosque de encino	9,88	2.20	
	Vegetación riparia	6,88	1,53	
Otros usos	Zona suburbana	7,36	1,63	6,23
	Infraestructura geotérmica	17,30	4,18	
	Total	**448,95**	**100,0**	**100,0**

Dentro de la clasificación de área de uso agrícola se encuentran pequeñas superficies que fueron inicialmente dedicadas a cultivos de temporal, y recientemente a la plantación de maguey, distribuidos éstas en terrenos planos o de baja pendiente. Las áreas de uso pecuario (pastizal natural e inducido) son también reducidas dentro de la Zona de Aprovechamiento Especial, y por lo regular éstas se encuentran sobre laderas de los cerros, algunas con pendientes muy pronunciadas; no obstante, el ganado del ejido utiliza esta superficie como agostaderos aunque su uso es forestal. En el área existen especies forrajeras muy extendidas y útiles, como *Paspalum notatum* (zacate burro), *Bouteloua hirsuta* (navajita-pelillo) y *Setaria geniculata* (zacate gusano).

El área de uso forestal presenta una vegetación natural de encino-pino. Entre los componentes más importantes del estrato arbóreo se presentan las especies de encino: *Quercus magnoliifolia, Q. resinosa, Q. crassipes* y *Q. rugosa*, entre otras; mientras que entre los pinos más comunes se identifican las especies *Pinus oocarpa, P. douglassiana* y *P. devoniana*. En menor abundancia, otros árboles que se observan en el bosque son *Clethra lanata* y *Arbutus glandulosa*. En el estrato arbustivo se presentan entre otros: *Baccharis salicifolia, B. ramulosa, Senecio salignus, Archibaccharis asperifolia, Verbesina greenmanii, Calliandra grandiflora, Comarostaphylis discolor,* y *Befaria mexicana.*

Las colindancias del campo geotérmico Cerritos Colorados, así como de la mayoría de la infraestructura instalada, con respecto al uso del suelo, es netamente forestal, con excepciones de algunos pequeños manchones de áreas pecuarias y agrícolas.

En el campo geotérmico no existen cuerpos de agua ni aprovechamientos superficiales, debido a que es una zona que se caracteriza por un comportamiento intermitente, por lo que sólo en temporada de lluvias y cuando hay tormentas importantes se presentan escurrimientos de corta duración, pues los materiales que constituyen el suelo tiene una gran capacidad de infiltración; lo que además no permite el desarrollo de cuerpos de agua superficiales.

En el Capítulo VIII, Anexo II-5, se presenta la información básica forestal del Estudio Técnico Justificativo elaborado para el predio donde se instalará la unidad de generación, sobre la superficie que requerirá la autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal.

LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol (69 kV)

El área donde se construirá la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP) en un tramo de 8,5 km, y el resto preferentemente sobre la zona urbana de Santa Ana Tepetitlán, municipio de Zapopan. Los predios donde se desarrollará la línea de subtransmisión se encuentran bajo el régimen ejidal, propiedad privada y municipal de zona urbana. Los usos de suelo por donde cruzará la trayectoria de la línea de subtransmisión son diversos, el mayor porcentaje lo ocupa el uso urbano (43,20%), seguido por el uso rural (27,76%) y el uso forestal (20,41%). En la Tabla II.27 se resumen las superficies y porcentajes de los usos de suelo involucrados en la trayectoria de la línea eléctrica.

Tabla II.27
Uso actual del suelo en la trayectoria de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

Uso de suelo	Tipo de vegetación y/o uso de suelo	Longitud (m)	Superficie (ha)	(%)
Agrícola	Agricultura de temporal	540	0,4590	3,67
	Agricultura de temporal + línea eléctrica	200	0,1700	1,36
	Subtotal:	740	0,6290	5,03
Pecuario	Pastizal natural	290	0,2465	1,97
	Subtotal:	290	0,2465	1,97
Forestal	Bosque de *Pinus*	290	0,2465	1,97
	Bosque de *Quercus*	170	0,1445	1,16
	Vegetación secundaria	390	0,3315	2,65
	Sitio con bosque de *Pinus*	200	0,1700	1,36
	Sitio con bosque de *Quercus*	1 200	1,0200	8,16
	Sitio con vegetación secundaria	450	0,3825	3,06
	Sitio con vegetación secundaria con árboles aislados	300	0.2550	2,04
	Subtotal:	3 000	2,5500	20,41
Geotérmico	Plataforma de los pozos	240	0,2040	1,63
	Subtotal:	240	0,2040	1,63
Zona rural	Camino rural	4 080	3,4680	27,76
	Subtotal:	4 080	3,4680	27,76
Otros usos	Zona suburbana	100	0,0850	0,68
	Fraccionamiento + línea eléctrica	200	0,1700	1,36
	Zona urbana	6 050	5,1425	41,16
	Subtotal:	6 350	5,2275	43,20
	Total:	**14 700**	**12.4950**	**100,00**

Los tipos de vegetación y usos de suelo observados a lo largo de la trayectoria de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol se resumen en la Tabla II.28**;** el uso de suelo forestal está básicamente comprendido por encino-pino, en donde los componentes más abundantes del estrato arbóreo son: *Quercus magnoliifolia, Q. resinosa, Q. crassipes y Q. rugosa*, mientras que entre los pinos más comunes se identifican las especies *Pinus oocarpa, P. douglassiana* y *P.devoniana*; en menor abundancia se observan *Clethra lanata* y *Arbutus glandulosa*. En el estrato arbustivo se presentan entre otros: *Verbesina greenmanii, Baccharis salicifolia, B. ramulosa, Senecio salignus, Archibaccharis asperifolia, Calliandra grandiflora, Comarostaphylis discolor,* y *Befaria mexicana*. Entre otros usos del suelo observados, además del forestal, son las de uso pecuario y que corresponden con las áreas de pastizal natural e inducido.

Tabla II.28
Longitudes y superficies de la vegetación y el uso del suelo en la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Del km	al km	Longitud (m)	Superficie (ha) *	Uso del suelo y/o tipo de vegetación
0+000	0+020	20	0,0170	Pastizal natural
0+020	0+260	240	0,2040	Bosque de *Pinus*
0+260	0+320	60	0,0510	Zona geotérmica (plataforma de pozo PR-12)
0+320	0+590	270	0,2295	Pastizal natural
0+590	0+640	50	0,0425	Bosque de *Pinus*
0+640	0+820	180	0,1530	Zona geotérmica (plataforma de pozo PR-8)
0+820	2+590	1 770	1,5045	Zona rural (camino)
2+590	2+760	170	0,1445	Bosque de *Quercus*
2+760	2+870	110	0,0935	Vegetación secundaria
2+870	3+110	240	0,2040	Zona rural (camino)
3+110	3+230	120	0,1020	Vegetación secundaria
3+230	3+760	530	0,4505	Zona rural (camino)
3+760	3+920	160	0,1360	Vegetación secundaria
3+920	5+460	1 540	1,3090	Zona rural (camino)
5+460	6+000	540	0,4590	Agricultura de temporal
6+000	6+450	450	0,3825	Sitio con vegetación secundaria
6+450	6+550	100	0,0850	Zona suburbana
6+550	6+750	200	0,1700	Sitios con bosque de *Pinus*
6+750	7+050	300	0,2550	Sitios con vegetación secundaria y árboles aislados
7+050	7+250	200	0,1700	Fraccionamiento + línea eléctrica
7+250	8+450	1 200	1,0200	Sitio con bosque de *Quercus*
8+450	8+650	200	0,1700	Agricultura temporal + línea eléctrica
8+650	14+700	6 050	5,1425	Zona urbana
Total:		**14 700**	**12,4950**	

***** Considerando 8,5 m de derecho de vía.

En el Capítulo VIII, Anexo II-5, se presenta la información básica forestal del Estudio Técnico Justificativo elaborado para la línea de subtransmisión, sobre la superficie que requerirá la autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal.

II.3.2.5 Urbanización del área

- Poblaciones

Las poblaciones más cercanas a la zona geotérmica Cerritos Colorados son Santa Ana Tepetitlán, Cd. Bugambilias, Guadalajara, Zapopan y El Fortín al este; Santa Cruz del Astillero, La Venta del Astillero, Pinar de la Venta al norte; Tala, Ahuislusco, San Isidro Mazatepec al oeste; y sur, además de encontrarse rancherías y poblados menores entre ellos: Rancho Las Toposas, Rancho La Cebada, El 8 ½, Rancho San José de La Montaña. Dentro del campo geotérmico se encuentra el Ejido López Mateos.

- Vías de acceso

El acceso a la zona geotérmica es a través del cruce del periférico poniente de la ciudad de Guadalajara, se toma la prolongación de la avenida Mariano Otero en dirección al poblado de San Isidro Mazatepec; siguiendo por un camino de terracería, a la altura del Km 9,6 de este camino existe una desviación hacia el Norte que, con una trayectoria de 5 km, también de terracería, se llega al campo geotérmico Cerritos Colorados. Dentro del campo geotérmico el acceso a las plataformas de los pozos y demás instalaciones de la CFE es a través de una red de caminos existentes cuya longitud total es de 13,8 km y un ancho de corona promedio de 4 m, de los cuales 11 km se encuentran asfaltados y 2,8 km corresponden a caminos de terracería.

- Medios de comunicación

En el campo geotérmico Cerritos Colorados se tiene instalada una antena de radio-transmisión en el almacén de CFE, con la cual el personal de vigilancia se comunica constantemente con la Residencia La Primavera, ubicada en Guadalajara.

- Agua potable

En el campo geotérmico no hay fuentes para el abastecimiento de agua potable. Tanto en el Ejido López Mateos como en el almacén de CFE se tienen instaladas cisternas, las cuales son llenadas de agua periódicamente mediante pipas, las cuales se abastecen de la ciudad de Guadalajara.

II.3.2.6 Área natural protegida

Como se ha señalado anteriormente, el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados se ubica dentro del área natural protegida denominada como Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP). Inicialmente, esta área fue decretada por mandato presidencial, del entonces Presidente José López Portillo, como Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre La Primavera, el 6 de marzo de 1980, con una superficie de 30 500 ha ubicada en los municipios de Tala, Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga. En la Tabla II.29 se presenta la superficie proporcional de estos municipios dentro de esta área natural protegida.

Tabla II.29
Cobertura por Municipio del
Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera

Municipio	% de superficie que abarca del Área Natural Protegida
Zapopan	54,0
Tala	35,0
Tlajomulco	11,0

Posteriormente, el 7 de junio de 2000 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo mediante el cual se dota a esta área natural protegida con una categoría acorde con la legislación vigente, quedando con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera.

Así mismo, en diciembre de 2000 se publicó el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, en el cual se define el diagnóstico y la problemática ambiental de esta área natural protegida, los objetivos y las acciones a realizar para cada uno de los componentes y subcomponentes del manejo propuesto, así como las reglas administrativas de la misma. En el programa se clasifica el área en siete zonas, definidas en función de su vocación natural del terreno y de su uso actual y potencial, acorde con sus propósitos de área de protección y conservación, y que estarán sujetas a regímenes diferenciados en cuanto a manejo y a las actividades permisibles o no en cada una de ellas.

El área de las siete zonas que conforman el APFFLP, son las siguientes:

1.	Zona de Protección	4 062,5 ha
2.	Zona de Uso Restringido	14 715,3 ha
3.	Zona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales	645,9 ha
4.	Zona de Aprovechamiento Sustentable de Agroecosistemas	1 989,3 ha
5.	Zona de Aprovechamiento Especial	448,9 ha
6.	Zona de Uso Público	1 523,6 ha
7.	Zona de Recuperación	7 114,5 ha
	Total:	30 500,0 ha

Específicamente, el campo geotérmico Cerritos Colorados se ubica dentro de la Zona de Aprovechamiento Especial (ver Figura II.9), la cual de acuerdo con el Plan de Manejo del APFFLP, está definida como una superficie de extensión reducida con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotados sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje, ni causar impactos irreversibles en los elementos naturales que lo conforman. Esta zona abarca un total de 448,9 ha, comprendida en la zona conocida como Cerritos Colorados, donde CFE pretende realizar la explotación del recurso geotérmico, la cual deberá atender a un manejo especial, en caso de que se autorice el proyecto por parte de la autoridad ambiental correspondiente.

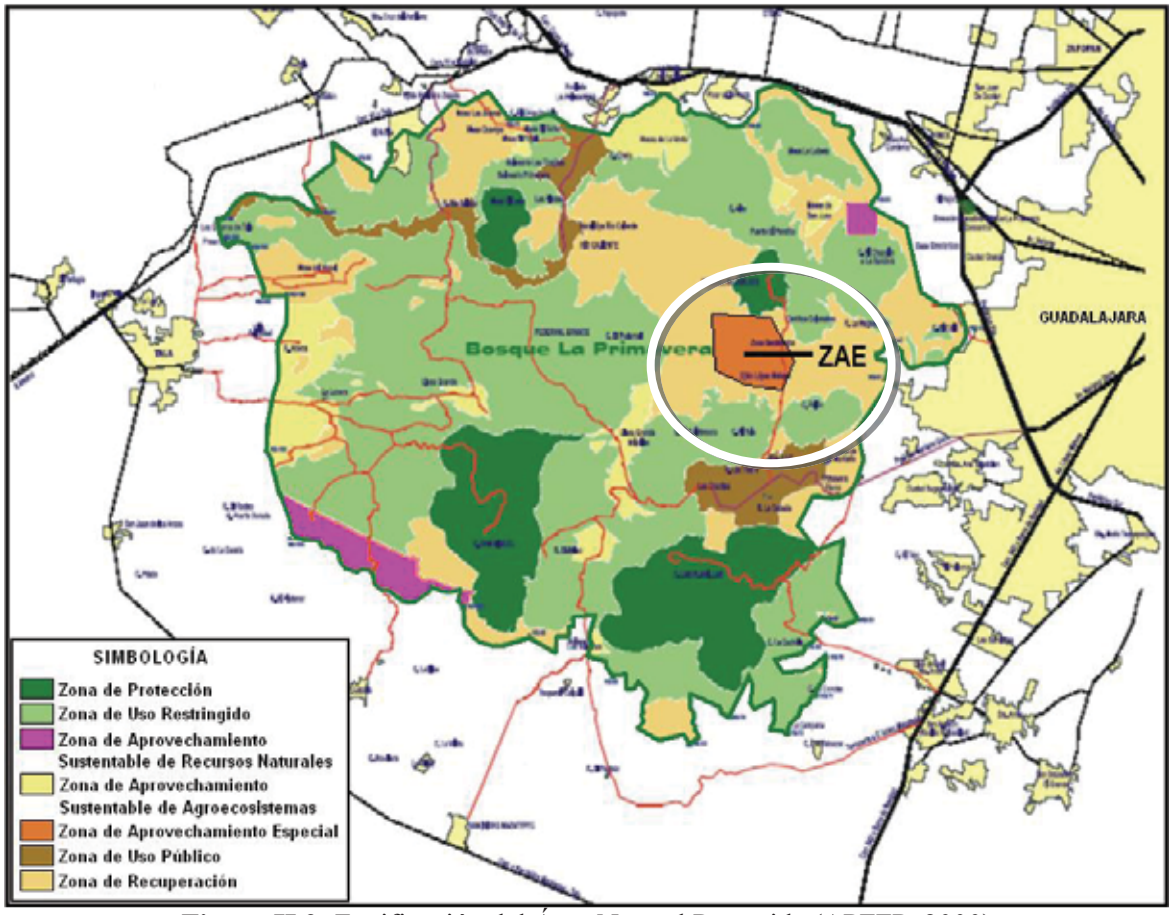


Figura II.9. Zonificación del Área Natural Protegida (APFFP, 2000)

II.3.2.7 Otras áreas de atención prioritaria

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), el cual se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El área de estudio del proyecto Cerritos Colorados no se ubica dentro de las regiones terrestres prioritarias definidas por la CONABIO, la más cercana es la RTP-113, llamada Cerro Viejo Sierras de Chapala, y se localiza a unos 10 km de distancia al sur del área de estudio (APFFLP).

Por otra parte, el área de estudio se encuentra parcialmente dentro de la región hidrológica prioritaria RHP 58 "Chapala – Cajititlán – Sayula", la cual ocupa una superficie de 6 150,42 km^2. En el siguiente capítulo de este documento, en el apartado III.3.9, se describen las características ambientales que distinguen a esta región hidrológica.

Con relación a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs), definidas por la CONABIO, el proyecto no se encuentra dentro de ninguna de ellas, la más cercana es el AICA 147 "Laguna de Chapala" a unos 32 km hacia el sureste del área de estudio.

II.3.3 Preparación del sitio

II.3.3.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW)

Las actividades principales que se realizarán durante esta etapa será el acondicionamiento del área o plataforma donde se construirá la unidad de 25 MW y la modificación del camino de acceso, para lo cual será necesario realizar las siguientes acciones que se describen a continuación:

- **Desmontes y despalmes**

1) El desmonte se hará en forma manual y el despalme mediante tráctor; el acopio y carga con cargador frontal, tanto en el predio de la unidad de generación como en el trazo de la modificación del camino.
2) El material de despalme será arena limosa café clara y gris de compacidad suelta a media; se estima remover un volumen aproximado de 1 500 m^3, incluyendo el área de la unidad generadora y el área correspondiente a las líneas de conducción de vapor y al acondicionamiento y modificación del trazo del camino de acceso.

- **Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones**

1) De acuerdo con los estudios geotécnico, geofísico y topográfico del proyecto se reportan taludes de alturas variables desde 2 m hasta 40 m, con inclinación máxima de 70°. Como referencia se tienen algunos taludes excavados durante la construcción de caminos, con las mismas pendientes que los naturales, lo que demuestra que el tipo de suelo existente soporta taludes prácticamente verticales sin problemas, por lo que no se requerirán métodos especiales de excavación, compactación o nivelación para prevenir la erosión o para garantizar la estabilidad de los taludes.
2) El volumen de material de despalme que se estima generar durante el desarrollo de las actividades es de 2 000 m^3, incluyendo el material de despalme y el material de excavación para las cimentaciones.
3) Para las obras de nivelación respectivas, se requerirá de un volumen aproximado de 8 000 m^3 de material, cuyo origen provendrá de los cortes realizados en otras áreas del predio ya eliminando el material de despalme.
4) Para mantener la estabilidad y evitar la erosión de los taludes de la plataforma para la unidad de generación, a éstos se les dejará una pendiente de 1:1 y se protegerán con vegetación del lugar.

- **Cortes**

1) La altura promedio de corte requerido será de 2,5 m, la máxima es de 5,0 m.
2) Los cortes se efectuarán por medio de una máquina excavadora ligera; por no existir taludes que estabilizar, debido a que las áreas del proyecto son planas, éstas serán compactadas para su posterior relleno.
3) Se requerirá de un volumen de corte de terreno estimado en 13 000 m^3.

- **Rellenos**

1) Para los rellenos requeridos, se utilizará material del lugar o cualquier recomendado por el "Estudio de mecánica de suelos" realizado por la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC) de la CFE, de cuyos resultados se presentaron el Informe 04/94/SGM/S, del 10 de noviembre de 2004.
2) Los bancos de materiales comerciales factibles de utilizar para la base en la plataforma y caminos serán los ya existentes y autorizados por las autoridades municipales.
3) El volumen estimado de relleno será de aproximadamente 8 000 m^3, que será cargado con cargador frontal para ser trasladado en camiones de volteo de 6 a 7 m^3.

4) El material de relleno será depositado en el sitio en forma de camellón, después de lo cual será extendido con motoconformadora y compactado al 98 % Proctor con compactador de rodillo, previo despalme de las zonas por rellenar.

II.3.3.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol (69 kV)

Las actividades que se realizarán en la preparación del sitio son:

- **Levantamiento topográfico**

1) Durante el levantamiento topográfico se ubicarán físicamente en el terreno mediante un GPS y se colocarán mojoneras en cada punto de inflexión de la trayectoria de la línea de transmisión. Las coordenadas UTM de cada punto de inflexión se indican en la Tabla II.17.

- **Estudio geotécnico**

1) Durante esta actividad se realizarán muestreos de suelos a lo largo de la trayectoria de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol, a fin de efectuar un estudio de mecánica de suelos que permita determinar las condiciones edáficas y estratigráficas del subsuelo a lo largo del trazo, para proporcionar las recomendaciones de diseño y construcción adecuadas para las cimentaciones de sus estructuras.
2) En cada uno de los puntos de inflexión de la línea y en los sitios de las estructuras de tensión se excavan pozos a cielo abierto. En estructuras tangentes se excavan pozos a cada 5 km o antes si existe cambio en el tipo de suelos o en la topografía.
3) Los pozos se excavan hasta una profundidad de 4 m, o a la limitada por el nivel freático o suelo no excavable con pico y pala. Las dimensiones de los pozos son las mínimas necesarias para que una persona pueda introducirse en ellos para la inspección de sus paredes y obtención de muestras cúbicas. Se estima que dimensiones de 1,5 m x 0,8 m son adecuadas.
4) Para el proyecto en estudio se realizará un aproximado de 100 pozos, por lo que se calcula se extraerán un máximo de 480 m³ de suelo, los cuales, después de obtenidas las muestras, volverán a depositarse en los pozos de los cuales fueron extraídos.

- **Actividades en el derecho de vía**

1) Para la construcción de una línea de substransmisión se requiere la apertura de una brecha de maniobras y de patrullaje; no obstante, debido a la importancia que reviste el área natural protegida, así como la preocupación de la sociedad por la protección y la conservación del bosque, se determinó para este proyecto evitar la construcción de dicha brecha, para lo cual se aprovechará el camino existente. Así, esta "brecha" consistirá en realizar la poda selectiva de los árboles que puedan interferir con el tendido y tensado de los árboles, sólo en caso necesario se derribarán aquellos que se encuentre dentro de la franja de los 4 m de ancho, dentro del derecho de vía. Por ningún motivo se permitirá realizar el desmonte a matarrasa ni temporal ni permanente dentro de esta franja; para las maniobras de mantenimiento y vigilancia se utilizará el camino de acceso vecino. Así, esta "brecha" de maniobras sólo cumplirá con las siguientes funciones principales:

   - Permitir las maniobras para el desarrollo de los trabajos durante la etapa de construcción.
   - Proteger estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan ocasionar daños o fallas en la línea.
   - Permitir el tendido y tensado de cables conductores y guardas.

   Para su operación, mantenimiento y seguridad de la línea, se realizarán podas anuales permanentes de aquellas ramas de los árboles que hayan crecido dentro de la franja de los 4 m; así mismo, se transplantarán aquellos renuevos de árboles que estén creciendo dentro de la misma.

2) Apertura de las áreas para hincado y armado de las estructuras. Esta actividad tiene como finalidad contar con un espacio para realizar el armado y montaje de las estructuras. Para el caso de esta línea la superficie que se ocupará para el armado y montaje de cada estructura será de 72,25 m^2 (8,5 x 8,5 m).
3) Hincado y armado de las estructuras.- consiste en establecer las estructuras de soporte de la línea.
4) Tendido de cables. Consiste en colocar los cables de guarda y conductor en las estructuras de soporte. Para lo anterior, sólo se realizará poda de la vegetación que interfiera con el tendido y la operación futura del proyecto.

II.3.4. Construcción

II.3.4.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW)

- **Obras construidas**

Como se ha descrito en apartados anteriores, el campo geotérmico Cerritos Colorados cuenta actualmente con la infraestructura suficiente para continuar con el desarrollo y la explotación comercial del recurso geotérmico, las obras existentes son las siguientes: caminos de acceso asfaltado y de terracería, trece (13) plataformas para pozos geotérmicos; la perforación de doce pozos (PR-1, PR-2, PR-4, PR-5, PR-7, PR-8, PR-9, PR-10, PR-11, PR-12, PR-13 y PI-1), la perforación del pozo PR-6 no se realizó; cuatro estanques; cuatro presas para el depósito de lodos; un almacén; y una estación meteorológica instalada dentro de la superficie de la plataforma del pozo PR-5.

En la Tabla II.32 se relacionan las obras construidas a la fecha en el campo geotérmico, mismas que pueden observarse en las fotografías del Capítulo VIII Anexo II-3, así mismo, en el Plano II-1, se presenta la ubicación espacial dentro del campo geotérmico Cerritos Colorados, Jal.

Tabla II.30
Obras existentes en el campo geotermoeléctrico Cerritos Colorados

Obra	Fotografía No.
11 km de camino asfaltado tipo D	15
2,8 km de camino de acceso de terracería	16
Obras de drenaje:	13
10,5 km de cunetas	
13 alcantarillas	
50 cajas desarenadoras	
20 lavaderos	
Trece plataformas y doce pozos geotérmicos (PR-1, PR-2, PR-4, PR-5, PR-6, PR-7, PR-8, PR-9, PR-10, PR-11, PR-12, PR-13 y PI-1)	1 a 12
Cuatro estanques para el depósito de lodos	19
Cuatro estanques de concreto	17 y 18
Un área de servicios - Almacén de CFE -	14
Una estación para la obtención de registros meteorológicos	20

➢ Obras por construir

El proyecto geotermoeléctrico en su conjunto requiere las siguientes obras permanentes y provisionales:

- La construcción de una plataforma para alojar una unidad de 25 MW, en un área aproximada de 9 634 m^2 en las inmediaciones de la plataforma del pozo PR-9 (Figura II.4).
- La construcción de la unidad de 25 MW.
- La perforación de nueve (9) pozos productores, a partir de las plataformas de los pozos existentes.
- La perforación de cinco (5) pozos inyectores en las plataformas de los pozos PR-2 y PI-1.
- La intervención y/o rehabilitación de cuatro (4) de los pozos existentes (PR-1, PR-2, PR-11 y PR-13).
- El tendido de aproximadamente 3,5 km de tubería para la conducción de agua geotérmica y 2,5 km de tubería para la conducción de vapor (vaporductos).
- La modificación del camino de acceso a la zona de los pozos PR-4, PR-10 y PR-12, a un costado del predio o plataforma donde se ubicará la unidad de generación de 25 MW.
- Obras provisionales de apoyo que en su conjunto comprenden una superficie de 10 000 m^2 para: oficinas de supervisión de CFE y contratistas, planta para preparación de concreto, instalaciones sanitarias para el tratamiento de aguas residuales de servicios, tres almacenes para materiales y herramientas, equipos eléctricos y residuos peligrosos, respectivamente; así como tres áreas para el resguardo de maquinaria y vehículos, comedor y enfermería.

En el Capítulo VIII, Anexo II-2, se muestran en el Plano II-1 las obras por construir.

Construcción de la unidad de 25 MW

La casa de máquinas se hará a base de una losa corrida de concreto armado, en donde se desplantarán las columnas metálicas que formarán parte de la estructura, así como la cimentación del turbogrupo, condensador, cuarto de control y equipos auxiliares. En el interior, la casa de máquinas contará con una grúa viajera que permitirá el ensamble de equipos mayores, así como actividades de mantenimiento. La estructura de la casa de máquinas se cubrirá con lámina galvanizada acanalada, tanto las paredes, como la techumbre. Para la iluminación natural se equipará con ventanería de aluminio y la iluminación artificial se suministrará con lámparas de vapor de sodio.

Para el montaje del turbogenerador, transformador, estructuras de acero, tuberías y equipo menor, se utilizarán camión de cama baja, grúas y malacates de la capacidad requerida para cada maniobra, peso de los elementos y equipo a colocar. También se utilizarán soldadoras para los trabajos de conexión de estructuras, pailería y soportes diversos.

Para la construcción del proyecto geotermoeléctrico se contemplan las siguientes actividades:

- Instalación de equipo dentro de la plataforma de la unidad generadora: turbogenerador, condensador, torre de enfriamiento, equipo de expansión de gases (eyectores), bomba, tuberías, cables e instrumentos de medición y control.
- La instalación del equipo superficial para la conducción y acondicionamiento de vapor (tuberías para la conducción de vapor y agua geotérmica, separadores, secador, silenciadores e instrumentos de medición y control de nivel, presión, temperatura y flujo).
- La instalación de estructuras y equipo para la conducción del agua geotérmica a los pozos inyectores (vertedores, tuberías, bomba e instrumentos de medición).

- Para la construcción de cimentaciones, se ejecutarán excavaciones a cielo abierto a mano o con retroexcavadora o con brocas circulares para pilas cortas de cimentación, con profundidades variables dependiendo de las dimensiones de las cimentaciones.
- El material sobrante producto de las excavaciones, será utilizado para rellenar las cepas sobre cimentaciones y partes bajas del predio; si fuera necesario, los excedentes se llevarán a lugares de depósito final que cumplan con las regulaciones ambientales y donde la autoridad correspondiente lo autorice.
- Las cimentaciones y estructuras de concreto serán construidas con los métodos convencionales, previamente armadas con acero de refuerzo y cimbradas con cimbra metálica o de madera, para posteriormente, proceder al colado utilizando una planta dosificadora de concreto en el sitio.
- Se utilizarán también revolvedoras de concreto de las capacidades requeridas por cada colado, vibradores de concreto y herramientas propias para habilitado de cimbras, colados y descimbrados. En la colocación de acabados se utilizará herramienta menor.
- Los equipos y tuberías en áreas exteriores, serán soportados por cimentaciones de concreto; donde se requiera, para alcanzar las alturas de los equipos, las tuberías serán soportadas por estructuras metálicas.
- Para las vialidades interiores de la central, se colocará una sub-base y una base de rodamiento de acuerdo con lo indicado en el estudio geotécnico, utilizando maquinaria motoconformadora y compactadora tipo rodillos lisos vibratorios, según se requiera.
- Las obras del predio contarán con drenaje pluvial mediante pendientes de desagüe en las losas de piso terminado, que será conducido a cunetas perimetrales en todas las áreas del proyecto, para posteriormente, enviarlo al cauce natural del sitio.

Para regular y controlar el acceso a la unidad de generación se construirá una cerca perimetral con una malla ciclónica de alambre galvanizado de 2,5 m de alto, equipada con postes, largueros, puertas y con tres hilos de alambre de púas recubierto con PVC en la parte superior.

Todas las actividades de construcción serán efectuadas aplicando los procedimientos establecidos para tal fin, siempre observando y cumpliendo con las restricciones ambientales de acuerdo con la normativa ambiental presentada en el Capítulo III de este documento, para el ruido, las emisiones a la atmósfera, el manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos y aguas residuales.

Construcción de la torre de enfriamiento para la unidad de 25 MW

La torre de enfriamiento para la unidad de 25 MW consta de una pileta de aproximadamente 14 x 35 m (490 m^2) construida a base de concreto armado desplantada superficialmente y la torre de enfriamiento consta de una estructura a base de madera tratada, contando en su interior con relleno de PVC.

En la parte superior se instalarán ventiladores accionados con motor eléctrico que inducen el tiro y con chimeneas que conducen el flujo de descarga. En la parte superior de la torre se descargarán los gases incondensables que se extraen del condensador, mezclándolos inmediatamente con el volumen de aire que maneja la torre. Esta medida permitirá una mejor dispersión de los gases incondensables (H_2S y CO_2) en la atmósfera.

Así mismo, se instalarán diversos equipos para servicios auxiliares (compresores, generadores de energía diesel, inyección de bactericidas al agua de enfriamiento, sistema contra incendios y de comunicación).

- **Construcción de la subestación eléctrica de la unidad de generación**

Para la subestación eléctrica, elevadora de potencia, la cimentación será a base de una estructura de concreto armado para desplantar el transformador de potencia y equipos auxiliares. La zona de la subestación se protegerá con una malla ciclónica de alambre galvanizado y con tres hilos de alambre de púas recubierto con PVC en la parte superior.

- **Instalación de equipo superficial para la etapa de conducción, acondicionamiento de vapor y de conducción e inyección de agua separada**

La separación y acondicionamiento del vapor se llevará a cabo en la plataforma del pozo, por lo que ésta se equipará con un separador centrífugo tipo webre, un silenciador y tuberías de conducción. Es en el silenciador en donde se realiza la separación de la mezcla agua-vapor; el vapor se conducirá por medio de vaporductos a la unidad generadora, y el agua geotérmica separada se descarga por medio de un vertedor a la presa de enfriamiento, con el objeto disminuir su temperatura y favorecer la depositación de sólidos, para posteriormente enviarse por las líneas de inyección hacia los pozos inyectores. Los equipos de proceso se instalarán sobre la plataforma del pozo, por lo que no se requieren áreas adicionales.

- **Líneas de reinyección**

El agua separada almacenada en las presas de enfriamiento se conduce y por gravedad (con excepción del pozo que se construirá en la plataforma del pozo PR-11, en donde se instalará una bomba) a los pozos inyectores, a través de tuberías de polipropileno de alta densidad, las cuales tienen la característica de seguir fácilmente la topografía del terreno, sin necesidad de soportes. En el caso de Cerritos Colorados las líneas de inyección tendrán una longitud total de 3,5 km, se colocarán sobre terreno natural, paralela a los vaporductos y a un costado de los caminos de acceso, por lo que no se requieren obras adicionales a las existentes. En el Plano II-2-2 (ver Capítulo VIII, Anexo II-2) se presentan la ubicación y trayectorias de las líneas de inyección.

- **Construcción de vaporductos**

El vapor separado se conducirá del separador al secador, de éste a la unidad de generación a través de vaporductos soportados con estructuras cimentadas a intervalos regulares de 10 m, en función de su diámetro, se construirán a un costado de los caminos de acceso existentes. Para la absorción de esfuerzos térmicos se utilizarán omegas de expansión que en lo posible se instalarán en posición vertical. Se estima una longitud total de los vaporductos de 2,5 km; serán construidos de acero al carbono, la tubería se cubrirá con un aislamiento térmico y con lámina galvanizada, la cual se pintará de color verde olivo para mimetizar la estructura con el entorno. En el Plano II-2-2, se presentan las trayectorias y el detalle de la estructura del soporte de instalación de un vaporducto.

Procedimiento constructivo:

El tendido de los vaporductos se hará mediante el suministro e instalación de tuberías y accesorios de fábrica (válvulas, bridas y codos) sobre soportes metálicos que descansarán sobre cimentaciones de concreto armado a base de zapatas aisladas; el vaporducto se cubrirá con aislamiento térmico a base de preformado de fibra mineral y se recubrirá con lámina galvanizada. El proceso constructivo consiste de la siguiente secuencia de actividades:

- Limpieza, trazo y nivelación del terreno en el área donde se construirán los soportes del vaporducto.
- Excavación de cepas 3,0 x 3,0 x 1,5 m
- Construcción de plantilla de mortero de cemento-arena 1:5 de 3 cm de espesor.
- Armado de zapata con acero de refuerzo y estructural.
- Colocación de cimbra común en estructuras de concreto.
- Vaciado de concreto de f'c. = 19,6 Mpa (200 kgf/cm^2) en cimentación de estructuras (dados, zapatas, muros y losas).
- Relleno con material producto de excavación (rellenar con material producto de la excavación los huecos dejados en los elementos estructurales construidos).
- Instalación de soportes metálicos a base de tubería de 200 mm de diámetro y silletas a base de vigueta IPR y guías de ángulo APS de acero al carbón ASTM A-36.
- Instalación de tramos de 1 a 12 m de tuberías de acero al carbón de diferentes diámetros con extremos biselados, sobre la soportería metálica para su correcta alineación.
- Aplicación de soldadura a tope en tuberías y accesorios de acero al carbón.
- Montaje de válvulas de compuerta de 450 mm y 600 mm de diámetro.
- Montaje de válvulas de mariposa serie 150# de 600 mm de diámetro.
- Instalación de espárragos y empaques en uniones bridadas de 450 mm y 600 mm de diámetro.
- Instalación de aislamiento térmico preformado recubierto de lámina galvanizada al 100% en tuberías de acero al carbón de 450 mm y 600 mm de diámetro.
- Instalación de aislamiento térmico, recubierto de lámina galvanizada en accesorios de acero al carbón.
- Limpieza y aplicación de pintura esmalte anticorrosivo sobre aislamiento térmico en tuberías, accesorios y en soportes metálicos.
- Habilitado e instalación de tomas de presión en los vaporductos.
- Habilitado e instalación de arreglos típico de venteo y purga de condensado de vapor.
- Limpieza general del área alrededor del vaporducto.

En los sitios donde exista vegetación secundaria de los estratos arbustivo y herbáceo, los trabajos de excavación se realizarán manualmente ya que no existe acceso para maquinaria o equipo de construcción, por lo que el concreto que se requiere para la construcción de los soportes se realizará en el propio sitio, y el acarreo de los materiales necesarios para la elaboración del concreto, serán acarreados en forma manual, siendo en botes y/o burros o mulas. El montaje de la tubería, se efectuará también en forma manual, realizando las maniobras con tripiés, poleas, diferenciales con cadena y/o burros o mulas. Para los trabajos de aplicación de soldadura únicamente se requiere el tendido de los cables forrados para realizar estos trabajos.

Planta de tratamiento de aguas residuales

Para el manejo de las aguas residuales de tipo doméstico en la etapa de operación, se instalará una planta paquete de tratamiento biológico de aeración extendida, y el efluente será utilizado para el riego de áreas verdes dentro de la misma central de generación.

Construcción de obras y áreas de servicios

Durante la construcción del proyecto se requerirán diversas obras y áreas de servicio, como lo son: almacenes, oficinas, comedores y patios para el almacenamiento de tuberías, el resguardo de maquinaria y para carga y descarga de materiales. Todas estas obras y áreas de servicio serán construidas dentro de las plataformas existentes y en el predio agrícola (cultivo con agaves) del ejido Adolfo López Mateos, es decir, su construcción no implicaría el desmonte y despalme de nuevas áreas, ni el derribo de arbolado.

- **Modificación de camino de acceso (≈ 250 m)**

Debido a que el predio de la unidad de generación se ubicó sobre el entronque del camino de acceso que va al PR-2 y al PR-12; el cual comunica con los pozos PR-4, PR-10 y PR-12, es necesario construir un tramo de camino, de unos 250 m, que rodeará el predio de la unidad.

Esta desviación del camino se construirá con las mismas características de los caminos de acceso existentes, será asfaltado, con cuneta y bordillo y tendrá un ancho de corona de unos 4 m.

II.3.4.2. LST Cerritos Colorados Entq Guadalajara I – El Sol

Para la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol, las actividades de construcción relacionadas con las obras permanentes serán las siguientes:

- **Excavación de cepas a cielo abierto**

Son las excavaciones que se efectuarán para formar la sección de desplante en las áreas de las estructuras de soporte. Se ejecutarán cuatro excavaciones o cepas por torre y una por poste troncocónico, el material a excavar será de tipo I, II y III. El equipo a utilizar consiste en maquinaria retroexcavadora, además el material tipo II y III se utilizará en el relleno y compactado de las estructuras.

Durante la excavación se extraerán aproximadamente 18,5 m^3 de material por pata de cada una de las torres, por lo que se extraerán un total de 1 628 m^3, aproximadamente. Para el caso de los 74 postes troncocónicos se extraerán por poste 6,8 m^3 que en total serían 503,2 m^3, La mayor parte del volumen extraído será utilizado en el relleno y compactado de las áreas de estructuras de soporte, sólo en el caso de que el material no sea compatible se empleará material de algún banco de préstamo.

El material sobrante residual (el material que no sea compactable) se dispersará en el área cuando las partículas que lo formen sean pequeñas; en caso contrario se trasladarán a cárcavas como material de relleno.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar accidentes a personas, animales y vehículos, cercándolas con una base de alambre y colocándoles señales adecuadas, durante la excavación y hasta su relleno y compactación.

- **Superficie que ocupará las bases de las estructuras de soporte**

Esta superficie es la mínima requerida que ocupará cada una de las bases de las estructuras de soporte; como se ha mencionado anteriormente, se ocupará una superficie de 1 088 m^2, los cuales corresponden a 296 m^2 para la base de los postes troncocónicos (74 postes) y 792 m^2 para la base de las torres estructurales (22 torres). El área para este concepto será 1 088 m^2 que corresponde a los sitios donde se realizarán las excavaciones y cimentaciones de las bases para el hincado de los postes, ver Tabla II.31, por lo anterior, se realizaría el desmonte a matarrasa.

Tabla II.31 Área para las estructuras de soporte de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol			
Cantidad	**Tipo de estructura**	**Área por estructura (m^2)**	**Área total (m^2)**
22	Torre estructural de acero tipo 1A21	36 (4 bases de 3 x 3 m)	792
74	Poste troncocónico	4 (2 x 2 m)	296
96	---	---	**1 088**

Ver Figuras II.10 y II.11.

- **Plantillas de concreto en torres y postes troncocónicos**

Consiste en un firme de concreto que se colocará en el desplante de los cimientos de acero del bottom panel (base de las torres), previa nivelación de las zapatas de concreto armado. Deberá ser de 5 y 10 cm de espesor respectivamente. Este concreto se elabora en el sitio de instalación, de preferencia en las ollas de las revolvedoras, y se coloca mediante canalones.

- **Colocación de concreto en cimentaciones**

El concreto es la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos en proporciones adecuadas que al endurecerse adquieren resistencia mecánica requerida para la cimentación de las zapatas de las estructuras de soporte de concreto armado, que se prepara en el sitio y se coloca mediante canalones de cimbra de madera.

- **Relleno y compactado**

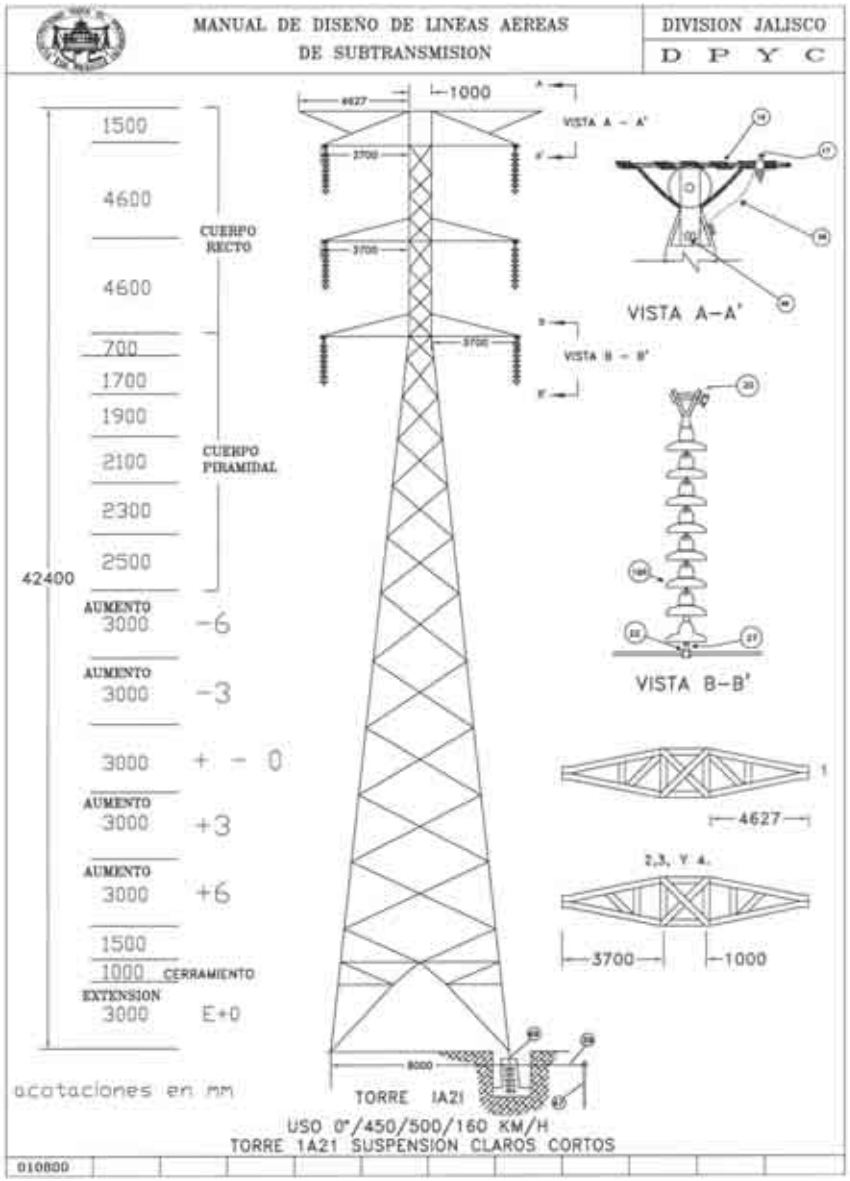
Antes de montar el cuerpo superior de la estructura de soporte, Comisión Federal de Electricidad revisa la nivelación del Bottom panel (base de las torres). Una vez aprobada, se procede a rellenar la excavación con el material que se extrajo de la misma y se compacta.

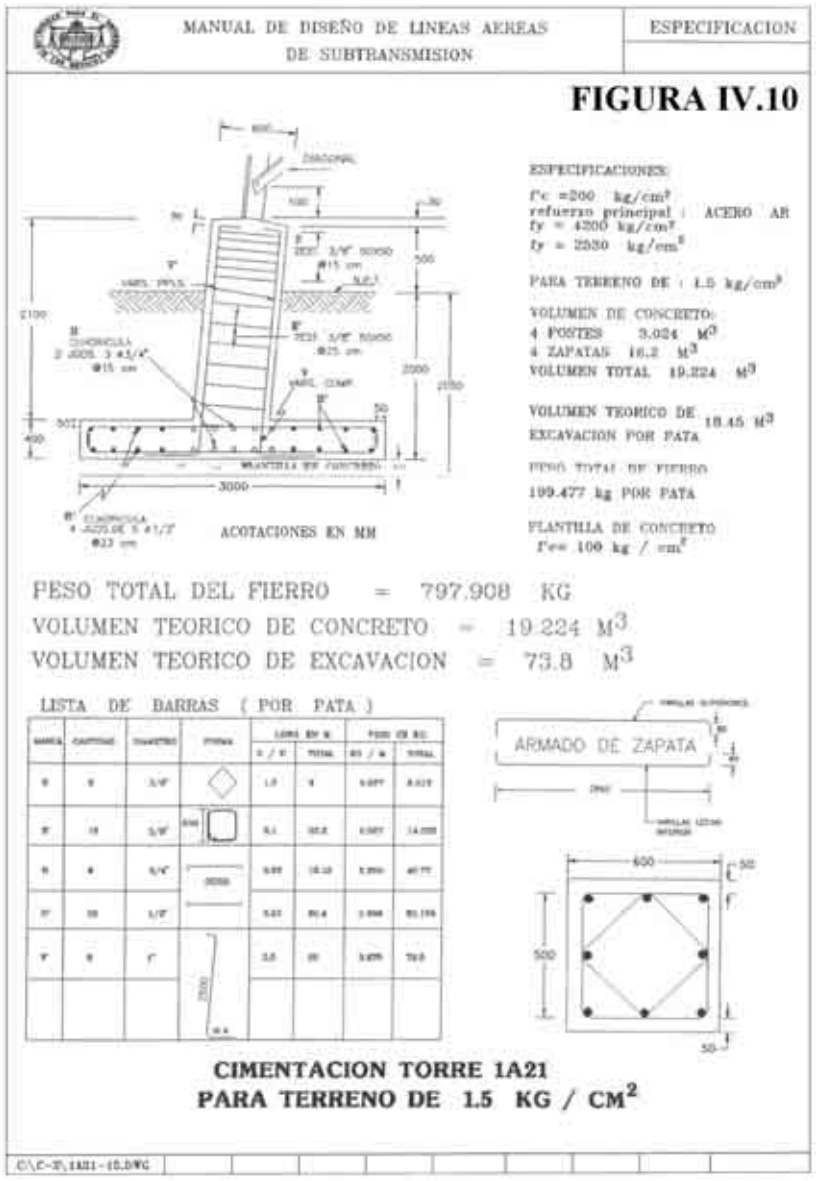
- **Hincado y armado de estructuras de soporte**

En los sitios donde se encuentran las cepas excavadas y niveladas, se colocarán las estructuras de soporte previamente armadas y posteriormente, se procede al relleno con el mismo material producto de la excavación y su compactación, siguiendo para tal efecto los procedimientos de la Comisión Federal de Electricidad.

- **Vestido de estructuras**

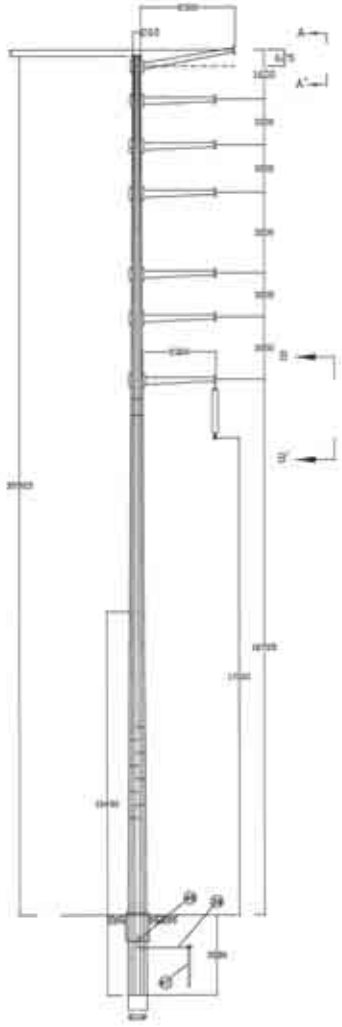
Consiste en colocar en los lugares correspondientes de la estructura de soporte los herrajes, aisladores y accesorios en general. Se colocarán aisladores de vidrio templado con una resistencia de 112 KN en cada suspensor y cadenas dobles de tensión. Se colocarán mediante una maniobra sencilla sosteniendo el cable conductor con un montacargas y tenazas especiales para detener el cable, se coloca la cadena en el herraje correspondiente de la estructura metálica y se engancha con la clema al cable conductor. Se trasladarán los aisladores, accesorios y materiales en general que forman la estructura, completa hacia los lugares respectivos incluyendo las placas de aviso preventivo de peligro y la numeración de las estructuras de acuerdo con los datos propios de la Comisión Federal de Electricidad.

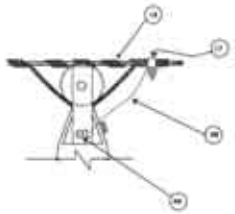

MANUAL DE DISEÑO DE LINEAS AEREAS
DE SUBTRANSMISION
DIVISION JALISCO
D P Y C
1500
4600
4600
700
1700
1900
2100
2300
2500
42400
CUERPO RECTO
CUERPO PIRAMIDAL
AUMENTO 3000 -6
AUMENTO 3000 -3
3000 + - 0
AUMENTO 3000 +3
AUMENTO 3000 +6
1500
1000 CERRAMIENTO
EXTENSION 3000 E+0
acotaciones en mm
VISTA A - A'
VISTA A-A'
VISTA B - B'
VISTA B-B'
4627
2,3, Y 4.
3700
1000
8000
TORRE 1A21
USO 0°/450/500/160 KM/H
TORRE 1A21 SUSPENSION CLAROS CORTOS
010800


MANUAL DE DISEÑO DE LINEAS AEREAS
DE SUBTRANSMISION
ESPECIFICACION
FIGURA IV.10
ESPECIFICACIONES:
f'c =200 kg/cm²
refuerzo principal : ACERO AR
fy = 4200 kg/cm²
fy = 2530 kg/cm²
PARA TERRENO DE : 1.5 kg/cm²
VOLUMEN DE CONCRETO:
4 POSTES 3.024 M³
4 ZAPATAS 16.2 M³
VOLUMEN TOTAL 19.224 M³
VOLUMEN TEORICO DE EXCAVACION POR PATA 18.45 M³
PESO TOTAL DE FIERRO
199.477 kg POR PATA
PLANTILLA DE CONCRETO
f'c= 100 kg / cm²
3000
ACOTACIONES EN MM
PESO TOTAL DEL FIERRO = 797.908 KG
VOLUMEN TEORICO DE CONCRETO = 19.224 M³
VOLUMEN TEORICO DE EXCAVACION = 73.8 M³
LISTA DE BARRAS (POR PATA)
ARMADO DE ZAPATA
600
500
CIMENTACION TORRE 1A21
PARA TERRENO DE 1.5 KG / CM²
C:\C-3\1A21-15.DWG

MANUAL DE DISEÑO DE LINEAS AEREAS
DE SUBTRANSMISION

D P Y C
DIVISION JALISCO





VISTA A-A'

VISTA B-B'

POSTE P71210SCPL
USO : 0°/150 m/170 m
CLARO REGLA: 140 m
TIPO LINDERO

acotaciones en mm

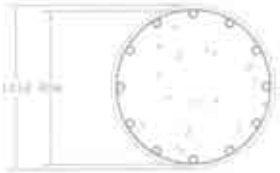
010800

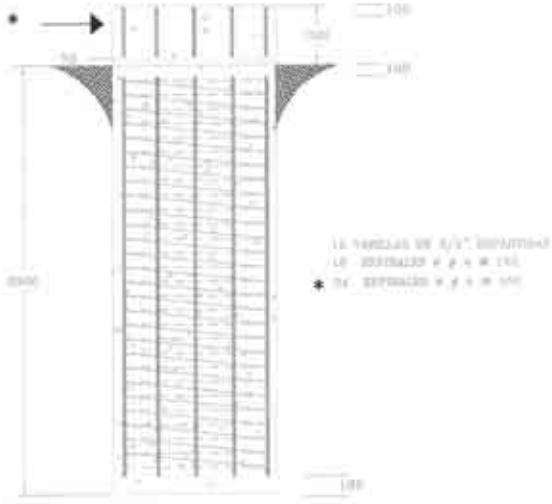
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
SUBDIRECCION DE DISTRIBUCION
GERENCIA DE DISTRIBUCION

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION
DIVISION JALISCO

PLANTA

FIGURA IV.11





CORTE

* OPCIONAL PARA ZONAS CON RIESGO DE IMPACTO

VOLUMEN DE OBRA UNITARIO TEORICO

POSTE TIPO	CIMENTACION P71210SCPL						
	EXCAVACION M^3	VARILLA DE REFUERZO Kg(fy=4200 Kg/cm² AR)					CONCRETO (f'c=300 Kg/cm²)
		(1/2)"	18(3/4)"	(1 1/4)"	36 (1 1/2)"	TOTAL Kg	
	2.81	52.62	72.9			125.72	2.81 M^3
*	2.81	67.49	99.9			167.39	3.77 M^3

- **Tendido y tensado de hilo de guarda y cable conductor**

Consiste en colocar el cable de acero revestido de aluminio, tipo 795 KCM-ACSR, los herrajes correspondientes y accesorios necesarios, la instalación de separadores cuando se necesiten y, en general, la ejecución de empalme en tramos de cable conductor, la instalación de puentes, remates en las torres y postes troncocónicos y tensar el cable para que quede a una altura determinada del suelo.

La maniobra de tensado consiste en elaborar un programa de tendido para optimizar el contenido de cada carrete. Se coloca una máquina tensionadora en el claro de una torre o en las áreas de maniobras para el tendido de cable; por el otro lado de la torre se instala una máquina pilotera, que liberará poco a poco el cable piloto que guiará al cable de acero revestido de aluminio y, posteriormente, el cable de guarda. Una vez tendido el tramo programado se procede a tensionarlo y rematarlo con los herrajes correspondientes.

- **Patios de tendido y tensado de cables**

Para llevar a cabo el tendido y tensado de cables, que se ubicará dentro del derecho de vía del camino de acceso existente, se requerirá de cerca de 4 patios. En cada sitio estratégico seleccionado se instalará la maquinaria necesaria para realizar el tendido y tensado del cable (una traccionadora en uno de los extremos y una máquina tensadora en el otro).

- **Sistema de tierras**

Consiste en hincar a golpes unas varillas copperweld de 16 mm de diámetro por tres metros de longitud en forma vertical, en las inmediaciones de las estructuras que indique el proyecto y conectar dichas varillas al cable de bajada mediante alambre copperweld No. 2 utilizando los conectores apropiados.

- **Revisión final y pruebas**

Consistirá en realizar recorridos por el trayecto de la línea de subtransmisión una vez terminada, realizar las pruebas correspondientes y verificar o detectar que tengan un adecuado funcionamiento los materiales instalados. En la Tabla II.32 se presenta el programa de las actividades de la etapa de construcción LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol.

Tabla II.32
Programa de las actividades de la etapa de construcción
LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

Etapa	Actividad	2009												2010
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E-D
Construcción	Excavación a cielo abierto				■	■								
	Plantillas de concreto en torres y postes troncocónicos					■	■	■						
	Colocación de concreto en cimentaciones					■	■	■						
	Relleno y compactado						■	■						
	Hincado y armado de estructuras de soporte							■	■					
	Vestido de estructuras								■	■				
	Tendido y tensado de cable de guarda								■	■				
	Tendido y tensado cables conductores								■	■				
	Sistema de tierras									■	■	■		
	Revisión final y pruebas									■	■	■		

II.3.5. Perforación

II.3.5.1.Descripción del proceso constructivo de un pozo de perforación

El proyecto comprende la perforación direccional de nueve (9) pozos productores y cinco (5) pozos inyectores a partir de las plataformas existentes, a continuación se describe el proceso constructivo de un pozo geotérmico:

Una vez acondicionada la plataforma de perforación y presa de lodos, la etapa de perforación se inicia con la instalación del equipo de perforación sobre la plataforma. Esta actividad se lleva a cabo en aproximadamente una semana. En la Figura II.12 se muestra la distribución de los equipos que conforman los cinco sistemas de perforación que se describen a continuación:

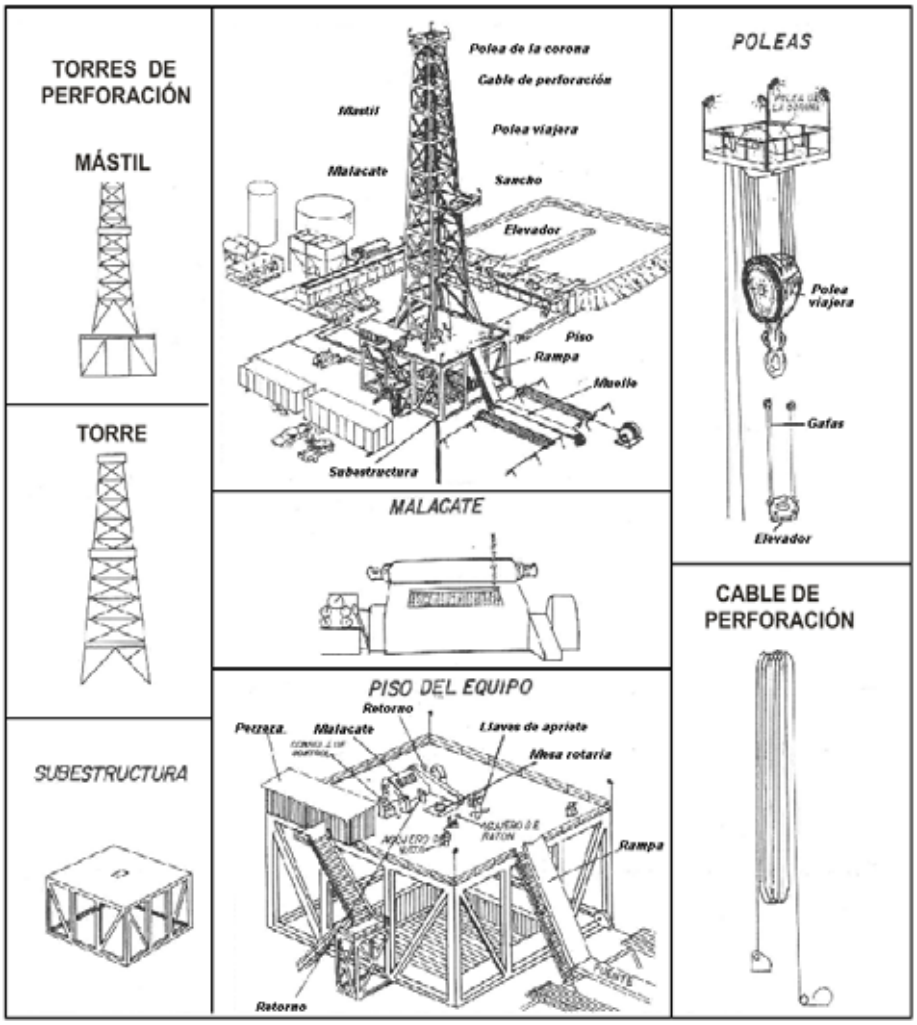


Figura II.12. Distribución de los equipos que conforman los sistemas de perforación

Sistema rotatorio.- Formado por: la unión giratoria; mesa rotatoria; flecha; sarta de perforación, que a su vez está compuesta por: tubería de perforación; tubería de perforación pesada; barrena; collares de barrena; lastrabarrenas y estabilizadores que le dan peso y estabilidad, respectivamente a la barrena y accesorios para la perforación.

Sistema de circulación.- Es un sistema cerrado por medio del cual el lodo se bombea de los tanques de almacenamiento al pozo, por la tubería de revestimiento (TR) se descarga a presión por las toberas de la barrena para regresar a la superficie por el espacio anular entre la sarta y el agujero o en su caso por la TR ya cementada.

En la superficie pasa por la zaranda vibratoria para separar los recortes, por el desarenador y por la torre de enfriamiento, finalmente se descarga en la presa de almacenamiento de lodos de perforación, de donde nuevamente es utilizado. Eventualmente, se le agrega material nuevo para restablecer las propiedades reológicas requeridas.

En la perforación rotatoria, el fluido tiene cuatro funciones fundamentales: sirve de lubricante entre la barrena y la roca que va cortando, conduce a la superficie los recortes producto de la perforación y se utiliza para el enfriamiento finalmente, se utiliza como el soporte que evita que ocurran derrumbes en las paredes del pozo, los que pueden atrapar la barrena y en ocasiones hasta la sarta de perforación.

Con la salida de los fluidos de perforación hacia la superficie, se transportan también los recortes de roca, que son filtrados y separados antes de enfriar el lodo en la torre de enfriamiento. Los recortes proporcionan información sobre el tipo de roca y mineralización que se está cortando en el proceso, por lo que continuamente se están tomando muestras de éstos.

Los equipos que componen el sistema de circulación son: tres compresores autónomos a base de diesel con capacidad mínima de bombeo de 28 m^3/min; dos tanques para almacenamiento y preparación del fluido, con capacidad de 60 m^3 cada uno; dos bombas de lodo; dos bombas centrífugas auxiliares; mangueras de conducción de lodos; una torre de enfriamiento; equipos para mezclado; desarenador; zaranda vibratoria y; bodega para el almacenamiento de los sacos de bentonita y aditivos.

Sistema de potencia.- Integrado por: cuando menos tres motores principales de combustión interna diesel los cuales impulsan el malacate, mueven la rotaria y las bombas de circulación; dos unidades generadoras diesel de 75 y 100 kW para el suministro de energía eléctrica que requiere la casa de máquinas y; dos tanques de almacenamiento de combustible de 20 m^3 cada uno.

Sistema de control superficial o de prevención.- El objeto de este sistema es prevenir flujos espontáneos de vapor durante la perforación, dispone de: cabezal de 508 mm (20 plg) de diámetro; tres preventores tipo Cameron con bridas de 305 y 340 mm (12 y 13 $^{3/8}$ plg) serie 900, capaces de resistir presiones de hasta 21 MP (3 000 lbf/plg^2) y; un control remoto para accionar preventores con una bomba Kooney.

Sistema de izaje o levante.- Se compone de: mástil; torre de perforación; malacate en el que se enrolla y desenrolla el cable de perforación y mediante el que se sostiene a la sarta; corona; polea viajera, con gancho para soportar una masa máxima de 300 toneladas y; cable de perforación.

Además de estos sistemas, el equipo de perforación cuenta con: las subestructuras de soporte; casetas de mandos; casetas de refacciones, reparación eléctrica y mecánica; tanques verticales de almacenamiento de agua y; remolques-habitación con letrina.

En esta etapa se perforarán cinco pozos inyectores y nueve pozos productores sobre plataformas existentes, asimismo, se intervendrán cuatro pozos geotérmicos ya existentes (ver Tabla II.35); la descripción de las actividades relacionadas con la perforación de un pozo geotérmico y las características de los pozos a perforar se realizan de acuerdo con el esquema de construcción y terminación de un pozo direccional Figura II.13, por tanto, las profundidades perforadas y las longitudes de la tubería de revestimiento son aproximadas.

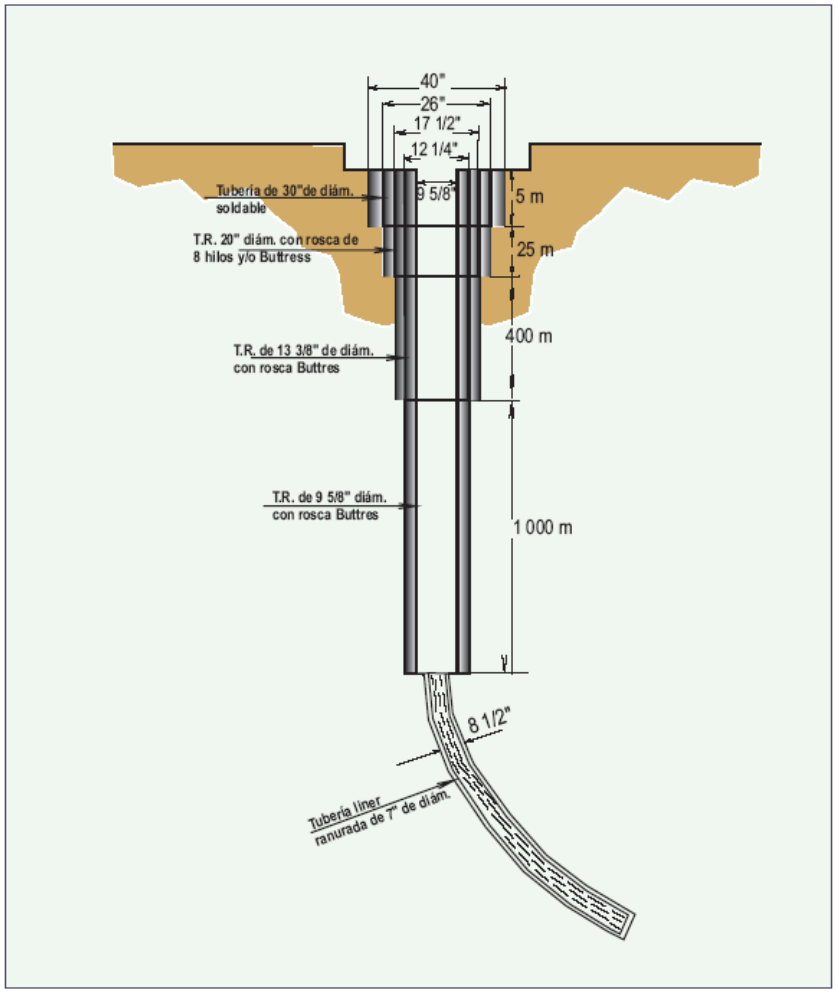


Figura II.13. Esquema de construcción y terminación de un pozo geotérmico direccional

A continuación se describe de manera general la perforación de un pozo geotérmico direccional, la cual se inicia con un agujero de cinco metros de profundidad y un metro de diámetro, en el cual se instala el tubo conductor de forma anular. Este tubo tiene un diámetro interior de 0,762 m (30 plg), el resto es espacio anular que se llena por gravedad de cemento normal.

La siguiente actividad es la perforación hasta los 30 metros de profundidad, para instalar la TR de 508 mm (20 plg) de diámetro, llamada tubería superficial. La perforación de este agujero se lleva a cabo primero, utilizando barrena de 311 mm (12 ¼ plg) de diámetro, ampliándose después, a 508 mm y finalmente, a 660 mm (26 plg) con el doble propósito de que se tenga holgura para que el tubo pueda correr libremente al momento de su instalación y una vez que ha sido colocada la TR, el espacio exterior vacío se llene de cemento modificado, con el fin de que ésta quede firmemente anclada a las paredes del agujero. La cementación se lleva a cabo utilizando la unidad cementadora de alta presión, con que se hace fluir el cemento hasta la parte inferior del tubo y de ahí ascender por el exterior del mismo y la pared natural del pozo hasta llegar a la superficie.

Terminada esta actividad se efectúa la prueba hidráulica para corroborar la homogeneidad de la cementación, si ésta no se logra, será necesario cementar nuevamente.

La siguiente fase es la perforación del agujero hasta los 430 metros de profundidad utilizando barrena de 311 mm de diámetro y la ampliación del mismo a 444 mm (17 ½ plg). Se procede a instalar la tubería de anclaje de 340 mm (13 3/8 plg) seguida de la cementación del mismo con la unidad de alta presión.

De esta forma la tubería de anclaje quedará cementada en los primeros 30 metros con la TR de 508 mm y en el resto de su longitud con la pared del pozo. De igual forma, se llevan a cabo las pruebas hidráulicas con las recomendaciones necesarias para el caso.

En la siguiente etapa se perfora el pozo hasta los 1 430 metros de profundidad también con barrena de 311 mm de diámetro. En este tramo se instalará y cementará la tubería de producción de 244 mm (9 5/8 plg), desde la superficie hasta unos cuantos metros (5 m) antes del fondo del agujero. De esta forma, la tubería de producción quedará cementada los primeros 430 metros con la tubería de anclaje y los 1 000 metros restantes con la pared natural del pozo.

En la última fase, se perforará direccionalmente con la barrena de 216 mm (8 ½ plg) de diámetro hasta encontrar la zona productora o antes si se descubren condiciones atractivas de presión y temperatura. A partir de los 1 430 metros de profundidad y hasta el final del pozo se instala tubería (tubería liner) de 178 mm (7 plg) de diámetro. Ésta se caracteriza por tener ranuras verticales en toda su longitud para permitir el acceso del fluido geotérmico.

Consecuentemente, cada tubo tiene sus extremos roscados tipo macho y hembra, lo que permite ir ensamblando tubo por tubo conforme se está instalando en el agujero. El roscado tipo Buttress es especial para resistir las fuertes tensiones a las que se someten las uniones, sobre todo los acoplados en la parte superficial.

En la Tabla II.33 se listan los equipos y auxiliares requeridos, para la ejecución de los trabajos de perforación, y en la Tabla II.34 se indican los componentes que conforman un equipo de perforación.

Tabla II.33
Equipos y auxiliares requeridos, para la ejecución de los trabajos de perforación

Descripción	Capacidad	Potencia kW
Equipo de perforación	360 t	634
Grúa telescópica PH-OMEGA	60 t	186
Tractocamión con plataforma	30 t	261
Camión petrolero con Winche	30 t	231
Camioneta Pick-up 350	3.5 t	112
Cargador frontal sin orugas	0,8 m^3	52
Tractor sin orugas	---	160
Unidad de compresión de aire	1 500 PCM	597
Unidad cementadora	----	296
Unidad de registros	---	----
Camión pipa	20 m^3	209
Equipo de bombeo de agua	----	60

Tabla II.34 Componentes de un equipo de perforación	
No.	**Descripción**
1	Malacate con tambor de 0,61 m Ø por 0,89 m de largo con cable de perforación de 0,03 m Ø con seis velocidades de izaje.
2	Mástil con capacidad nominal de 360 t
3	Polea viajera, con cinco poleas de 1,27 m Ø para cable de perforación de 0,03 m Ø.
4	Unión giratoria (SWIVEL).
5	Mesa rotaría.
6	Subestructura con capacidad de 400 t y pizarras para estibar tubería de perforación de diferentes diámetros con muelle para deslizamiento de tuberías, rampas y escaleras de servicio.
7	Flecha de perforación hexagonal (KELLY) de 0,13 m Ø por 40 de longitud con conexiones.
8	Bomba para lodos triplex de 0,18x0,20 m acoplada a motor industrial Caterpillar de 615 kW.
9	Presa de lodos (No.1 de asentamiento) con capacidad de 40 m^3.
10	Presa de lodos (No.2 intermedia de acondicionamiento) con capacidad de 40 m^3.
11	Presa de lodos (No.3 de succión) con capacidad de 40 m^3.
12	Torre de enfriamiento de lodos con capacidad de 2 600 l/min con soplador y motor eléctrico de 30 kW
13	Tanque para reserva de agua de 30 m^3 de capacidad equipado con dos bombas centrífugas y con motores de 30 kW.
14	Tanque para reserva de diesel de 30 m^3 de capacidad equipado con dos bombas centrífugas y con motor eléctrico de 2,2 kW c/u.
15	Separador de arena (desarenador) con motores de 1,9 kW y 8 hidrociclones.
16	Planta generadora de energía eléctrica, con generador de capacidad de 520 kW, 650 kVA de 240/ 460
17	Compresor para aire de 11,2 kW, accionado por motor diesel de 18,6 kW instalado en caseta de planta de luz.
18	Preventor de reventones tipo anular de 5 000 psi de trabajo, diámetro nominal de 0,33 m Ø.
19	Preventor de reventones cuerpo doble, tipo de ariete con diámetro nominal de 0,33 m Ø de 5 000 psi de trabajo con dos salidas laterales de 0,05 m Ø instalados en la parte inferior y equipado con rams ciegos anulares.
20	Unidad para operar preventores, con bomba triplex de 0,57 c/s (9 gpm) para 20,7 MPa, 16 tanques de nitrógeno, compresor de aire, panal de control y depósito para 1 060 litros de aceite soluble.
21	Caseta para operación de preventores a control remoto.
22	Caseta para perforadores y caseta con lockers para el personal.

Equipamiento de pozos.- La separación y acondicionamiento del vapor se llevará a cabo en la plataforma del pozo, por lo que ésta se equipará con un separador centrífugo tipo webre y un silenciador para descarga del agua a la atmósfera. La presa de lodos se impermeabilizará con geomalla y en este sitio se permitirá un tiempo de residencia al agua, con objeto de disminuir su temperatura y favorecer la depositación de sólidos, para posteriormente enviarse por las líneas de inyección hacia los pozos inyectores. Todos los equipos y tuberías de proceso se instalarán sobre la plataforma del pozo, por lo que no se requieren áreas adicionales. En la Figura II.14, se muestran aspectos de los equipos empleados en la perforación de pozos geotérmicos, en otros campos geotérmicos.

Para conservar la capacidad de generación de 25 MW, bajo un régimen de extracción de vapor racional y estable a largo plazo con base en las condiciones particulares del yacimiento y satisfacer la demanda de vapor durante la vida útil del proyecto, el Departamento de Ingeniería de Yacimientos de la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos ha establecido un programa de intervención de pozos que incluye la reparación, mantenimiento, estimulación de la formación productiva y permeabilidad para su reintegro al yacimiento. Cabe señalar que en la estrategia de producción de vapor también está la inyección de agua separada. La estrategia de producción de vapor y disposición de agua geotérmica se muestra en la Tabla II.35.

Figura II.14. Aspectos del equipo de perforación para pozos geotérmicos

Tabla II.35
Estrategia de producción de vapor e inyección durante la vida útil del proyecto

	Año	Actividad		Plataforma	Capacidad de producción (t/h)		Capacidad de inyección (t/h)
					Vapor	Agua	Agua
PG Cerritos Colorados –Primera etapa –	2009	Perforación del pozo inyector:	CCI-1	PR-2			250
		Perforación del pozo inyector:	CCI-2	PI-1			250
		Perforación del pozo productor:	CC-1	PR-9	40	70	
		Perforación del pozo productor:	CC-2	PR-9	40	70	
		Perforación del pozo productor:	CC-3	PR-1	40	70	
		Intervención del pozos productor:	PR-1	PR-1	40	70	
		Intervención del pozos productor:	PR-11	PR-11	35	70	
		Intervención del pozos productor:	PR-13	PR-13	20	70	
				SUBTOTAL	**215**	**420**	**500**
	2011	**Inicio de Operación Unidad de 25 MW**					
	2011	Perforación del pozo productor:	CC-4	PR-11	40	70	
	2014	Perforación del pozo inyector:	CCI-3	PI-1			250
	2015	Perforación del pozo productor:	CC-5	PR-11	35	70	
		Intervención del pozo inyector:	PR-2	PR-2			250
	2019	Perforación del pozo productor:	CC-6	PR-1	40	70	
	2020	Perforación del pozo inyector:	CCI-4	PR-2			250
	2023	Perforación del pozo productor:	CC-7	PR-13	20	70	
	2025	Perforación del pozo productor:	CC-8	PR-9	40	70	
	2027	Perforación del pozo inyector:	CCI-5	PI-1			250
	2029	Perforación del pozo productor:	CC-9	PR-13	40	70	
				SUBTOTAL	**215**	**420**	**1000**
				TOTAL	**430**	**840**	**1 500**

	Productores	Inyectores
Perforación de nuevos pozos	**9**	**5**
Intervención de pozos existentes	**3**	**1**

- **Impermeabilización de presas de lodos (pozos, PR-2 y PR-11)**

La impermeabilización consiste en el recubrimiento interior de 1,5 m de altura con polietileno de alta densidad, para almacenar un total de aproximado de entre 300 m^3 de recortes y lodos de perforación, que es el volumen máximo estimado para estos pozos. Estas mismas presas aproximadamente tienen una capacidad aproximada de 800 a 1 000 m^3, y se utilizarán en las siguientes etapas del proyecto, como presas de captación y enfriamiento del agua residual de la unidad a condensación, tratamiento previo antes de enviarla a los pozos inyectores, ver Figura II.15.

Las presas de lodos contarán con la capacidad suficiente para almacenar en forma segura los residuos de la perforación, la impermeabilización de paredes y de fondo es un requisito que se señalará en su momento en la especificación de obra.

Figura II.15. Aspectos de la impermeabilización de una presa de lodos (Los Azufres, Mich.)

- **Instalación del equipo de perforación**

Esta actividad consiste en el transporte e instalación de los equipos de los sistemas descritos en el apartado II.3.5.1, así como de los equipos y auxiliares requeridos para la ejecución de los trabajos de perforación, señalados en las Tablas II.33 y II.34 y en la Figura II.12.

- **Perforación de nuevos pozos**

Como se muestra en la Tabla II.35 del año 2009 al año 2029 se perforarán un total de catorce (14) nuevos pozos direccionales, nueve pozos productores y cinco inyectores. Los pozos inyectores direccionales (CCI-1 y CCI-2) se construirán sobre las plataformas de los pozos PR-2 y PI-1, respectivamente, y se estima tengan una capacidad de aceptación de 250 t/h de agua geotérmica cada uno. Así mismo, en el 2009 se construirán tres nuevos pozos productores direccionales: CC-1, CC-2 y CC-3, que se perforarán sobre las plataformas existentes de los pozos PR-9 (2) y PR-1, respectivamente. Así mismo, en este año se intervendrán los pozos PR-1, PR-11 y PR-13.

Como respaldo de los pozos perforados durante el 2009, entre los años 2011-2029 se perforarán los restantes pozos productores (CC-4 al CC-9) y los demás pozos inyectores (CCI-3 al CCI-5), todos ellos direccionales y sobre plataformas ya existentes (ver Tabla II.35). Así mismo, en el 2015 se intervendría el pozo inyector PR-2.

En la Tabla II.35, se resume el programa de perforación de nuevos pozos, productores e inyectores y ubicación de los mismos sobre las plataformas ya construidas, así como el programa de intervención, rehabilitación y reposición de los pozos geotérmicos existentes.

- **Reparación de pozos existentes**

De los pozos actualmente perforados y que han estado cerrados por más de 15 años, no se tiene conocimiento de su estado actual, considerando varios aspectos; estado mecánico, incrustaciones en la zona permeable del yacimiento, y a través de la tubería de ademe y revestimiento, etc.

En el año 2015 se iniciarán las actividades de intervención del pozo inyector PR-2 para lograr una capacidad de aceptación de 250 t/h de agua separada; así mismo, en este año se intervendrá o rehabilitará el pozo PR-11.

Durante los años 2021, 2026 y 2029 se tiene programado la intervención de los pozos productores PR-1, PR-13 y PR-8, con el propósito de tenerlos como pozos de reposición de vapor para los 25 MW que se pretende mantener a través de toda la vida útil de la unidad.

- **Materiales a utilizar durante la perforación de un pozo geotérmico**

Los materiales a utilizar para la perforación de cada uno de los pozos y la cementación de las tuberías de revestimiento están estimados en la Tabla II.36, y los requerimientos de personal para la construcción de un pozo geotérmico se indican en la Tabla II.37.

Tabla II.36
Materiales a utilizar durante la perforación de un pozo geotérmico

a) Aditivos para lodos (cantidades por cada pozo

Material	Pozo exploratorio	Pozo inyector
Bentonita	500 t	300 t
Sosa cáustica	0,6 t	0,2 t
Material obturante grueso	10 t	5 t
Material obturante medio	10 t	5 t
Material obturante fino	10 t	5 t
Barita	20 t	8 t
Carbonato de sodio	25 t	10 t
Lignex	16 t	7 t
Lignosulfonato	30 t	15 t
Agua	10 000 m^3	7 000 m^3
Diesel	48 m^3	20 m^3

b) Cemento y aditivos para obturaciones y cementación de tuberías

Material	Pozo productor	Pozo inyector
Cemento tipo G	90 t	35 t
Harina sílica	45 t	20 t
Bentonita	1,5 t	1,0 t
Carlita	7,2 t	2,8 t
Retardador	3,0 t	1,0 t

c) Materiales para la perforación

Cortadores para ampliador de 660 mm (26") Ø	1 jgo.
Cortadores para ampliador de 508 mm (20") Ø	2 jgo.
Cortadores para ampliador de 444 mm (17") Ø	3 jgo.
Barrenas de 311 mm (12 ½") Ø	10 pza.
Barrenas de 215 mm (8 ½") Ø	6 pza.
Coronas de diamante para corte de núcleo	1 pza.
Grasa para roscas de sarta de perforación	100 kg

d) Accesorios y tubería de revestimiento

Zapata de 508 mm (20") Ø	1 pza.
Zapata de 339 mm (13") Ø	1 pza.
Zapata de 244 mm (9") Ø	1 pza.
Zapata de 177 mm (7") Ø	1 pza.
Cople flotador de 508 mm (20") Ø	1 pza.
Cople flotador de 339 mm (13 3/8") Ø	
Cople flotador de 244 mm (9 5/8") Ø	1 pza.
Centradores para T.R. 339 mm (13 3/8") Ø	30 pza.
Centradores para T.R. de 244 mm (9 5/8") Ø	55 pza.
Tubo conductor de 762 mm (30") Ø	12 m
Tubería de revestimiento de 508 mm (20") Ø	50 m
Tubería revestimiento de 339 mm (13 3/8") Ø	400 m
Tubería revestimiento de 244 mm (9 5/8") Ø	1 250 m
Tubería revestimiento de 177 mm (7") Ø	800 m
Los materiales y equipos de control que se requieren para las instalaciones superficiales una vez finalizada la perforación son las siguientes:	

e) Árbol de válvulas para control del pozo

Cruz bridada de 254 mm Ø S-900
Válvula lateral y superior de 254 mm Ø S-900

Tabla II.36 Materiales a utilizar durante la perforación de un pozo geotérmico
Brida ciega de 254 mm Ø S-900
Cabezal para T.R. 339 mm (13 3/8") Ø
Cabezal para T.R. 254 mm (10") x 304,8 mm (12") Ø

f) Línea de descarga al silenciador

Tubería de 254 mm Ø Ced. 40 ASTM A-53-B
Tubería de 101,6 mm Ø Ced. 40 ASTM A-53-B
Reducción concéntrica de 254 mm a 101,6 mm Ø ASTM A-254-WPB
Brida deslizable de 254 mm Ø S-900
g) Silenciador para control de emisiones y ruido, de 3 m Ø y 8 m de altura (este equipo funciona como separador de fases garantizando la descarga de vapor por la parte superior del mismo sin arrastre ni salpicado de salmuera misma que sale al vertedor por la parte inferior).
h) Vertedor metálico para aforo de agua.
I) Estanque impermeabilizado con lona de 3 mm y reforzado con fibra de vidrio para evitar la infiltración.
j) Tubería de polietileno de alta densidad de 203,2 mm Ø entre estanques y pozos 10 km de longitud (Esta tubería tiene la suficiente flexibilidad para tenderla sobre el terreno natural siguiendo la topografía del mismo sin necesidad de soportes. Una vez terminada la prueba de evaluación del pozo, se puede retirar del sitio sin causar afectación alguna, o si se considera que permanezca por bastante tiempo se deberá enterrar con una capa máxima de 5 cm sobre la misma, para permitir el libre paso de fauna silvestre).

Tabla II.37
Personal necesario para la construcción de un pozo geotérmico

	No. Trab.	**Horas jornal**		**No. Trab.**	**Horas jornal**
Cuadrilla de perforación					
Jefe de pozo	2	12	Soldador	2	12
Perforador	4	8	Ayudante de soldador	2	12
Chango	4	8	Operador especializado	1	12
Piso	12	8	Ayudante general	4	8
Supervisor mecánico	2	12			
Mecánico equipo perforación	2	12	**Cuadrilla de cimentación**		
Mecánico diesel	1	12	Ing. Esp. en geotermia "A"	2	12
Electricista especializado	2	12	Tec. Esp. en geotermia "A"	2	12
Electricista equipo perforación	2	12	Tec. Gen. en geotermia "A"	2	12
Ayudante de electricista	2	12	Ayudante general	4	12
No. total de trabajadores requeridos: 52					

II.3.6 Operación y mantenimiento

II.3.6.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados

En la Tabla II.23 se presenta el programa general de trabajo donde se indica la puesta en servicio (inicio de la etapa de operación) de la unidad de 25 MW. En lo que concierne a la periodicidad de mantenimientos requeridos, su objetivo y periodicidad se indican en la Tabla II.38.

El mantenimiento de pozos tanto productores como inyectores se realizará de acuerdo con las estrategias propuestas en la Tabla II.35, que consisten en llevar a cabo las intervenciones en cada uno de los pozos por encontrarse en diferentes estados físicos y mecánicos. Además de lo anterior, durante la etapa de operación del proyecto se programarán mantenimientos periódicos para la unidad generadora, los cuales consistirán principalmente en la verificación y revisión del estado físico de cada uno de los sistemas y equipos componentes de las instalaciones, con el fin de garantizar su conservación y operación en forma adecuada, manteniendo así la continuidad en el suministro de la energía eléctrica.

- **Mantenimiento de la unidad de generación**

Tabla II.38
Mantenimientos requeridos durante la etapa de operación

Tipo	Objetivo	Periodicidad
Mantenimiento preventivo	Evitar las interrupciones de la generación eléctrica de la unidad, mejorando la calidad y continuidad de la operación. Es consecuencia de las inspecciones programadas.	6 meses
Mantenimiento correctivo	Es el que se realiza en condiciones de emergencia, de aquellas actividades que quedan fuera del control del mantenimiento preventivo, buscando tener recursos a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad de la unidad generadora.	No determinado
Mantenimiento predictivo	Combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación segura y eliminar el trabajo innecesario. Exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones de la unidad generadora, con un control más riguroso que permita la planeación correcta para efectuar las inspecciones y pruebas necesarias.	12 meses

II.3.6.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

- **Actividad preoperativa**

Después de que LST Cerritos Colorados se interconecte con las Subestaciones Guadalajara I - El Sol, se procederá a realizar las actividades de revisión y recepción de la misma que consisten:

- **Revisión.** Actividad que consiste en verificar que la línea de subtransmisión haya sido construida de acuerdo con las especificaciones de construcción de CFE. Entre otras especificaciones, se verifica el cumplimiento con la legislación ambiental vigente aplicable, las especificaciones de protección ambiental contractuales y los términos y condicionantes que se hayan establecido en el dictamen de impacto ambiental correspondiente.

- **Recepción.** Actividad que consiste en recibir oficialmente, por parte del área de transmisión de CFE, mediante un acta de entrega-recepción las obras después de haber revisado y verificado la obra ya terminada.

Actividad operativa

Esta etapa iniciará desde el momento en que LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara-I - El Sol sea energizada y dada de alta en el Sistema Eléctrico Nacional. Su única función será la de transmitir y distribuir el flujo eléctrico, en una tensión de 69 kV, desde la subestación de la unidad de generación hasta el entronque de la LT Guadalajara I - El Sol, en forma permanente y continua. Este constante flujo eléctrico sólo se vería interrumpido cuando las actividades de mantenimiento de las obras así lo requieran o por algún accidente fortuito. En la Tabla II.39, se presenta el programa de las diferentes actividades principales de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Para detectar cualquier falla en el sistema, se cuenta con un equipo de seguridad automático que interrumpe el flujo eléctrico que sólo se restablece hasta que la causa de la falla haya sido eliminada totalmente por el equipo de supervisión.

Tabla II.39
Programa de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto
LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

Etapa	Actividad	2009						2010												2040
		J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E - D
Operación y mantenimiento	Preoperativa																			
	Operativa																			
	Mantenimiento																			
	Sustitución de infraestructura																			

En la Figura II.16 se presenta el diagrama de flujo de la operación de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol.

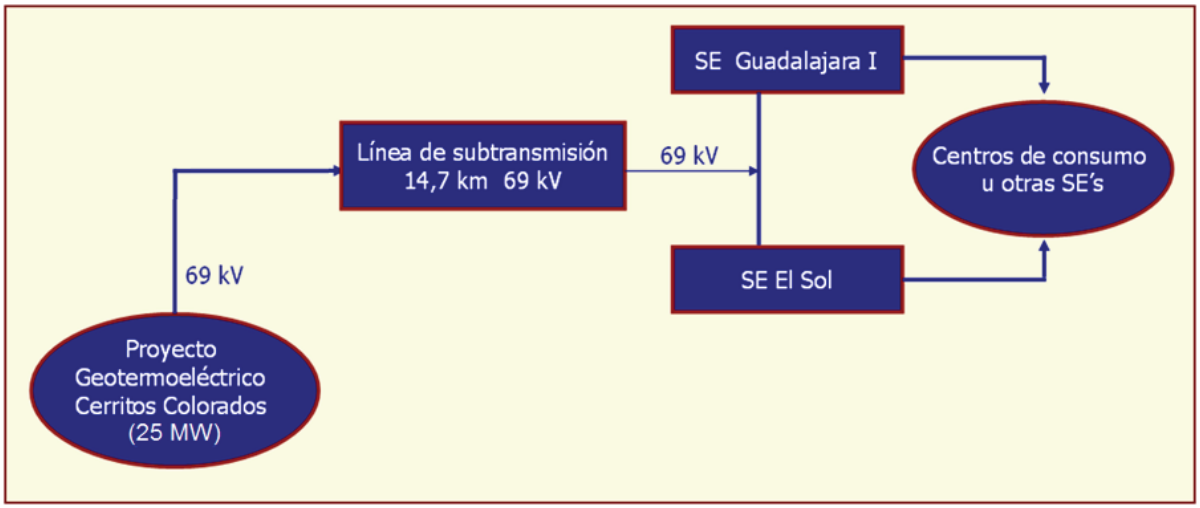


Figura II.16. Diagrama de flujo de la operación de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I-El Sol

Mantenimiento de la línea de subtransmisión

Con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica y la conservación en forma adecuada de los elementos que conforman la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol, es necesario contar con un programa de mantenimiento para cada uno de los elementos que la componen.

Para la línea de transmisión se aplican los siguientes tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento preventivo.** Tiene como objetivo evitar las interrupciones de la transmisión del fluido eléctrico por las líneas, mejorando la calidad y continuidad en su operación y es consecuencia de las inspecciones programadas.

- **Mantenimiento correctivo.** Es el que se realiza en condiciones de emergencia o por fallas en el sistema, que queden fuera del control del mantenimiento preventivo. Busca contar con los recursos suficientes (humanos y materiales, principalmente) a fin de lograr el menor tiempo de interrupción.

- **Mantenimiento predictivo.** Se combinan los dos tipos de mantenimiento anteriores para lograr el mismo tiempo de operación. 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.

A continuación se listan las principales actividades de mantenimiento que deberán realizarse en la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol.

- **Inspección mayor.** Deberá realizarse cuando menos una vez por año a lo largo de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada elemento o componente de la estructura, cables conductores, hilos de guarda y factores externos susceptibles de ocasionar fallas en la misma, como: brecha de maniobra y patrullaje, contraperfiles, libramientos, cruzamientos con ríos, zonas de contaminación, vandalismo y áreas de incendio.

- **Inspección menor.** Podrán realizarse mínimo dos inspecciones menores por año en la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol en el entendido de que durante esta actividad no es estrictamente necesario por parte del liniero subir a las estructuras.

- **Patrullaje o inspección aérea.** Es una actividad que se realiza anualmente en helicóptero o avioneta sobrevolando la línea, permite detectar fallas notorias en el hilo de guarda, cable conductor, estructuras, brecha de maniobra y patrullaje, aisladores, colas de rata, elementos estructurales, cimentaciones e invasiones de derechos de vía.

- **Control de maleza.** Se debe de programar esta actividad mediante el chaponeo en las áreas de las bases de las torres y ocasionalmente en los postes, específicamente en zonas con proliferación de malezas. Esta actividad se realizará cada 2 ó 3 años, dependiendo de las condiciones naturales.

- **Medición de resistencia a tierra.** Debe realizarse cada 4 años, se estima conveniente hacer programas de medición de resistencia de tierras al 100%. Tratándose de líneas nuevas (en recepción) se deberán medir todas las estructuras antes de su puesta en servicio. El equipo más recomendable para medir la resistencia de tierras en líneas energizadas es de alta frecuencia que no requiere una desconexión. La medición de tierra deberá ejecutarse en las épocas del año en el que el terreno permanezca seco.

- **Medición de corrosión.** Esta actividad deberá evaluarse y programarse cada seis años, en aquellas líneas que pudieren presentar corrosión, conforme al manual CFE MMAOO-01 *Evaluación de la corrosión para mantenimiento de estructuras metálicas de líneas de transmisión, subtransmisión y distribución*, debiéndose considerar la medición de la corrosión en cimentaciones mediante la obtención de la resistividad del terreno y el potencial eléctrico al piso.

- **Cambio de aislamiento con línea energizada.** Cambio de aislamiento anual con el uso de equipo de línea viva, pudiendo aplicarse el método a potencial o con pértiga.

- **Cambio de aislamiento con línea desenergizada.** Actividad programada anualmente que se realiza cuando la línea eléctrica está desenergizada. Se busca que no afecte la prestación del servicio eléctrico ni que reste confiabilidad a la red. Se realiza cuando la actividad con la línea energizada implicaría un alto riesgo para el personal.

- **Sustitución de empalme de conductor o guarda.** En aquellas líneas donde se detecten empalmes dañados o defectuosos, se deberá programar su reemplazo, considerando para ello el método que ofrezca mayor seguridad para el personal (uso de canastillas, bajar cable al piso, etc.).

- **Reapriete de herrajes.** Incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión, clemas de remate, puente de cables de guarda y estructura en general.

- **Sustitución de cable de guarda.** En zonas de alta contaminación, donde los cables de guarda son severamente atacados por corrosión, se programará la sustitución de los mismos, incluyendo los casos donde eventualmente se llega a tener una ruptura de uno o más hilos de cable de guarda.

- **Sustitución de cola de rata.** Esta actividad se realizará cuando se encuentre dañado el cable de guarda.

- **Cambio de conexiones o cambio de puente.** Incluye sustitución de tornillería en zapatas de conectores mecánicos en las estructuras de tensión-remate, remate-deflexión y/o transposición, así como cambio de puentes y conectores.

- **Reparación de conductor o hilo de guarda.** Estos trabajos tienen como propósito efectuar reparaciones en cables con hilos rotos, golpeados o dañados por corrosión, descargas atmosféricas o vandalismo.

- **Corrección al sistema de tierras.** Del resultado del programa de medición en las líneas que resultaran con valores de resistencia altos, mayores a 10 OHMS deberán corregirse, utilizando preferentemente el método de contra antenas y electrodos y/o mejorando artificialmente las propiedades del terreno.

- **Corrección de corrosión.** Se aplicará el criterio del manual CFEMAOO-01 *Evaluación de la corrosión para mantenimiento de estructuras metálicas de líneas de transmisión, subtransmisión y distribución*, que consiste en la aplicación de recubrimiento anticorrosivo previa preparación de superficies, tanto para la parte aérea, interfase y subterránea.

- **Limpieza y recorridos preventivos.** Consiste en la poda o corte de ramas de los árboles realizada por personal de CFE, en zonas donde el crecimiento de árboles, maleza o pastizales ponen en riesgo la operación y confiabilidad de las líneas.

- **Sustitución de equipo y herramientas.** Esta actividad se programará para efectuarse dos veces al año, debiéndose incluir equipo personal, de maniobra y de seguridad.

- **Programa de mantenimiento predictivo y preventivo**

En las Tablas II.40 y II.41 se presenta la periodicidad de las principales actividades de mantenimiento y el programa de trabajo, respectivamente.

Tabla II.40
Principales actividades de mantenimiento y su periodicidad

No.	Actividad	Periodicidad
1	Inspección Mayor	Anual
2	Inspección menor	Semestral
3	Patrullaje o inspección aérea	Anual
4	Control de maleza	Cada 2 ó 3 años
5	Medición de resistencia a tierra	Cada 4 Años
6	Medición de corrosión	Cada 6 Años
7	Cambio de aislamiento con línea energizada	Anual
8	Cambio de aislamiento con línea desenergizada	Anual
9	Sustitución de empalmes de conducción o guarda	Cada 5 Años
10	Reapriete de herrajes	Cada 3 Años
11	Sustitución de conectador de guarda	Cuando se requiera
12	Sustitución cable de guarda	Cuando se requiera
13	Sustitución de cola de rata	Cuando se requiera
14	Cambio de conexiones o cambio de puente	Cuando se requiera
15	Reparación de conductor o hilo de guarda	Cuando se requiera
16	Corrección al sistema de tierras	Cada 4 Años
17	Corrección de corrosión	Cada 6 Años
18	Limpieza de brecha por terceros	Anual
19	Sustitución de equipo y herramienta	Semestral

Tabla II.41
Programa de trabajo para la etapa de mantenimiento

Etapa	Actividad	2010 - 2040												
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E
MANTENIMIENTO	Inspección mayor													
	Inspección menor													
	Patrullaje e inspección aérea													
	Inspección de brecha a terceros													
	Control de vegetación y maleza													
	Medición de resistencia a tierra													
	Cambio de aislamiento con línea energizada													
	Cambio de aislamiento con línea desenergizada													
	Reapriete de herrajes													
	Sustitución de conectador de guarda	Cuando sea necesario												
	Sustitución cable de guarda	Cuando sea necesario												
	Sustitución de cola de rata	Cuando sea necesario												
	Cambio de conexiones o cambio de puente	Cuando sea necesario												
	Reparación de conductor o hilo de guarda	Cuando sea necesario												
	Corrección al sistema de tierras	Cada 4 años												
	Corrección de corrosión	Cada 6 años												
	Limpieza de brecha y recorridos preventicos													
	Sustitución de equipo y herramienta													

II.3.7 Abandono del sitio

II.3.7.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados

Aún cuando, no se contempla la etapa de abandono del proyecto, ya que la experiencia ha demostrado que un campo geotérmico puede operar por tiempos más prolongados que la vida útil acotada a 30 ó 40 años; en caso de concluir la vida útil del proyecto Cerritos Colorados, las actividades que se realizarían estarán dirigidas al retiro de la unidad de generación, las instalaciones, equipos, tubería y materiales del campo geotermoeléctrico, a la rehabilitación de las áreas que fueron ocupadas por el proyecto mediante programas de reforestación y conservación del suelo, así como al cierre definitivo de los pozos geotérmicos perforados de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996, la cual establece los requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.

Para lo anterior, llegado el término de la vida útil del proyecto, la CFE elaboraría un Plan de Abandono del proyecto; cuyos programas deberán estar acorde a las condiciones ambientales y sociales prevalecientes en el momento de su implantación y ejecución. Entre los programas que se deberán incorporar al plan de abandono están los siguientes:

- Desmantelamiento de la unidad de generación e instalaciones que conformen la central geotermoeléctrica.
- Retiro de equipos, tubería (conducción de vapor y de agua) y materiales diversos del campo geotérmico, incluyendo lozas de concreto construidas en las edificaciones de la unidad e instalaciones.

- Acondicionamiento del terreno en las áreas de plataformas y predios ocupados, para la restauración del suelo.
- Limpieza de residuos sólidos del campo geotermoeléctrico.
- Programa de rehabilitación (pastización, revegetación y /o reforestación).
- Programa de mantenimiento de la rehabilitación y de vigilancia.

Es importante señalar que el programa de rehabilitación se sustentará en el proceso de la sucesión vegetal, y que consiste en realizar diversas acciones que permitan la formación en el corto y mediano plazo de la formación de una capa vegetal estable y lo más cercana posible a los patrones naturales de la vegetación original, para lo cual se utilizarían especies herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas del Bosque La Primavera, las cuales son especies ya adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la región

II.3.7.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

De igual manera, para la línea de subtransmisión no se contempla la etapa de abandono del proyecto, ya que la experiencia ha mostrado que este tipo de obras operan por tiempos más prolongados que la vida útil acotada por lo general a 30 años; en este sentido, más que hablar de una etapa de abandono, al término de la vida útil de la infraestructura que comprende la línea, ésta se renueva a través de las siguientes acciones:

- Aumento o disminución de la tensión eléctrica,
- Cambio de estructuras de soporte,
- Cambio de cable de guarda y conductor,
- Cambio de aisladores, y
- Renovación del sistema de tierras

Toda la infraestructura que es reemplazada, como postes, cables, aisladores, estructuras, etc., CFE la licita para su fundición.

II.4. Requerimiento de personal e insumos

II.4.1 Personal

II.4.1.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados (25 MW)

El personal requerido durante las etapas del proyecto preparación del sitio, construcción, perforación y operación y mantenimiento del proyecto, se detalla en la Tabla II.42. Debido a la cercanía del campo geotérmico con el medio urbano, el personal contratado se transportará diariamente de la ciudad de Guadalajara o de los ejidos cercanos a la obra; prácticamente toda la mano de obra no calificada que se contratará será de la región.

Tabla II.42
Requerimientos de personal para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados

Etapa	Tipo de mano de obra	Procedencia de mano de obra		Tipo de empleo		Tiempo del empleo
		Local	Externo	Eventual	Permanente	
Preparación del sitio	Calificada	---	10	---	✓	60 (días)
	No calificada	40	---	---	---	60 (días)
Construcción: obra civil y perforación	Calificada	---	10	---	✓	45 (meses)
	No calificada	180	---	✓	---	45 (meses)
Operación y Mantenimiento	Calificada	---	10	---	✓	90 (días)
	No calificada	30	---	✓	---	90 (días)
TOTAL		**250**	**30**	---	---	**3 000 días**

Por lo anterior, se puede asegurar que los servicios con los que cuentan las cabeceras municipales (Guadalajara, Zapopan y Tala) serán suficientes para atender las necesidades del proyecto.

El horario de trabajo es un turno de 8 horas diarias (8:00 a 16:00 h) en cada una de las actividades que comprenden la preparación del sitio y la construcción del proyecto geotermoeléctrico, no así para las etapas de perforación y operación de la unidad de generación, las cuales requieren personal para laborar durante los tres turnos (8:00 a 16:00 h; 16:00 a 20:00 h; y 20:00 a 8:00 h).

II.4.1.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I-El Sol

Los requerimientos de personal para el proyecto de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol, serán en total 50 personas por un período aproximado de 9 meses. La contratación de mano de obra no especializada se cubrirá con habitantes de la ciudad de Guadalajara, localidades y ejidos cercanos al proyecto, con lo cual se evitarán las necesidades de hospedaje y demanda de otros servicios. En la Tabla II.43 se indica el personal requerido para la construcción de esta obra.

Tabla II.43
Requerimientos de personal para las etapas de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

Etapa	Tipo de mano de obra	Procedencia de mano de obra		Tipo de empleo		Tiempo del empleo(días)
		Local	Externo	Eventual	Permanente	
Preparación del sitio	Calificada	1	1	✓	---	90
	No calificada	6	--	✓	---	30
Construcción: obra civil y electromecánica	Calificada	24	2	✓	---	60
	No calificada	11	1	✓	---	90
Operación y mantenimiento	Calificada	3	1	---	✓	60
	No calificada	--	--	--	--	--
TOTAL		**45**	**5**	**---**	**---**	**330**

El horario de trabajo es un turno de 8 horas diarias (8:00 a 16:00 h) en cada una de las actividades que comprende la construcción de la línea de subtransmisión. Por lo anterior, se puede asegurar que los servicios con los que cuentan las cabeceras municipales son suficientes para atender las necesidades del proyecto.

II.4.2 Insumos

II.4.2.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados

- **Agua**

A diferencia de una central termoeléctrica, el sistema de enfriamiento de una central geotermoeléctrica no requiere agua de reposición debido a que el vapor que se condensa en el condensador, se incorpora al sistema de agua de circulación para reponer las pérdidas por evaporación, arrastre y purgas que se presenta en una torre de enfriamiento.

A través de las chimeneas de la torre de enfriamiento se pierde una parte del agua de circulación por evaporación y arrastre, este porcentaje varía dependiendo de las condiciones ambientales y el rango de enfriamiento. El vapor condensado pasa a formar parte del agua de circulación y es suficiente para reponer las pérdidas por arrastre y evaporación de la torre, por lo que no es necesario disponer de fuentes externas de abastecimiento de agua para el proceso.

Al iniciar la operación de la unidad de generación de 25 MW, se requieren de aproximadamente 490 m^3 de agua cruda para llenar la pileta de la torre de enfriamiento.

El consumo de agua cruda durante las obras civiles es variable, utilizándose principalmente en las fases de construcción para la modificación del trazo del camino acceso aledaño a la plataforma del pozo PR-9, durante la compactación del terreno natural y construcción de la capa base, la compactación de la plataforma donde se instalará la unidad, cimentación para el montaje de la misma, para las bases de los soportes de líneas de vaporductos y para la cimentación, así mismo, para la etapa de operación del campo geotérmico y la unidad de generación, así como para el mantenimiento de pozos e instalaciones superficiales. El agua se obtendrá del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de la Zona Metropolitana de Guadalajara; se trasladará en carros tanque y se almacenará en los estanques de concreto existentes, ver fotografías 17 y 18 del Anexo II-3, del capítulo VIII.

El consumo de agua potable durante las diferentes etapas de construcción de las nuevas obras se estima en aproximadamente 100 litros diarios que serán suministrados en garrafones de 20 a 50 litros de capacidad. La demanda de agua por el proyecto no ejercerá presión alguna sobre la oferta local de este líquido.

- **Energía y combustibles**

Las unidades geotermoeléctricas no utilizan combustible para su operación, ya que el vapor geotérmico suple al combustible, lo cual es una de las principales ventajas de este tipo de plantas.

Así mismo, durante la construcción de las obras civiles no se utiliza energía eléctrica, sino que se consume exclusivamente combustible diesel. El consumo para un equipo se estima en un total de 5 300 litros de diesel para 30 días de trabajo de obra civil. Este combustible se repartirá todos los días en el frente de trabajo en una camioneta de tres toneladas de capacidad, mediante tambos de 200 litros cada uno, el vehículo se surtirá con la frecuencia necesaria en las gasolineras comerciales de la zona metropolitana de Guadalajara. Lo mismo ocurrirá con el suministro de lubricantes. En esta etapa no hay almacenamiento dentro de la zona.

Para la etapa de perforación, el consumo de diesel en motores del equipo, se calcula en 6,5 m^3 por día (incluye la planta de energía eléctrica), considerando la potencia total de los motores y turnos continuos. Esto da como resultado un consumo de 585 m^3 para tres meses de perforación en cada pozo.

El suministro de combustible se hará en pipas de PEMEX que acudirán al sitio dos veces por mes en promedio. El equipo de perforación cuenta con un tanque de almacenamiento de diesel el que asegura una reserva de combustible para la operación continua de los equipos.

- **Maquinaria y equipo**

La maquinaria y equipo que se empleará en las diferentes etapas que comprende la construcción de la unidad de 25 MW, es similar a la referida en la Tabla II.46.

II.4.2.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I-El Sol

- **Agua**

Para la construcción de esta obra la utilización de agua será mínima, debido a que durante la construcción de las cimentaciones se utilizará concreto premezclado el cual será adquirido en establecimientos comerciales y se transportará en camiones tipo revolvedora. En lo relativo al agua requerida para el consumo humano, ésta será adquirida en expendios comerciales, y se estima un consumo promedio de 36 litros diarios, dicha agua será transportada al sitio en garrafones a bordo de vehículos.

- **Materiales y sustancias**

En la etapa de preparación del sitio y construcción únicamente se requerirá material como grava, arena y agua en muy poco proporción debido a que se utiliza para elaborar las mojoneras de concreto y cimentación de las estructuras; el requerimiento mayor de materiales se presenta básicamente en la etapa de construcción (ver Tabla II.44).

Tabla II.44
Materiales a utilizar durante la etapa de construcción

Material	Etapa	Fuente de suministro	Forma de manejo y traslado
Concreto premezclado	Construcción (obra civil y electromecánica)	Casas comerciales	Camiones tipo revolvedora
Aisladores		Industria eléctrica	Camiones
Acero estructural		Industria acerera	
Cable conductor			
Herraje para cable conductor			
Empalme para cable conductor			
Alambre cooperweld no. 2			
Varilla de cobre			
Conectores cooperweld			
Placas indicadoras de peligro			
Cable de guarda			
Herraje para cable de guarda			

- **Energía y combustibles**

Para la construcción y operación de la línea de subtransmisión no se requerirá consumo de energía eléctrica, los trabajos se llevarán a cabo durante el día y la maquinaria y equipo utilizados funcionan por medio de sistema de combustión interna y manual; sólo se requerirá energía en su etapa de pruebas y puesta en servicio. Durante la etapa de operación la infraestructura construida conducirá energía eléctrica como parte de su objetivo principal. En lo que respecta al combustible, éste será utilizado según las necesidades de la obra, no se contempla su almacenamiento, ya que las fuentes de abasto están muy cercanas al sitio del proyecto.

En lo que respecta al combustible utilizado en las diferentes actividades que comprende cada etapa de esta obra, la gasolina y el diesel se abastecerá directamente en los vehículos en las estaciones PEMEX localizadas cerca del trayecto de la línea, realizándose de manera diaria si fuese necesario; para el caso de la maquinaría utilizada, el suministro de combustible se hará en tambos de 200 litros con tapa y tapón de rosca y/o garrafones de plástico con capacidad de 15 litros, esto con el objeto de suministrarlo de manera diaria principalmente a la maquinaria pesada y las revolvedoras, transportado por un vehículo de doble rodado. Para la construcción de esta obra no existirá ningún tipo de almacenamiento.

- **Maquinaria y equipo**

La maquinaria y equipo que se empleará en las diferentes etapas que comprende la construcción de la línea de subtransmisión Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol se describen en la Tabla II.45, especificando el tipo de maquinaria y el tiempo de ocupación.

Tabla II.45 Equipo y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas de la LST cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol				
Equipo	**Etapa**	**Horas de trabajo diario**	**Nivel sonoro (db)**	**Tipo de combustible**
Camion de 3 t	Preparación del sitio	8	30	gasolina
Camioneta pick-up			30	gasolina
Motosierra			100	gasolina
Tractor d6			40	diesel
Equipo topográfico			n/a	---
Compresor y equipo complementario	Construcción	5	40	diesel
Camioneta 3 t		8	30	gasolina
Camión de volteo 6 m^3			30	diesel
Revolvedora para concreto			20	gasolina
Camión 8 t winche			30	diesel
Camion 8 t plataforma			30	gasolina
Compactador tipo gasolina			50	gasolina
Camión 8 t grúa			30	diesel
Equipo maquina de tensión			20	diesel
Maquinaria equipo tracción			20	diesel
Pipa de agua			30	gasolina
Retroexcavadora			40	diesel
Megger p/t			n/a	---
Camioneta pick-up	Operación y Mtto.	8	30	gasolina
Camión 8 t grúa			30	diesel
Motosierra			100	gasolina

II.5. Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos

II.5.1 Residuos sólidos no peligrosos

II.5.1.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados

- **Residuos sólidos no peligrosos**

La disposición y el manejo provisional de los residuos sólidos no peligrosos se realizará mediante la separación en recipientes con tapa de acuerdo con el tipo y clase de residuos: orgánicos, inorgánicos y reciclables (Figura II.17). Los residuos sólidos municipales se retirarán del campo geotérmico periódicamente, y se depositarán en el relleno sanitario más cercano, de acuerdo con la autorización de la autoridad local correspondiente. La disposición final y/o venta de los residuos reciclables se realizará mediante el procedimiento que la CFE tiene establecido para este fin.

El relleno sanitario más cercano al área del proyecto es el Relleno Sanitario Picachos del Municipio de Zapopan, ubicado en la Carretera Colotlán en el Km 15,5, no obstante, los contratistas definirán en donde se dispondrán estos residuos.

Figura II.17. Recipientes utilizados en los frentes de obra para la separación de residuos no peligrosos (Los Azufres, Mich.)

a) Etapa de preparación del sitio

Para la construcción de la plataforma donde se instalará la unidad de 25 MW, así como para la modificación del trazo del camino de acceso se generarán residuos de material derivado del despalme, desmonte y nivelación de los terrenos.

Estos residuos serán principalmente suelo y material vegetal de algunos arbustos. La disposición final de estos residuos será de la forma siguiente: el suelo se distribuirá en el mismo sitio como material de nivelación. El material vegetal será picado y reintegrado al suelo.

También es posible que se generen residuos orgánicos e inorgánicos de tipo municipal. Éstos se depositarán en el sitio de forma separada: orgánicos, metales, plásticos, vidrio, cartón y papel, y se dispondrán en el sitio autorizado por el municipio de la misma manera.

b) Etapa de construcción

Los residuos sólidos que se generarán por la construcción de la unidad y su disposición final se indican en la Tabla II.46.

Tabla II.46 Residuos que se generarán durante la construcción de la unidad de generación		
Residuos sólidos	**Almacenamiento y cantidad**	**Disposición final**
Reciclabes: papel, cartón y madera.	Tambos de 200 litros y almacén de CFE	Reciclado por empresa autorizada
Residuos orgánicos	Tambos de 200 litros	Relleno sanitario municipal
Refacciones usadas, pedacería metálica de corte, perfiles, lámina, varilla, aluminio, alambre y fleje.	Almacén de la CFE	Licitación para su venta
Hules, plásticos, bolsas y vidrio.	Tambos de 200 litros	Relleno sanitario municipal
Residuos de materiales de construcción: mortero, cemento y agregados.	Carga y transporte en camiones	Se almacenarán en montículos para ser transportados en camiones que los llevarán a los sitios autorizados por el municipio, fuera del bosque, relleno sanitario municipal.
Residuos provenientes de la excavación	48 000 m^3	Se almacenarán en montículos para su transporte en camiones que los llevarán a sitios autorizados por el municipio.
Residuos provenientes del desmonte y despalme	13 000 m^3	Se almacenarán en montículos para ser utilizados posteriormente en la rehabilitación de las áreas que resulten afectadas.

c) Etapa de perforación

El lodo de perforación es una mezcla de agua, arcilla (bentonita) material dosificante y agentes químicos. Esta mezcla desempeña las siguientes funciones principales:

- Transportar los recortes de roca del agujero hacia la superficie.
- Enfriar y lubricar la barrena y la tubería de perforación.
- Cubrir la pared con un enjarre impermeable.
- Controlar las presiones debajo de la superficie.
- Suspender los recortes y materiales de piso cuando se interrumpe la circulación.
- Desprender la arena y recortes en la superficie.
- Soportar parte del peso de la tubería de revestimiento durante su corrida.
- Reducir a un mínimo cualquier efecto adverso sobre la formación adyacente al agujero.
- Asegurar la información máxima acerca de las formaciones atravesadas.
- Transmitir la potencia hidráulica a la barrena.

Los residuos sólidos inertes que se generan en esta etapa corresponden a los recortes producto del trabajo de la barrena durante la perforación y a los lodos bentoníticos; estos recortes de roca se van acumulando en la presa de lodos, la cual está totalmente impermeabilizada para evitar infiltraciones y tiene la capacidad suficiente para almacenar los residuos producidos.

Los recortes consisten en fragmentos de forma y tamaño variable, pero rara vez mayor de dos centímetros constituidos por los diferentes tipos de roca del subsuelo que va perforando la barrena. El volumen final de estos residuos se reduce, debido a que los lodos que son extraídos del pozo, se envían a la presa para enfriarse y depositar los recortes contenidos en él, después se regresan a las presas metálicas con las que cuenta el equipo de perforación en donde son acondicionados nuevamente para ser utilizados.

Al finalizar la perforación, se dejan secar los recortes y lodos para practicarles las pruebas CRETIB correspondientes, a fin de determinar su disposición final. Estos análisis se han realizado en todos los campos geotérmicos de México desde hace varios años, cuyos resultados han demostrado que este tipo de residuos no son peligrosos.

Otros residuos sólidos lo constituyen las bolsas en las que se envasa cemento, bentonita, aditivos, los empaques de herramientas o refacciones. También se generan residuos orgánicos e inorgánicos de tipo municipal. Éstos se dispondrán en el sitio en contenedores que manejen por separado los orgánicos, de los plásticos y los reciclables, todos serán transportados a su lugar de disposición final correspondiente.

d) Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento los residuos domésticos o no peligrosos que se generen se realizará mediante la separación en recipientes con tapa de acuerdo con el tipo y clase de residuos: orgánicos, inorgánicos y reciclables.

II.5.1.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I- El Sol

Entre los residuos que se generan en este tipo de proyectos son: los empaques de los materiales de construcción, los carretes de madera de aisladores y cables, pedacería de vidrio por rotura de aisladores y pedacería de cable de aluminio que se ocupa en el proceso de tendido; estos residuos son del orden del 5% del total de la obra y serán recolectados y transportados a los almacenes de CFE para su venta, reciclaje o su depósito en el relleno sanitario municipal o en el lugar previamente autorizado por el municipio. Otro tipo de residuo que se generará será el producto del material de la excavación de cepas sobrante después del relleno y compactación del terreno. Los residuos sólidos que se generarán por la construcción de la LST y su disposición final se indican en la Tabla II.47.

Tabla II.47
Residuos que se generarán durante la construcción de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol

Residuos sólidos	Almacenamiento y cantidad	Disposición final
Reciclabes: papel, cartón y madera.	Tambos de 200 litros y almacén de CFE	Reciclado por empresa autorizada
Residuos orgánicos	Tambos de 200 litros	Relleno sanitario municipal
Refacciones usadas, pedacería metálica de corte, perfiles, lámina, varilla, aluminio, alambre y fleje.	Almacén de la CFE	Licitación para su venta
Hules, plásticos, bolsas y vidrio.	Tambos de 200 litros	Relleno sanitario municipal
Residuos de materiales de construcción: mortero, cemento y agregados.	Carga y transporte en camiones	Se almacenarán en montículos para ser transportados en camiones que los llevarán a los sitios autorizados por el municipio, fuera del bosque, tiradero municipal.
Residuos provenientes de la excavación	2 131 m^3	Se almacenarán en montículos para su transporte en camiones que los llevarán a sitios autorizados por el municipio.

II.5.2 Manejo y disposición final de residuos peligrosos

II.5.2.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados

El manejo, transporte y disposición de los residuos peligrosos generados en las obras se realizará bajo contrato, y será responsabilidad de la empresa contratada. La CFE supervisará que estas actividades se lleven a cabo de acuerdo con las disposiciones legales en esta materia.

a) Preparación del sitio y construcción

Los residuos peligrosos que se generarán en la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados, se muestran en la Tabla II.48.

Tabla II.48
Residuos peligrosos (etapas de preparación del sitio y construcción)

Nombre del residuo	Caract. CRETIB	Cantidad	Tipo de empaque	Sitio de disposición final
Material impregnado con grasas o aceites	I	520 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Filtros usados	R, T	880 kg	Tambos etiquetados	Venta para reciclamiento
Recipientes impregnados con pinturas	I, T	180 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Recipientes impregnados con aceite lubricante	I, T	360 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Baterías	C, T	15 pzas	Apiladas	Venta para reciclamiento
Aceite lubricante usado	I, T	13 250 L	Tambos de 200 L y etiquetados	Venta para reciclamiento

NOTAS:
1.- Características CRETIB: C= corrosividad, R= reactividad, E= explosividad, T= toxicidad, I= inflamabilidad, B= biológico infeccioso.
2.- Ninguno de los residuos sólidos manejados durante la preparación del sitio y construcción del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud.
3.- Todos los residuos peligrosos generados son transportados a los sitios de depósito definitivo, en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.
4.- Las cantidades indicadas corresponden al total esperado durante todas las etapas de preparación del sitio y construcción.

Estos residuos se resguardarán en un almacén temporal de residuos que se construirá *ex profeso* en el área agrícola (plantación de agave) del ejido Adolfo López Mateos, y su diseño cumplirá con lo establecido en los artículos 15 y 16 del Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos. Esta área de almacenamiento cumplirá, entre otras, con las siguientes características:

- Contará con muros de contención para materiales inflamables y fosas de retención para la captación de residuos o lixiviados.
- Los pisos contarán con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con una capacidad mínima de la quinta parte de lo almacenado.

- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visible.
- El almacén tendrá sistemas de extinción contra incendios.
- El frente del almacén tendrá malla ciclónica para mantener una adecuada ventilación.
- Se tendrán pasillos amplios para las maniobras y atención de posibles incendios y dispondrán de extintores tipo ABC

b) Perforación de pozos y construcción de la unidad

Durante la perforación se evitarán los derrames de combustibles y lubricantes sobre el suelo, instalando cubiertas impermeables bajo los equipos, así como contenedores portátiles adecuados para su manejo y control. Al final de esta etapa, estos residuos son almacenados retirados y enviados a confinamientos autorizados. En la Figura II.18 se muestra la instalación de cubiertas impermeables tanto para la presa de lodos como para los equipos auxiliares utilizados en el campo geotérmico Los Azufres, Mich.

Figura II.18. Aspectos de la impermeabilización de la plataforma y presa de lodos durante la etapa de perforación de un pozo geotérmico

Durante el tiempo en que se desarrollarán las obras de perforación de pozos y de construcción de la unidad se instalarán sanitarios portátiles y letrinas para el servicio del personal de perforación y de obra civil. Una vez finalizada la obra, los módulos los retirará la empresa contratista que proporcione el servicio, ver Figura II.19.

Figura II.19. Aspectos de los sanitarios portátiles que se utilizan para el personal durante la perforación de un pozo geotérmico (Los Azufres, Mich.)

Los residuos sólidos peligrosos que se generarán por la construcción de la unidad de 25 MW y su disposición final se indican en la Tabla II.49.

Tabla II.49
Residuos que se generarán durante la construcción de la unidad de generación

Residuos sólidos	Almacenamiento y cantidad	Disposición final
Residuos sanitarios	ND	Una empresa especializada se encargará de la colecta y traslado de los residuos de las letrinas portátiles al lugar de disposición final que autoricen las autoridades municipales.
Lubricantes usados, filtros de aceite, recipientes de pintura y lubricantes, estopas y trapos impregnados.	Almacén provisional de CFE	Manejo, transporte y disposición de residuos peligrosos de acuerdo a la normativa en esta materia.

c) Etapa de operación

Durante la operación y mantenimiento de las centrales se generan residuos peligrosos (lubricantes y aceites gastados, filtros de aceite, recipientes de pintura y lubricantes, estopas y trapos impregnados de aceite gastado), las características, cantidades y disposición de éstos se muestran en la Tabla II.50. Los residuos que se generen serán almacenados temporalmente en el almacén de residuos peligrosos, y posteriormente serán transportados por una empresa autorizada a un sitio de confinamiento o disposición final.

La cantidad de residuos peligrosos que se generen durante la etapa de operación y mantenimiento será mínima. La clasificación y el manejo de estos residuos se realizarán de acuerdo con la normativa vigente.

Tabla II.50 Residuos peligrosos (etapa de operación y mantenimiento)				
Nombre del residuo	**Caract. CRETIB**	**Cantidad**	**Tipo de empaque**	**Sitio de disposición final**
Material impregnado con grasas o aceites lubricantes	I	700 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Solventes usados	E, I, T	ND	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Baterías	C, T	ND	Apiladas	Venta para reciclamiento
Aceite lubricante usado	I, T	5 200 L	Tambos de 200 L y etiquetados	Venta para reciclamiento
NOTAS: 1.- Características CRETIB: C= corrosividad, R= reactividad, E= explosividad, T= toxicidad, I= inflamabilidad, B= biológico infeccioso. 2.- Ninguno de los residuos sólidos manejados durante la preparación del sitio y construcción del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud. 3.- Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable. 4.- Las cantidades indicadas corresponden a la generación esperada para una central de 25 MW durante un año de operación.				

II.5.2.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Durante la construcción de la línea de subtransmisión se generarán pequeñas cantidades residuos peligrosos, principalmente de material impregnado por combustibles y aceites lubricantes de la maquinaria utilizada; este material será identificado como residuo peligroso y será manejado conforme a los lineamientos establecidos en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos y en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Los residuos sólidos peligrosos que se generarán por la construcción de la línea de subtransmisión y su disposición final se indican en la Tabla II.51.

Tabla II.51 Residuos peligrosos que se generarán durante la construcción de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol		
Residuos sólidos	**Almacenamiento y cantidad**	**Disposición final**
Residuos sanitarios	ND	Una empresa especializada y autorizada se encargará de la colecta, traslado y disposición final de los residuos de las letrinas portátiles.
Materiales, estopas y trapos impregnados con aceites, combustible y lubricantes.	Tambos de 200 litros y en almacén temporal de residuos peligrosos	Manejo, transporte y disposición de residuos peligrosos de acuerdo a la normativa en esta materia.

Algunas de las empresas existentes en Guadalajara especializadas en el manejo de residuos peligrosos con registro ante la SEMARNAT son las siguientes:

RIMSA, GUADALAJARA
Circunvalación Agustín Yánez No. 2551 Local 22
Col. Arcos Vallarta
Guadalajara, Jal. C.P. 44130
Tels: (0133) 36155964 36155981 Fax: 36155973

MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS, S.A. DE C.V.
Av. Rafael Sanzio No. 622
Col. Arcos de Guadalupe C.P. 45030
Guadalajara, Jal.
Tels: (0133) 10579372 31240375 Fax: 31240374

PETROFINO
Maíz No. 630
Col. La Nogalera C.P. 44470
Guadalajara, Jal.
Tel: (0133) 36708870
01800 6274723

GRUPO PRO-ECOLÓGICO MEXICANO, S.A. DE C.V.
Av. Guadalupe 586-102
Col. Chapalita C.P. 45040
Guadalajara, Jal.
Tel: (0133) 36473251

II.6. Generación, manejo y descarga de residuos líquidos, lodos y aguas residuales

II.6.1. Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados

- **Aguas residuales industriales**

Las aguas residuales industriales del proyecto Cerritos Colorados, constituidas por la agua geotérmica, los excedentes de las torres de enfriamiento de la Unidad de 25 y los drenes de la turbina (condensados de vapor), se regresarán al yacimiento por medio del sistema de tuberías de conducción hasta los pozos inyectores, con un doble propósito: de recargarlo y de evitar daños al medio ambiente; ya que el agua contiene sales disueltas en concentraciones que podrían ocasionar problemas de salinidad y toxicidad en los suelos y en la vegetación si se descargara superficialmente.

El proceso de inyección incluirá los pasos siguientes. El agua geotérmica que se separe del vapor en los separadores ciclónicos tipo Webre, y en silenciadores, se descargarán en estanques de enfriamiento y estabilización de la sílice (SiO_2); estos estanques estarán completamente impermeabilizados a fin de evitar infiltraciones en el subsuelo, en ellos se logrará bajar la temperatura del agua para conseguir polimerizar la sílice disuelta. Con menor temperatura y contenido de sílice, el agua se conducirá mediante tuberías de polietileno de alta densidad a los pozos inyectores.

Para asegurarse de que la inyección del agua realmente evitará la contaminación a cuerpos de agua someros, la CFE contará con un programa permanente de monitoreo regional de manantiales naturales, pozos y norias, incluyendo puntos de muestreo dentro y en la periferia del campo geotérmico; así mismo, para evitar posibles daños por derrames accidentales de agua en la tubería de inyección, ésta será revisada e inspeccionada permanentemente a fin de atender con prontitud la contingencia que se llegue a presentar.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción de la plataforma para la unidad de 25 MW, así como para la modificación del trazo del camino de acceso, y etapa de perforación no habrá generación de descargas de aguas residuales de tipo industrial.

- **Aguas residuales sanitarias**

En las etapas de preparación del sitio, perforación y construcción del proyecto, el contratista deberá contratar este servicio con alguna empresa autorizada para el manejo, transporte y disposición de estas aguas residuales. Para esto, se instalarán letrinas portátiles para uso sanitario en los diferentes frentes de trabajo, cuyos residuos se recolectarán y transportarán por la empresa autorizada y los dispondrán en el sitio que le autorice la autoridad municipal correspondiente. Al finalizar los trabajos de construcción, las letrinas serán retiradas del lugar.

En la etapa de operación, las aguas residuales de tipo doméstico se tratarán y dispondrán en una planta de tratamiento ubicada en las instalaciones de la unidad de generación, a fin de tratar el agua residual doméstica, previo a su inyección conjuntamente con la salmuera geotérmica.

- **Aguas pluviales**

En el campo geotérmico Cerritos Colorados se presenta una precipitación pluvial anual aproximada de 980 mm, ocurrida principalmente durante los meses de junio-septiembre. Para poder encauzar adecuadamente los escurrimientos del agua de lluvia, la CFE ha construido obras de drenaje en el campo geotérmico, a fin de encauzar los escurrimientos pluviales; se han construido las obras de drenaje siguientes: 10 000 m de cunetas y contracunetas, 1 600 m de lavaderos, 11 000 m de bordillos y zanjas trinchera, 100 m de alcantarillas, un puente alcantarilla y alrededor de 50 cajas desarenadoras; adicionalmente, se efectuó el riego de impregnación asfáltica sobre 55 000 m^2 de caminos, alrededor de 10 200 m lineales de caminos de acceso. En este sentido, se cuenta con una infraestructura suficiente para encauzar las aguas pluviales a los drenes naturales del campo geotérmico. Así mismo, las nuevas obras por construir contarán con las obras necesarias para encauzar los escurrimientos pluviales.

Por otro lado, se han construido obras mecánicas en las partes medias y bajas de la microcuenca El Caracol; la estrategia adoptada fue la de retener los sedimentos arrastrados por el agua de lluvia mediante diferentes tipos de estructuras, que incluyeron presas filtrantes de malla de alambre, presas de piedra acomodada y presas de gaviones construidas en cárcavas y cauces inestables.

- **Lodos de perforación**

La perforación de pozos geotérmicos se realiza de manera similar a la de los pozos petroleros, con la variante de que los primeros se perforan en su totalidad con lodos base agua, y para el caso de los pozos petroleros, el lodo de perforación es una mezcla de agua, arcilla (bentonita) material dosificante y agentes químicos.

Estos lodos son utilizados de manera cíclica durante la perforación de un pozo geotérmico, los lodos se envían a una presa para enfriarse y depositar los recortes contenidos en él, después se regresan a las presas metálicas con las que cuenta el equipo de perforación en donde son acondicionados nuevamente para ser utilizados y se reponen las pérdidas del mismo. Las bombas de lodos son el corazón del sistema de circulación y permiten desplazar el fluido con base en los parámetros hidráulicos de gasto y presión a través de todo el sistema.

Al finalizar la perforación, los lodos residuales de la perforación son enviados a las presas de lodos impermeabilizadas, las cuales cuentan con la capacidad suficiente para almacenar en forma segura los residuos de la perforación. La impermeabilización de las paredes y el fondo de estas presas son un requisito que se señalará en su momento en la especificación de obra; ésta consiste en el recubrimiento de interior con polietileno de alta densidad, para almacenar un total de aproximado de entre 300 m^3 de recortes y lodos de perforación, que es el volumen máximo estimado para estos pozos. Estas mismas presas aproximadamente tienen una capacidad de 800 a 1 000 m^3, y se utilizarán en las siguientes etapas del proyecto, como presas de captación y enfriamiento del agua residual de la unidad a condensación, tratamiento previo antes de enviarla a los pozos inyectores.

Al concluir la perforación, se dejan secar los recortes y lodos para practicarles las pruebas CRETIB correspondientes, a fin de determinar su disposición final.

II.6.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Durante la construcción y operación de la línea de subtransmisión no se generarán descargas de aguas residuales, con excepción de las de tipo doméstico. Estas descargas serán insignificantes y sólo se producirán durante el período que dure el proyecto; para el caso de los residuos sanitarios, los trabajadores harán uso de las instalaciones (letrinas) portátiles, las cuales se instalarán en los frentes de trabajo de la obra; este servicio será contratado con empresas especialistas debidamente registradas, que presten este tipo de servicio.

II.7. Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera

II.7.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados

De acuerdo con la descripción del proceso de generación de energía eléctrica (Apartado II.2), una vez que el flujo másico de vapor y gases incondensables cede su energía al ser transformada en electricidad, en el turbogenerador de la unidad de 25 MW, pasa al condensador, en donde una porción se absorbe en el condensado. Tanto la fracción de los gases que se absorbe (especies químicas disueltas en el agua de enfriamiento) como la cantidad que no se absorbe y se extrae del condensador se descarga en la atmósfera. Para fines de cálculo se considera que todos los gases que entran a la unidad saldrán a la atmósfera por la torre de enfriamiento.

En la Tabla II.52 se muestra la información de la evaluación de los pozos productores del Proyecto Cerritos Colorados antes de 1989, en cuanto a producción de agua, vapor y el contenido de gases en el vapor, corregido a 8 bars, el cual en promedio se estima en un 5,13 % (porciento en masa respecto al vapor); de éste, el 99,0 % corresponde al CO_2, el 0,57 % al H_2S y el restante a otros gases como amoníaco, metano, hidrógeno, etc.

Tabla II.52
Producción de vapor, agua y contenido de gases

Pozo	Pc bara	Ps bara	Vapor (t/h)	Agua (t/h)	Contenido de gas (%W)
PR-1	10,7	8	40	55	5,6 ± 1,7
PR-2	-----	-----	-----	-----	--
PR-4	-----	-----	-----	-----	--
PR-5	-----	-----	-----	-----	--
PR-7	-----	-----	-----	-----	--
PR-8	11	8	22	72	5,7 ± 1,0
PR-9	11	8	60	117	4,9 ± 0,5
PR-10	-----	-----	-----	----	--
PR-11	11,3	8	58	88	N/D
PR-12	16,6	8	21	30	4,9 ± 0,5
PR-13	15	8	22	78	4,6 ± 0,5
PI-1	---	---	---	---	--
Total:			**223**	**440**	

La cantidad de gases incondensables que se descargarán a la atmósfera, mezclada con el vapor de agua y arrastrada por el aire de la torre de enfriamiento, depende de los pozos que alimenten de vapor a la unidad de generación y principalmente de la zona del campo geotérmico en donde se encuentren ubicados. La cantidad de gases incondensables que se extrajo (durante el período de evaluación de los pozos) junto con el vapor geotérmico a través de los seis pozos productores, tiene variaciones considerables en el contenido de gas en por ciento en masa, por ejemplo para los pozos PR-1, 8, 9 y 12 el contenido es de 5,13% de gases (en promedio), en cambio en el pozo PR-13 el contenido se eleva al 15%. Así la calidad o composición química de la mezcla de gases de cada uno de los nuevos pozos que en el futuro se perforen sobre las plataformas de los pozos PR-1, 8, 9 y 12 se espera que tengan un contenido promedio muy similar al que se indica en la Tabla II.53; de igual forma para los nuevos pozos que se perforen sobre la plataforma del PR-13.

Tabla II.53
Contenido promedio de gas en el vapor extraída de los pozos productores y composición química de la mezcla gaseosa

Pozo	Contenido de gas % masa	Composición química de la mezcla, % en masa en base seca						
		CO_2	H_2S	NH_3	H_2	CH_4	Otros gases	Período
PR-1	5,37	98,94	0,7315	0,0617	0,0042	0,1215	0,1411	1984-87
PR-8	5,66	99,14	0,3163	0,0539	0,0009	0,1994	0,2895	1986-88
PR-9	5,05	98,92	0,6302	0,1082	0,0044	0,1650	0,1722	1986-88
PR-12	4,99	98,40	0,9508	0,1510	0,0048	0,1639	0,3040	1988
PR-13	4,60	99,04	0,4746	0,1629	0,0013	0,1894	0,1318	1988

Para evaluar el posible impacto a la calidad del aire en la zona de influencia del Proyecto Cerritos Colorados, se utilizó el modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos complejo de fuentes fijas (Industrial Source Complex, ISC3), este es un modelo probabilístico Gaussiano desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA) para estimar la dispersión de contaminantes emitidos por fuentes puntuales; volumétricas; de área y de fosa abierta. En el Anexo II-6, del Capítulo VIII, se presenta el estudio de dispersión realizado para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jal.

El Modelo ISC3 permite simular la dispersión de los contaminantes atmosféricos emitidos por una o varias fuentes industriales. La información alimentada al modelo está constituida por datos meteorológicos de superficie y de altura, por datos topográficos de la zona de estudio y por datos de operación de las centrales geotermoeléctricas. El modelo estima la concentración de los contaminantes en una distribución espacial cartesiana o polar para diferentes periodos de tiempo, en este estudio se modeló la dispersión a 24 horas, en un área rural y en terreno con elevaciones.

Para ejecutar corridas con el modelo dispersión ISC3, es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Que la pluma de gases contaminantes sea similar a una distribución normal (distribución tipo campana).
- Que la tasa de emisión sea constante y continua.
- Que la velocidad y la dirección del viento sean uniformes.

Tres tipos básicos de datos de entrada se requieren para ejecutar el modelo ISC3, estos son: 1) base de datos con información de las propiedades físico – químicas de los gases emitidos por las chimeneas de la torre de enfriamiento, 2) base de datos meteorológicos de la zona de estudio y 3) base de información topográfica del área a modelar.

La información requerida para la elaboración de las bases de datos que utiliza el modelo es la siguiente:

- ✓ Tasa de emisión del sulfuro de hidrógeno, obtenida mediante balances de masa.
- ✓ Velocidad y temperatura en la descarga de la chimenea de la torre de enfriamiento
- ✓ Altura y diámetro de las chimeneas de la torre de enfriamiento
- ✓ Velocidad y dirección del viento
- ✓ Temperatura ambiente
- ✓ Altura de techo de nube
- ✓ Porcentaje de cielo (con nubosidad)
- ✓ Altura de capa de mezcla matutina y vespertina
- ✓ Topografía de la zona de estudio

Con relación al dominio de cálculo en la estimación del posible impacto ocasionado por las emisiones del H_2S del Proyecto Cerritos Colorados, el modelo ISC3 considera los siguientes postulados:

- ✓ Las simulaciones efectuadas para cada uno de los escenarios, suponen que las fuentes emisoras (chimeneas de las torres de enfriamiento) operan durante todo el año al 100% de carga constante.
- ✓ La concentración tiende al infinito cuando la distancia “X” tiende a cero, existe una gran concentración de H_2S en el punto de origen de la emisión.
- ✓ La concentración tiende a cero cuando “X, Y o Z” tienden al infinito, la concentración es cero a grandes distancia de la fuente de emisión.
- ✓ La concentración del H_2S emana desde una fuente puntual continua.
- ✓ El proceso de dispersión se lleva a cabo en estado estacionario.
- ✓ Se escoge la principal dirección del transporte debida al viento, para que se oriente al eje de las “X”.
- ✓ El transporte del H_2S debido al viento en la dirección “X” predomina sobre la difusión descendente.

Con el propósito de contar con un área de influencia que abarque los ejidos aledaños se establece un dominio de cálculo, con una malla cartesiana rectangular de una extensión de 15 km de largo por 17 km de ancho con receptores a cada 500 metros. Otra malla de 3 x 3 km, la cual cubre toda la zona de aprovechamiento especial, con receptores cada 50 metros y otra malla más grande, de 30 x 30 km con receptores cada 1 000 metros para abarcar la ciudad de Guadalajara.

La operación de una central de 25 MW (primera etapa del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados) no representa ningún problema desde el punto de vista de emisiones del H_2S ya que en todos los escenarios propuestos (ver Anexo II-6) no se tienen valores de los cuartos máximo por arriba de 150 $\mu g/m^3$ que es el límite máximo permisible para 24 horas establecido por la Organización Mundial de la Salud.

Con relación a los escenarios modelados con la generación total del proyecto (75 MW), se obtuvieron valores de concentración del H_2S para el cuarto máximo entre los 75,3 y 226 $\mu g/m^3$, en un radio no mayor de 3 km tomando como centro la ubicación de las centrales de generación del proyecto geotérmico Cerritos Colorados. Tanto en la periferia de los 3 km de radio como dentro del mismo no existen asentamientos humanos que puedan verse afectados por las emisiones del H_2S provenientes de las centrales geotérmicas.

De los resultados obtenidos por el modelo de dispersión se tiene que las afectaciones a la vegetación no son significativas ya que los valores más altos obtenidos para los diferentes escenarios modelados, se encuentran muy debajo de los 417 $\mu g/m^3$ (0,3 ppm) de H_2S, que son los valores en los cuales se observan daños foliares en la vegetación.

Finalmente, es importante señalar que la misma orografía presente en la zona de estudio donde se tienen elevaciones por arriba de los 2 000 msnm, servirán de barrera natural para aminorar la dispersión del ácido sulfhídrico en las poblaciones aledañas, como La Venta de Astillero y La Primavera al norte, al este la ciudad de Guadalajara y al sur el fraccionamiento Santa Ana.

a) Etapa de preparación del sitio

Las emisiones a la atmósfera que se producen por la actividad de desmonte, despalme y nivelación de los terrenos, estarán relacionados con las partículas de polvo que se remuevan principalmente por la circulación de los vehículos automotores y movimiento de la maquinaria, así como de los gases provenientes de los escapes de los motores de éstos.

b) Construcción

Similar a la etapa de perforación, las emisiones a la atmósfera serán básicamente polvos y gases de combustión, ambos producidos por el funcionamiento de vehículos y maquinaria. Sin embargo, la cantidad se incrementará debido al número de trabajadores que están involucrados en las diversas etapas de la construcción que abarca el proyecto.

c) Perforación

En esta etapa se emitirán a la atmósfera gases de combustión de los automotores de la compañía perforadora, así como de la maquinaria utilizada en esta actividad. De la misma manera se producirá polvo, provocado por el tránsito de vehículos y movimiento de la maquinaria.

d) Operación

Con la entrada en operación de la unidad, se tendrán emisiones permanentes de gases a la atmósfera, actualmente, en la zona geotérmica donde se ubicará el proyecto se tienen purgas de ¼" de diámetro y emisiones de fuentes naturales (fumarolas). Se considera que aún cuando durante la vida útil del proyecto se perforarán nuevos pozos, y se instalara la segunda unidad (50 MW), la cantidad de gases emitidos durante la operación de la unidades geotérmicas no provocarían afectaciones en las localidades cercanas ni en la vegetación.

II.7.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Las emisiones a la atmósfera para las etapas de preparación del sitio y construcción de la línea de subtransmisión serán prácticamente humos y polvos emitidos por los vehículos automotores (camiones y camionetas) por los vehículos, equipos y maquinaria; este tipo de emisiones será poco significativo y durante un período de tiempo corto.

Para el control de estas emisiones los vehículos y la maquinaria estarán sometidos a un programa de mantenimiento constante con el fin de poder cumplir con la normativa ambiental aplicable, básicamente las normas NOM-041-SEMARNAT-1999 y NOM-045-SEMARNAT-1996 que establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases de contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina y diesel como combustible, respectivamente; además, de la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

II.8. Contaminación por ruido, vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa

No se prevé la existencia de fuentes de vibración permanente ni radiactividad térmica o luminosa.

II.8.1. Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados

La medición de ruido en el campo geotérmico durante la ejecución del proyecto, será respetando los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas (NOM-081-SEMARNAT-1994) y de preservar la calidad del ambiente.

Anualmente se llevarán a cabo campañas de mediciones de ruido en el campo geotérmico, principalmente en el área perimetral de la unidad de generación (25 MW). Así mismo, se realizarán mediciones del nivel de ruido emitido por equipos y accesorios instalados sobre las plataformas de los pozos y durante la etapa de evaluación, operación y mantenimiento de éstos.

En el campo geotérmico se podrán instalar dos tipos de silenciadores con diseños diferentes de acuerdo con el fluido que desfogue cada pozo a la atmósfera: mezcla (agua- vapor) o vapor.

Los silenciadores de mezcla estarán instalados sobre la plataforma del pozo y tienen dos funciones: separar las fases agua-vapor y; disminuir el nivel de ruido que se emite por el cambio de presión de 6,0 bar a la atmosférica en el momento de la descarga de los fluidos al ambiente: el vapor hacia la atmósfera y el agua al vertedor de donde fluye a la presa de enfriamiento y al pozo de inyección. La descarga de vapor a través del silenciador tipo ecológico, generalmente es por períodos cortos de tiempo, se lleva a cabo solamente cuando la unidad generadora está fuera de servicio por falla, mantenimiento o cuando se evalúa el pozo para determinar su producción (ver Figura II.20).

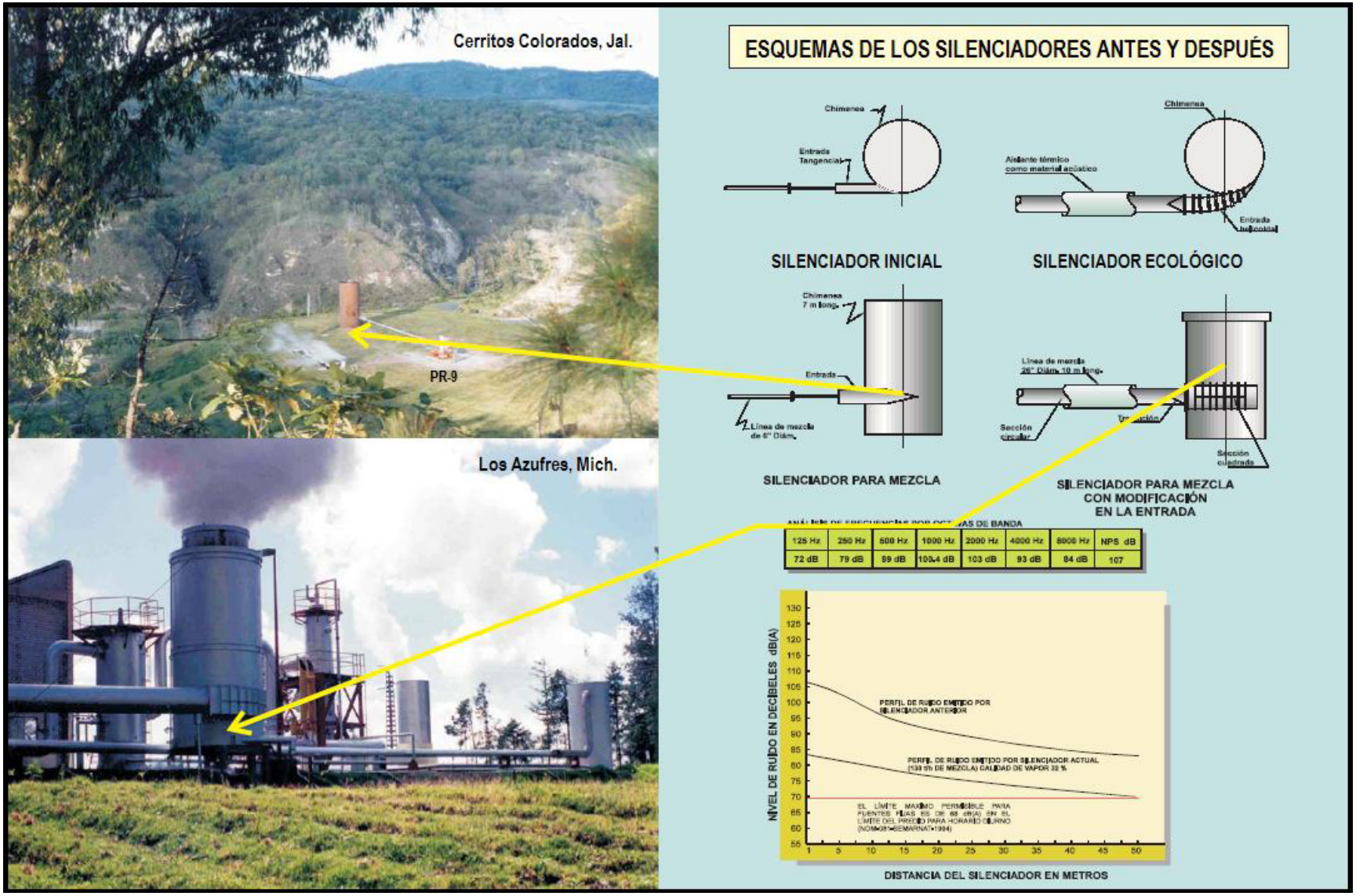


Figura II.20. Silenciadores utilizados en los campos geotérmicos para la disminución de ruido y separación del fluido (agua-vapor), la eficacia del separador ecológica es notablemente mejor que los silenciadores utilizados inicialmente

Con base en la experiencia en otros campos geotérmicos del país, los valores de nivel de ruido emitidos en el silenciador de mezcla o de pozo dependerán principalmente de la producción del fluido geotérmico. Por ejemplo, si un pozo se abre totalmente a su máxima producción, el nivel de ruido máximo permisible de 68 dB (A), indicado en la Norma NOM-081-SEMARNAT-1994 se registrará a una distancia de 80 metros de la fuente emisora.

Los silenciadores de vapor se encuentran instalados en los lugares del proceso en donde fluye solamente vapor, cuando se reduce la potencia de la turbina por un período corto, el vapor excedente se descarga a la atmósfera a través de este tipo de silenciador que por su función se le denomina de excedencia (ver Figura II.21).

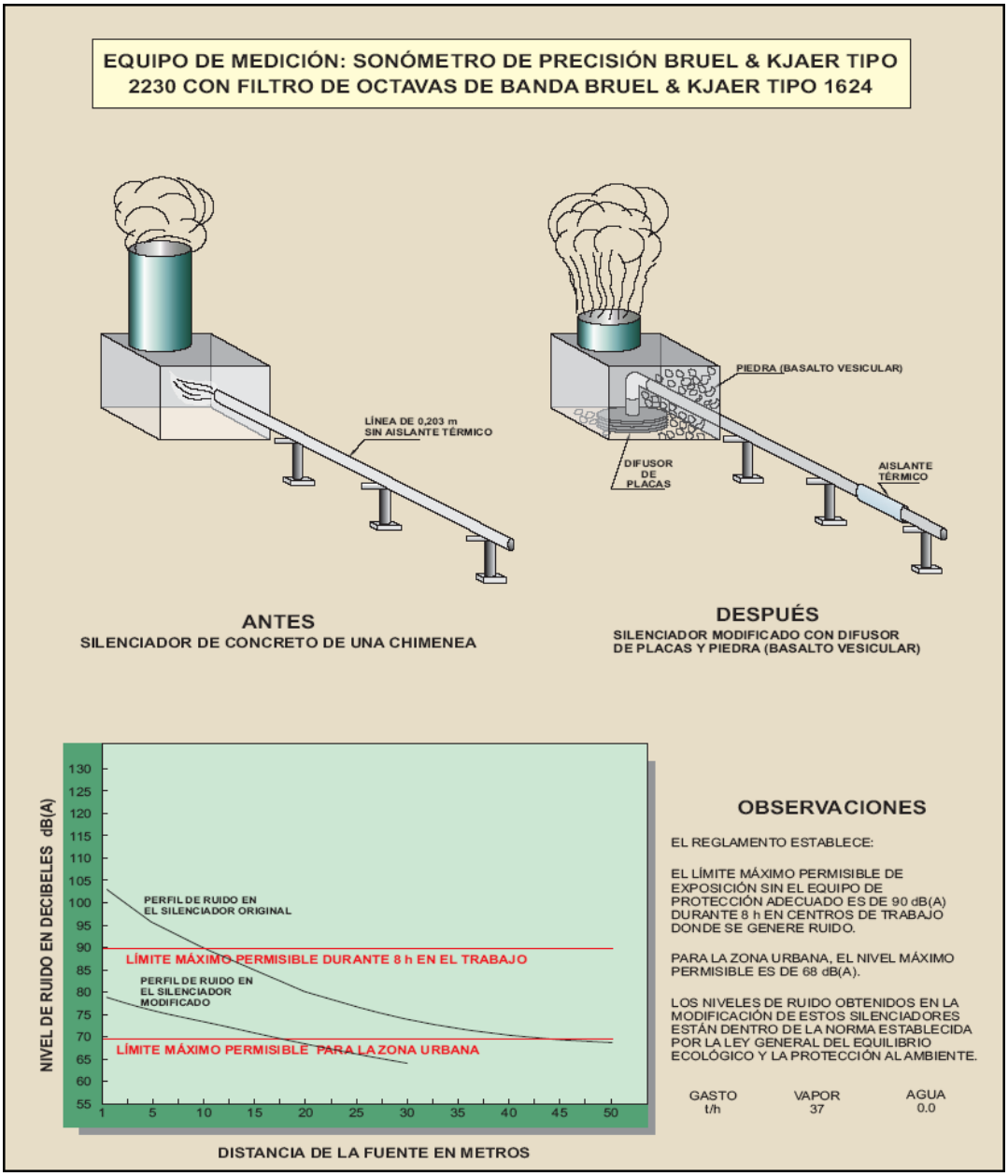


Figura II.21. Silenciador ecológico para el vapor de excedencia

Con respecto a esta obra, las emisiones de ruido que se tendrán serán durante las etapas de preparación sitio y construcción, serán las ocasionadas por el uso de la maquinaria y equipo, las cuales no rebasarán los límites establecidos por la NOM-080-SEMARNAT-1994.

Haciendo alusión a los niveles de ruido registrados en otros proyectos, se tiene que las emisiones por esta fuente dependerán de la cantidad de vapor que se descargue por este equipo. Por ejemplo, para una descarga de 37 t/h de vapor, el nivel de ruido de 68 dB(A) se registra a una distancia de 20 metros.

a) Preparación del sitio

Las actividades de preparación y acondicionamiento de la plataforma de la unidad de generación, así como, las relacionadas con la modificación del trazo del camino y de la línea de subtramsmisión, generarán ruido de tipo puntual por la operación de maquinaria pesada y por los vehículos automotores que la transportan y circulan por el lugar.

Los resultados de las evaluaciones del nivel de ruido emitido por el desarrollo de estas actividades en otros campos geotérmicos, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido (DOF, 6-dic-1982) y en la norma NOM-081-SEMARNAT-1994.

b) Etapas de construcción y perforación

Las emisiones de ruido durante la perforación de los pozos geotérmicos se generan principalmente por la operación del sistema de potencia del equipo de perforación, compuesto por los motores de combustión interna que impulsan: el malacate y mueven la rotaria; los compresores de aire y las bombas de circulación de lodos; asimismo, se genera ruido por el funcionamiento de los generadores diesel que suministran la energía eléctrica para el sistema de alumbrado de casetas y plataforma. También se produce ruido en el sitio, por el movimiento de los vehículos automotores que entran y salen de la plataforma.

Una vez concluida la perforación, para la evaluación de la producción del pozo, éste e abre por períodos cortos (de aproximadamente de un mes) y el fluido se descarga a través del silenciador de mezcla, actividad que conlleva la generación de ruido.

El nivel de ruido emitido por el desarrollo de esta actividad no rebasa los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para la Prevención Originada por la Emisión de Ruido así como, en las normas NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-080-SEMARNAT-1993.

De igual forma, dentro del sitio de trabajo se dará cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana en materia laboral, NOM-011-STPS-1994, el personal expuesto al ruido, se le proveerá de equipo de protección auditiva como medida de seguridad.

El nivel de ruido emitido durante las obras de construcción de la unidad (obra civil, mecánica y eléctrica), así como en la instalación de vaporductos y tuberías de conducción de agua separada se encontrará por abajo de los límites máximos permisibles indicados por las normas mencionadas.

Una vez terminadas las obras para la conducción y acondicionamiento del vapor proveniente de los nuevos pozos, será necesario limpiar el sistema con vapor geotérmico a alta velocidad, con el fin de eliminar los residuos metálicos que pudieran haber quedado dentro del sistema y los que dañarían los

álabes de la turbina. Este proceso de limpieza genera niveles significativos de ruido, principalmente en la descarga debido al choque de los residuos metálicos, que fluyen con el vapor, sobre una placa metálica, testigo del grado de pureza del vapor. Para lograr que los niveles estén por debajo de los máximos establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, la descarga del flujo de vapor se hará hacia un silenciador de vapor similar al de excedencia (tubo vertical de 3 m de diámetro, en su interior integrado por un difusor de tubos ranurados y roca basáltica como medio de absorción y reducción del ruido). En la Figura II.22, se indica el esquema de un silenciador ecológico para descarga de vapor seco (excedencia). El tiempo de duración de limpieza del sistema de conducción y acondicionamiento de vapor es de aproximadamente 48 horas continuas.

II.8.2. LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Con relación a la emisión de ruido, se reporta lo siguiente:

A. La intensidad en decibeles por tipo de fuentes de emisión y etapa del proyecto a que corresponde, se indican en la Tabla II.49. Lo anterior considerando que la única emisión de ruido que se originará debido al proyecto será por la maquinaria y equipo que se utilizará en las diferentes etapas de este. La duración de la emisión de ruido, será la que corresponde a las horas de trabajo diario que operará la maquinaria y equipo como se indica en el mismo cuadro.

B. La ubicación de las fuentes emisoras de ruido de fondo en cada una de las etapas del proyecto se indican en la Tabla II.49.

C. No aplica la utilización de un modelo de simulación. La emisión de ruido será en espacios abiertos y alejados de centros de población. Los niveles de ruido emitidos por los vehículos y maquinaria se indican en la Tabla II.49.

D. Como se mencionó anteriormente la emisión de ruido será en espacios abiertos y de fuentes vehiculares y equipo con niveles bajos de ruido. Sin embargo, el personal expuesto a ruido en el sitio de al obra, dispondrá de tapones auditivos durante jornadas de 8 horas continuas.

II.9. Medidas de seguridad

Como medidas de seguridad y prevenir cualquier accidente, emergencia o contingencia ambiental que se llegaran a presentar durante alguna etapa de los proyectos se aplicarán los procedimientos y planes de emergencia que la CFE tiene implementado para ello, los cuales son los siguientes:

- Asentamientos diferenciales.	PROCEDIMIENTO P.E.-140-LT01.
- Asentamientos humanos en el derecho de vía.	PROCEDIMIENTO P.E.-560-LT01.
- Desplazamiento de talud.	PROCEDIMIENTO P.E.130-LT01.
- Lluvias torrenciales en líneas de transmisión.	PROCEDIMIENTO P.E.210-LT01.
- Vientos, ciclones, huracanes y tornados.	PROCEDIMIENTO P.E.260-LT01.
- Tormentas eléctricas.	PROCEDIMIENTO P.E.-270-LT01.
- Accidentes aéreos y terrestres.	PROCEDIMIENTO P.R.-530-LT01.
- Actos de sabotaje, terrorismo y vandalismo.	PROCEDIMIENTO P.E.-540-LT01.
- Prevencion y control de incendios	NAA7004-8
- Preparación y respuesta a emergencias	PROCEDIMIENTO NAA7005.

II.9.1 Señalización y medidas preventivas

El Licitante ganador definirá a detalle la respuesta a este apartado, una vez que termine la ingeniería de detalle y de distribución de los equipos del proyecto. No obstante, a continuación se indican las medidas de prevención y protección contempladas en las bases de licitación:

- Proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados

Precisar la colocación de señales adecuadas en el predio del proyecto Cerritos Colorados, donde se indiquen los límites de éste, así como las restricciones y medidas de protección de los recursos naturales que rigen en el sitio. Para el diseño de dichas señales deberá considerarse la armonía con el paisaje y garantizar que sean comprensibles incluso para quienes no sabe leer.

Con el propósito de evitar posibles accidentes debido a agentes externos a la operación bajo condiciones normales (excavaciones, impactos físicos, etc.), se instalarán donde sea necesario:

- Señalización de los productos manejados e instalación de teléfonos de emergencia para comunicarse en caso de fallas.
- Información a la población sobre posibles contingencias.
- Señales para el arribo a la obra, acordes con los reglamentos de caminos y autopistas.
- Los colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías deberán ser acordes a lo establecido por la NOM-026-STPS-1998.

También se contará con la siguiente señalización:

- Señalización preventiva en caminos y áreas de trabajo, como: topes, vados, vibradores, rutas de evacuación, zonas de seguridad, zonas de conteo ó concentración (en caso de evacuación).
- Señalización informativa como: logotipos de la Comisión y SUTERM, nombre de la Central, logotipos o emblemas de los edificios, accesos a edificios, accesos interiores.
- Señalizaciones restrictivas como: áreas de acceso restringido o controlado, áreas peligrosas.

- LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

En la franja del derecho de vía que ocupará la trayectoria de la línea de subtransmisión, y en los diferentes frentes de trabajo, se colocarán los señalamientos adecuados que indiquen los riegos que se pueden correr si se ingresa a las áreas de torres sin el equipo necesario durante la construcción de la obra, así como las restricciones y medidas de protección. Los señalamientos de precaución que se colocarán en cada torre deberán ser apoyándose en un lenguaje simbólico fácil de comprender.

El vestido de torres o estructuras consiste en colocar en los lugares respectivos los herrajes, aisladores y accesorios en general; incluyendo las placas de aviso de peligro y numeración de estructuras de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto, las actividades son las siguientes:

- Instalación de conjuntos de herrajes y aisladores, tanto por los cables conductores como para los cables de guarda.
- Instalación de los sistemas de señalización de peligro y numeración consecutiva de las estructuras.
- Señalización aérea de numeración en cada una de las estructuras y en ambos sentidos de la trayectoria de la línea de subtransmisión.

Al igual que para el proyecto geotermoeléctrico, en el diseño de los señalamientos se considerará la armonía con el paisaje y que estos sean comprensibles incluso para la gente que no sabe leer.

II.10. Identificación de las posibles afectaciones al ambiente que son características del o los tipos de proyecto

Derivado de la metodología propuesta en el Capítulo V, en las Tablas II.54 y II.55 se presentan los factores y componentes ambientales que pueden verse afectados por la ejecución de actividades propias de este tipo de proyectos.

A continuación se presenta el análisis de los impactos ambientales y su significancia del Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados (ver Capítulo V).

Preparación del sitio

En esta etapa del proyecto, los medios más impactados serán el abiótico, el perceptual y el socioeconómico.

En el primero, principalmente se observará por los movimientos de tierra para la construcción del predio donde se instalará la unidad de generación; aunque es importante señalar que éstos serán muy puntuales y relativamente de corta duración. Los impactos al medio perceptual se presentarán debido a que de manera repentina se comenzarán a observar una serie de actividades en los sitios que ocuparán las dos obras, donde actualmente no se realizan actividades relacionadas con el proyecto (el sitio para la unidad generadora actualmente es ocupada por vegetación arbórea, en su mayor parte reforestada, y por vegetación secundaria a un costado del cauce Arroyo El Caracol; y por otra parte, en un tramo de la línea de subtransmisión actualmente presenta vegetación natural de pinos y encinos). Este conjunto de actividades en los sitios para las plataformas (desmontes, despalmes, cortes y rellenos, uso de maquinaria y equipos) y en el derecho de vía (podas y despalmes en los sitios para las estructuras) suponen una disminución en la calidad intrínseca del paisaje y su fragilidad visual, esta afectación se prevé mayor en los sitios que ocupará la línea de subtransmisión, ya que pretende ubicarse paralelamente al camino de acceso al campo geotérmico y las actividades tendrán una mayor visibilidad; aunque es importante señalar que con esta trayectoria definida, disminuye sustancialmente el impacto sobre la vegetación. Por otra parte, las actividades que se realicen en la unidad generadora, que se ubican en la ZAE, por su ubicación y accesibilidad, no suponen la misma afectación, ya que son áreas que no son frecuentadas por los visitantes y que con reforestaciones en sitios estratégicos, este impacto será disminuido sustancialmente.

Las afectaciones al factor socioeconómico son similares a los anteriores, cuando se comiencen a observar las primeras actividades, seguramente se van a generar opiniones pública al respecto, que traspasará los límites del área protegida.

Otro de los impactos que se observarán, aunque no mostraron mayor significancia, serán las emisiones a la atmósfera de humos y polvos por el movimiento de vehículos y maquinaria, actuando puntualmente sobre a calidad del aire. Con el cumplimiento de los programas de mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo, las emisiones podrán y deberán estar por debajo de lo indicado en las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia. Los demás componentes abióticos serán afectados por las acciones del proyecto a una escala local y no rebasarán los sitios de ocupación de las obras.

En cuanto a las afectaciones a los componentes bióticos, el desmonte y despalme de la vegetación para la construcción de la plataforma donde se instalará la unidad de generación, se valoró como un impacto significativo, el cual provocará el cambio de uso de suelo forestal a industrial. Para esta valoración se tomó como criterio principal que la superficie a desmontar se ubica dentro de un área natural protegida y no tanto por las dimensiones de la superficie que se afectará, ya que ésta es relativamente pequeña

comparada con la que actualmente ocupa la infraestructura geotérmica. No obstante lo anterior, también es importante señalar que en el espacio que ocuparán las dos obras principales que conforman el proyecto no se identificaron como hábitats de calidad o preferentes por la fauna silvestre, sobre todo los sitios que ocuparás las plataformas para la unidad generadora, que en general, carecen de vegetación densa o arbolada, que a su vez, pudiera representar un hábitat para la fauna silvestre, aunado a la presencia periódica del personal de la CFE que da vigilancia y mantenimiento a los pozos geotérmicos y demás infraestructura, así como a los propietarios y ejidatarios de la región.

Construcción

En esta etapa se presentarán impactos similares a los que se observen en la etapa de preparación del sitio, en cuanto a los impactos sobre el factor abiótico, el uso de maquinaria y equipo generará emisiones de humos y polvos a la atmósfera, por lo cual adquirieron poca significancia en la valoración de las interacciones, debido a la intervención del factor mitigación, que también puede y debe reducirse para no rebasar los límites máximos permisibles por la normatividad ambiental.

Respecto a los impactos a la calidad visual y paisajística del factor perceptual, éstos obtuvieron valores de significancia, debido principalmente a la afectación permanente que ocasionará la construcción de la unidad de generación y de sus obras asociadas, como lo son la torre de enfriamiento, la subestación elevadora y los vaporductos; obras que representan un impacto acumulativo con la demás infraestructura construida durante la exploración del campo geotérmico en la década de los 80's y con los que ocurrirán en la etapa de preparación del sitio de este proyecto.

En cuanto a las demás afectaciones al factor biótico, éstas se estiman mínimas, ya que durante la preparación del sitio ya se habrán presentado (eliminación de la cobertura vegetal y afectación del hábitat y la abundancia de fauna).

Perforación

Para esta etapa exclusiva de la obra de generación de energía, se prevé un impacto significativo en la calidad del paisaje por la instalación del equipo de perforación; que si bien en una actividad que dura unos cuantos meses para la construcción de un pozo geotérmico, esta actividad será repetitiva durante un período de 20 años, aunque no de manera continua. Las dimensiones del equipo de perforación, no permiten diseñar medidas de mitigación que atenúen el impacto identificado, con el cual representará un elemento ajeno en el paisaje que estará completamente visible sobre las plataformas durante su operación.

Algunos otros impactos evaluados para esta etapa resultaron poco significativos, principalmente sobre los componentes del aire (calidad y confort sonoro) y la fauna; debido a la operación de del equipo de perforación, con lo cual ahuyentará a la fauna cercana a los sitios a sitios más retirados y alejados de la presencia humana.

Tanto las emisiones a la atmósfera generadas por el equipo y maquinaria, así como el ruido generado, representan poca significancia al aplicar el criterio de mitigación, ya que estos impactos son controlables y deberán ser controlados con la estricta observación de las normas oficiales mexicanas ambientales.

Operación y Mantenimiento

Para esta etapa del proyecto, la cual durará alrededor de 37 años, la principal acción que representará un impacto negativo significativo son las emisiones a la atmósfera de vapor de agua y gases incondensables, principalmente del ácido sulfhídrico (H_2S). Los factores ambientales que se identificaron como los más

afectados fueron los siguientes**:** aire, paisaje y socioeconómico; visto este último factor desde la perspectiva de la percepción social de proyecto.

En esta etapa, el componente calidad del aire será el más afectado por las emisiones constantes del ácido sulfhídrico (H_2S) a la atmósfera. Las predicciones para las emisiones de este gas en la periferia del campo están por debajo de los límites máximos permisibles sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (150 $\mu g/m^3$), además, no existen poblaciones cercanas al campo geotérmico, lo que evitará un riesgo potencial para la salud humana. En el Anexo II-6 se presenta el estudio de dispersión del ácido sulfhídrico (H_2S) realizado para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, elaborado para las dos etapas del proyecto, en una primera etapa con una unidad de 25 MW, y una segunda con 50 MW, para operar con 75 MW.

Las emisiones a la atmósfera, también representan un impacto de significancia en el componente perceptual, ya que la *pluma* que genere la chimenea será visible sin duda, a cientos de metros, dependiendo de las condiciones climáticas que se presenten en el momento de la observación. Éste será un impacto que tendrá una duración de toda la vida útil. Asimismo, es importante mencionar que el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, señala la Zona de Aprovechamiento Especial para el desarrollo de la geotermia en dicho sitio, que no fue creada para fines recreativos por los visitantes, por lo que la frecuencia de este impacto podrá ser poco observado.

Con relación a la línea de subtransmisión, los impactos evaluado para esta etapa fueron evaluados como no significativos, debido a la ausencia de emisiones a la atmósfera, de ruido, de aguas residuales y por que la presencia de personal y equipo, será temporal y esporádica

Abandono del sitio

Esta etapa no representó impactos ambientales negativos significativos, por su duración y por las implicaciones positivas de sus actividades. Por el contrario, se identificaron, aunque no se evaluaron, impactos ambientales positivos, principalmente por la ejecución de programas de rehabilitación (restauración de suelo y reforestación) y mantenimiento, así como al desmantelamiento de las obras y retiro de equipos, tubería, cables y estructuras.

Impactos positivos

Interesan más los impactos positivos en el ambiente, la adopción de tecnologías limpias y eficientes para generar energía eléctrica es el principal atributo de este proyecto, que aunque no se evaluaron, implican una significativa reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero; en atención a la demanda de energía por todos los sectores de la Zona Metropolitana de Guadalajara, que en este contexto, implica un impacto positivo en el factor socioeconómico, al generar empleos y movilizar la economía local por la demanda de servicios en todas las etapas.

Otro impacto significativo, que se evitó en el proceso de selección de sitios, fueron los desmontes, al seleccionar los sitios para las plataformas en áreas desprovistas de vegetación arbórea y la trayectoria de la línea paralela al camino de acceso al campo geotérmico, con lo que se pretende abrir un derecho de vía mínimo en sus dimensiones y un manejo de la vegetación que se limitará a la poda de árboles que directamente afecten el tendido del cableado y la operación de la línea, considerando la variable ambiental y otorgando un gran peso específico al carácter de Área Natural Protegida al área de ocupación del proyecto.

Tabla II.54
Posibles afectaciones al ambiente identificadas para la unidad de generación

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
AIRE	Calidad del aire	Desmonte y despalme; cortes y relleno; y modificación del camino de acceso.	Estas actividades producirán levantamiento de polvo durante la etapa de preparación del sitio y la etapa de construcción.
		Uso de maquinaria y equipo	El uso de la maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio generará emisiones a la atmósfera como consecuencia de la combustión interna de sus motores.
		Perforación de pozos geotérmicos; e intervención y rehabilitación de pozos existentes	Estas actividades generarán emisiones a la atmósfera como producto de la combustión de los equipos y planta de generación de energía.
		Emisiones a la atmósfera (gases incondensables)	Las emisiones a la atmósfera de H_2S y CO_2, entre otros gases incondensables, modificarán la calidad del aire en la región.
	Microclima	Emisiones a la atmósfera	Con el aprovechamiento del recurso geotérmico y la operación de la central geotermoeléctrica se libera continuamente energía en forma de calor, así como vapor de agua (humedad).
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	El uso de la maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio incrementará los niveles sonoros localmente.
		Perforación de pozos geotérmicos	El equipo utilizado en las actividades de perforación incrementan los niveles de ruido.
		Generación de ruido	El funcionamiento de la central producirán ruido, aunque muy puntualmente.
SUELO	Características físicas	Desmonte y despalme; excavación, compactación y nivelación; cortes y relleno; y construcción de vaporductos	Por el movimiento de tierras que representan estas actividades en la preparación del sitio y construcción, se repercutirá en las características físicas del suelo.
		Acondicionamiento de áreas ocupadas	Como consecuencia del acondicionamiento de áreas ocupadas por el proyecto en la etapa de abandono del sitio, se estima que se repercutirá en las características físicas al rehabilitar dichas áreas a los usos originales o lo que correspondan al momento de terminar la útil del proyecto
	Características químicas	Uso de maquinaria y equipo; y generación de aguas residuales	Como consecuencia de un posible derrame de combustible por el inadecuado mantenimiento del equipo y maquinaria que se utilice durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se podría tener un afecto hacia las características químicas del suelo. Asimismo, un manejo inadecuado de las aguas residuales durante la operación y mantenimiento podrían incidir sobre el componente ambiental.
	Estabilidad Edafológica	Desmonte y despalme; excavación, compactación y nivelación; cortes y rellenos.	Estas actividades conllevan a la pérdida de la cobertura vegetal y al movimiento de tierras, actividades que podrían acelerar el proceso de la erosión, si no se realizan las medidas adecuadas para su control.
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Patrón de drenaje	Desmonte y despalme; Excavación, compactación y nivelación; Acondicionamiento de áreas ocupadas	Por las actividades de desmonte y despalme, y excavación, compactación y nivelación en las etapas de preparación del sitio se removerá la vegetación cuando sea necesario, lo que repercute en la dirección local que se presenta en el drenaje. Este efecto se podría revertir como consecuencia del acondicionamiento de las áreas en la etapa de abandono del sitio.

Tabla II.54
Posibles afectaciones al ambiente identificadas para la unidad de generación

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	Recarga del acuífero	Desmonte y despalme; y acondicionamiento de las áreas ocupadas	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. Este efecto se podría revertir como consecuencia del acondicionamiento de las áreas en la etapa de abandono del sitio.
VEGETA-CIÓN	Cobertura vegetal	Desmonte y despalme; cortes y rellenos; construcción de vaporductos; tendido de tubería de inyección; y restauración y mantenimiento	Las actividades que se identificaron como impactantes en la preparación del sitio y construcción incidirán en la cobertura de la vegetación, ya que para su desarrollo se requiere de remoción de la vegetación. Este efecto se podría revertir como consecuencia de las acciones de restauración y mantenimiento que se contemplan en la etapa de abandono del sitio.
FAUNA	Abundancia y riqueza	Uso de equipo y maquinaria, perforación de pozos geotérmicos; y restauración y mantenimiento	El equipo y maquinaria que se utilizarían para el desarrollo de las diversas actividades en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, así como equipo de perforación de pozos, producirán ruido con lo cual los organismos se verán afectados en su distribución, abundancia y riqueza espacio-temporal. Esta situación se estima se podría revertir con las acciones de restauración y mantenimiento que se contemplan en la etapa de abandono del sitio.
	Disponibilidad de hábitat; especies listadas en la NOM-059	Desmonte y despalme; cortes y rellenos; y restauración y mantenimiento	Como consecuencia de la remoción de vegetación que se requiere para el desarrollo de algunas actividades en la preparación del sitio, se repercute en la disponibilidad del hábitat. Con las acciones de restauración y mantenimiento que se contempla realizar en la etapa de abandono, se potencia la creación de lugares de residencia de la fauna en general, incluyendo aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
PERCEPTUAL	Calidad visual intrínseca; y fragilidad visual	Construcción de unidad de 25 MW y demás instalaciones (torre de enfriamiento; subestación elevada); construcción de vaporductos; instalación del equipo de perforación; emisiones a la atmósfera; desmantelamiento de la unidad de 25 MW; y retiro de equipos, tubería y materiales	Las actividades que se identificaron como impactantes en la construcción y perforación se consideran elementos ajenos al sistema ambiental en que se llevará a cabo el proyecto, por lo que dichos elementos causarían un impacto perceptual durante la vida útil del proyecto. Esta misma situación se presentaría por los gases incondensables y vapor de agua que se emiten a la atmósfera durante la operación del proyecto. La situación anterior se podría revertir por el retiro de dichos elementos ajenos al término de la vida útil del proyecto (desmantelamiento de la unidad de 25 MW y de retiro de equipos, tubería y materiales).
SOCIO-ECONÓMICO	Economía local; demanda de servicios	Todas las actividades de las etapas del proyecto, excepto las que se refieren a las emisiones a la atmósfera y generación de residuos y ruido durante la operación del proyecto.	Todas las actividades que se requieren para ejecutar el proyecto en general (etapas de preparación del sitio, construcción y perforación), así como para las actividades en la etapa de abandono del sitio, requieren de mano de obra calificada y no calificada, por lo que se tendría un impacto positivo local y directo por la contratación de obreros en las localidades cercanas al proyecto; esta situación conlleva a que el sector servicios también se ve beneficiado.
	Demanda de servicios	Generación de energía	Por la generación de energía, objetivo principal de este proyecto, se beneficiarán el sector vivienda e industrial, principalmente de la zona metropolitana de Guadalajara, lugar al que principalmente se dirigirá la producción de energía que se genere por el proyecto.

Tabla II.54
Posibles afectaciones al ambiente identificadas para la unidad de generación

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
	Uso del suelo	Desmonte y despalme; construcción de vaporductos; y restauración y mantenimiento	Como consecuencia del desarrollo de las actividades se requiere de un cambio de uso de suelo, por lo que la utilidad que presenta actualmente el suelo se desplaza por una actividad de infraestructura eléctrica; éste efecto se estima revertir por la actividad de restauración de los usos originales o los que prevalezcan en el momento del término de la vida útil del proyecto.
	Percepción social	Desmonte y despalme; cortes y rellenos; emisiones a la atmósfera; generación de ruido; generación de energía; y restauración y mantenimiento	Se estima que como consecuencia de las actividades que representan un impacto visual y auditivo, la comunidad permanente, temporal u ocasional podría tener una percepción negativa o positiva del proyecto, en especial de las actividades identificadas como perceptivas de la población.

Tabla II.55
Posibles afectaciones al ambiente identificadas para la Línea de Subtransmisión Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
AIRE	Calidad del aire	Excavación de cepas y cimentación, acondicionamiento de los sitios durante el abandono.	Estas actividades producirán levantamiento de polvo durante la etapa de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio
		Uso de maquinaria y equipo	El uso de la maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio generará emisiones a la atmósfera como consecuencia de la combustión.
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	El uso de la maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio incrementará los niveles sonoros localmente.
SUELO	Características físicas	Estudio geotécnico; acondicionamiento del derecho de vía; excavación de cepas y cimentaciones	Por el movimiento de tierras que representan estas actividades en la preparación del sitio y construcción, se repercutirá en las características físicas del suelo.
		Acondicionamiento de áreas ocupadas	Como consecuencia del acondicionamiento de áreas ocupadas por el proyecto en la etapa de abandono del sitio, se prevé una repercusión favorable en las características físicas al rehabilitar dichas áreas a los usos originales o lo que correspondan al momento de terminar la útil del proyecto
SUELO	Características químicas	Uso de maquinaria y equipo; y generación de aguas residuales	Como consecuencia de un posible derrame de combustible por el inadecuado mantenimiento del equipo y maquinaria que se utilice durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono; se podría tener un efecto hacia las características químicas del suelo.
	Estabilidad Edafológica	Actividades en el derecho de vía	Se requiere de eliminar la vegetación en el sitio de cada estructura y de movimiento de tierras temporalmente durante la preparación del sitio y obra civil: lo que expone al intemperismo el suelo y por ende, se podría presentar erosión.

Tabla II.55
Posibles afectaciones al ambiente identificadas para la Línea de Subtransmisión Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	Recarga del acuífero	Actividades en el derecho de vía	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. Este efecto se podría revertir como consecuencia del acondicionamiento de las áreas en la etapa de abandono del sitio.
		Rehabilitación y mantenimiento	Durante el abandono del sitio, se rehabilitarán los sitios que habrá ocupado el proyecto y se proporcionará mantenimiento a estos trabajos, por lo que se prevé un impacto positivo, para que se sigan generando los servicios ambientales modificados.
VEGETA-CIÓN	Cobertura vegetal	Actividades en el derecho de vía	Esta actividad durante la preparación dl sitio requiere de desmonte permanente en la base de las estructuras, aunque la superficie será mínima.
		Rehabilitación y mantenimiento	Durante el abandono del sitio, se rehabilitarán los sitios que habrá ocupado el proyecto, incluyendo reforestaciones, por lo que se prevé un impacto positivo, para que se sigan generando los servicios ambientales modificados.
FAUNA	Abundancia; y Riqueza	Uso de equipo y maquinaria	El equipo y maquinaria que se utilizarían para el desarrollo de las diversas actividades en todas las etapas de la obra, producirán ruido con lo cual los organismos se verán afectados en su distribución y abundancia espacio-temporal. Esta situación se estima se podría revertir una vez terminadas las actividades de construcción y con las acciones de restauración y mantenimiento que se contemplan en la etapa de abandono del sitio.
	Disponibilidad de hábitat; especies listadas en la NOM-059	Actividades en el derecho de vía	Como consecuencia de la remoción de vegetación que se requiere para el desarrollo de algunas actividades en la preparación del sitio, se repercute en la disponibilidad del hábitat. Con las acciones de restauración y mantenimiento que se contempla realizar en la etapa de abandono, se potencia la creación de lugares de residencia de la fauna en general, incluyendo aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
PERCEPTUAL	Calidad visual intrínseca; y fragilidad visual	Actividades en el derecho de vía, hincado y armado de estructuras, tendido y tensionado del cable	La presencia humana, de maquinaria y equipo afectará la percepción natural y belleza escénica de los sitios donde se esté construyendo.
		Desmantelamiento, retiro de cables y estructuras, rehabilitación y mantenimiento	La situación anterior se podría revertir por el retiro de dichos elementos ajenos al entorno natural al término de la vida útil del proyecto.
SOCIO-ECONÓMICO	Economía local, Demanda de servicios	Todas las actividades, excepto la utilización de equipo y maquinaria y operación de la línea.	Todas las actividades que se requieren para ejecutar el proyecto en general, requieren de mano de obra calificada y no calificada, por lo que se tendría un impacto positivo local y directo por la contratación de obreros en las localidades cercanas al proyecto; esta situación conlleva a que el sector servicios también se ve beneficiado.
	Servicios básicos	Durante la operación de la línea	Por la transmisión de la energía generada, objetivo principal de este proyecto, se beneficiarán el sector vivienda e industrial, principalmente de la zona metropolitana de Guadalajara, lugar al que principalmente se dirigirá la producción de energía que se genere por el proyecto.

Tabla II.55
Posibles afectaciones al ambiente identificadas para la Línea de Subtransmisión Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
SOCIO-ECONÓMICO	Uso del suelo	Actividades en el derecho de vía, rehabilitación y mantenimiento	Como consecuencia del desarrollo de las actividades se requiere de un cambio de uso de suelo, por lo que la utilidad que presenta actualmente el suelo se desplaza por una actividad de infraestructura eléctrica; éste efecto se estima revertir por la actividad de restauración de los usos originales o los que prevalezcan en el momento del término de la vida útil del proyecto.
	Percepción social	Actividades en el derecho de vía, rehabilitación y mantenimiento	Son actividades que pueden representar un impacto visual y por lo tanto generar una opinión desfavorable para la obra, sin embargo esta perspectiva puede cambiar cuando opere el proyecto y más aún, cuando se desmantele la infraestructura y se rehabilite el sitio.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Capítulo III

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Regional
Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados

(25 MW - Primera Etapa)

CONTENIDO

III	**VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES**	**III-5**
III.1	**Información sectorial**	**III-5**
III.1.1	Dinámica del desarrollo del sector eléctrico en la región	III-5
III.1.2	Vinculación del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados con otros del mismo tipo	III-10
III.1.3	Vinculación del proyecto con proyectos de la región	III-12
III.1.4	Tendencias de crecimiento del sector eléctrico en la zona	III-13
III.2	**Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo**	**III-15**
III.2.1	Planes de desarrollo	III-16
III.2.1.1	Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	III-16
III.2.1.2	Plan Estatal de Desarrollo de Jalisco 2001-2007	III-22
III.2.1.3	Planes de Desarrollo Regional	III-24
III.2.1.4	Planes Municipales de Desarrollo	III-28
III.2.1.4.1	Plan Municipal de Desarrollo (Tala 2004-2020)	III-28
III.2.1.4.2	Plan Municipal de Desarrollo (Tlajomulco de Zúñiga 2004-2006)	III-30
III.2.1.4.3	Plan Municipal de Desarrollo (Zapopan 2007-2009)	III-31
III.2.2	Programas sectoriales	III-34
III.2.3	Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre La Primavera	III-35
III.2.4	Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP)	III-36
III.2.4.1	Antecedentes	III-36
III.2.4.2	Importancia del ANP	III-37
III.2.4.3	Objetivos del área natural protegida	III-37
III.2.4.4	Componente de Marco Jurídico	III-38
III.2.5	Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco	III-45
III.2.6	Programas parciales de desarrollo urbano (Plan de Desarrollo Urbano del Mpio. de Zapopan)	III-66
III.2.7	Programas de Desarrollo Regional Sustentable y Programa de Empleo Temporal en el ANP	III-71
III.3	**Análisis de los Instrumentos Normativos**	**III-72**
III.3.1	Leyes	III-73
III.3.1.1	Constitución Política	III-73
III.3.1.2	Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica	III-73
III.3.1.3	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	III-73
III.3.1.4	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	III-74
III.3.1.5	Ley General de Vida Silvestre	III-74
III.3.1.6	Ley de Aguas Nacionales	III-75
III.3.1.7	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	III-75
III.3.1.8	Ley Federal sobre Metrología y Normalización	III-76
III.3.1.9	Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	III-76
III.3.1.10	Ley que aprueba el plan de ordenamiento de la zona conurbada de Guadalajara y la declaratoria de reservas, usos y destinos de sus áreas y predios	III-77
III.3.1.11	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Jalisco	III-77
III.3.2	Reglamentos	III-77
III.3.3	Normas Oficiales Mexicanas	III-78
III.3.4	Decretos de Áreas Naturales Protegidas	III-79
III.3.5	Calendarios cinegéticos	III-79
III.3.6	Reglamentos municipales	III-80
III.3.7	Convenios internacionales en materia ambiental a considerar durante la ejecución del proyecto	III-81
III.3.7.1	Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.	III-81
III.3.7.2	Protocolo de Kioto	III-82
III.3.7.3	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres	III-83

III.3.8 Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad III-83
III.3.8.1 Regiones Terrestres Prioritarias III-84
III.3.8.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias III-84
III.3.8.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) III-88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1 Capacidad de enlace de la región Guadalajara en el año 2005 III-5
Tabla III.2 Generación de energía eléctrica y ventas en el estado de Jalisco, periodo 1988-2005 III-6
Tabla III.3 Generación de energía eléctrica en Jalisco, por tipo de tecnología III-7
Tabla III.4 Unidades y potencia (Megavolts-amperes, MVA) del equipo de transmisión y distribución de energía eléctrica en los municipios de la ZMG III-8
Tabla III.5 Ventas de energía eléctrica a la Zona Metropolitana de Guadalajara en el año 2005 (MWh) III-8
Tabla III.6 Capacidad efectiva instalada de las Centrales Geotermoeléctricas en México III-11
Tabla III.7 Catálogo de proyectos de generación candidatos en el estado de Jalisco III-12
Tabla III.8 Pronóstico del consumo de electricidad en el Área Occidental para el periodo 2006-2016 III-14
Tabla III.9 Congruencia del proyecto Cerritos Colorados con las estrategias para el Sector Eléctrico propuestas en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 III-17
Tabla III.10 Congruencia del proyecto Cerritos Colorados con las estrategias en materia de Energías Renovables y Eficiencia Energética propuestas en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 III-18
Tabla III.11 Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con los objetivos del rubro de bosques y selvas propuestos en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 III-18
Tabla III.12 Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con el objetivo de conservar los ecosistemas y la biodiversidad contenido Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 III-19
Tabla III.13 Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con el objetivo de integrar la conservación del capital natural del país con el desarrollo social y económico contenido en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 III-20
Tabla III.14 Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con el objetivo de ordenamiento ecológico contenido en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 III-21
Tabla III.15 Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con el objetivo de Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero contenido en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 III-22
Tabla III.16 Cobertura por Municipio del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP) III-37
Tabla III.17 Ubicación de las obras del proyecto Cerritos Colorados dentro del APFFLP III-41
Tabla III.18 Análisis de la compatibilidad del proyecto de acuerdo con los usos permitidos en las zonas donde se ubica III-41
Tabla III.19 Medidas que deberá cumplir la CFE para asegurar compatibilidad del proyecto con los lineamientos jurídicos del APFFLP III-43
Tabla III.20 Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) del Ordenamiento Ecológico del Territorio de Jalisco donde se ubican las obras del proyecto III-45
Tabla III.21 Descripción de la política ecológica en la UGA Anp4 117 C (Aplica al proyecto de generación de 25 MW, vaporductos, líneas de inyección y un tramo de la LST) III-46
Tabla III.22 Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Anp4 117 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto III-47
Tabla III.23 Descripción de la política ecológica en la UGA: Ah4 136 C (aplica solamente a la LST) III-50
Tabla III.24 Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah4 136 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST) III-51
Tabla III.25 Descripción de la política ecológica en la UGA: Ah4 137 C (aplica solamente a la LST) III-55
Tabla III.26 Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah4 137 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST) III-55
Tabla III.27 Descripción de la política ecológica en la UGA: Ah4 139 R (aplica solamente a la LST) III-60
Tabla III.28 Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah4 139 R y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST) III-60
Tabla III.29 Padrón de beneficiarios del Programa de Desarrollo Regional Sustentable en el APFFLP III-71

Tabla III.30	Distritos Urbanos del municipio de Zapopan donde se ubica el proyecto LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol y análisis de compatibilidad con los usos y destinos permitidos	III-73
Tabla III.31	Principales artículos de la Ley de Energía aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-74
Tabla III.32	Principales artículos de la LGEEPA aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-74
Tabla III.33	Principales artículos de la LGDFS aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-75
Tabla III.34	Principales artículos de la LGVS aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-75
Tabla III.35	Principales artículos de la Ley de Aguas Nacionales aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-75
Tabla III.36	Principales artículos de la LGPGIR aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-76
Tabla III.37	Principales artículos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-76
Tabla III.38	Algunos artículos de la Ley Estatal Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-76
Tabla III.39	Algunos artículos de la Ley Estatal Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente aplicables al área de estudio del proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-77
Tabla III.40	Algunos artículos de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Jalisco aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	III-77
Tabla III.41	Calendario para el aprovechamiento Cinegético de aves en Jalisco (temporada 2007-2008)	III-80
Tabla III.42	Calendario para el aprovechamiento Cinegético de mamíferos en Jalisco (temporada 2007-2008)	III-80
Tabla III.43	Comparativo de superficies del proyecto dentro del RHP 58	III-87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1	Déficit histórico de energía eléctrica en Jalisco en el periodo 1988-2005	III-7
Figura III.2	Porcentajes de las ventas de energía eléctrica a la Zona Metropolitana de Guadalajara por tipo de servicio en el año 2005	III-9
Figura III.3	Comparativo del volumen de las ventas de energía eléctrica en el estado de Jalisco, año 2005 (MWh)	III-9
Figura III.4	Capacidad efectiva instalada de las Centrales Geotermoeléctricas en México	III-11
Figura III.5	Proyectos candidatos de generación eléctrica ubicados en el estado de Jalisco	III-13
Figura III.6	Pronóstico del consumo de electricidad en el Área Occidental para el periodo 2006-2016	III-14
Figura III.7	Comportamiento hipotético de la relación generación-consumo de energía eléctrica en Jalisco con la ejecución de los proyectos candidatos de generación	III-15

ANEXOS DEL CAPÍTULO III (Localizados en el Capítulo VIII)

Anexo III-1	Resumen ejecutivo del estudio hidrológico de las microcuencas El Caracol y el Huilustre. Segunda Etapa: Erosión Hídrica
Anexo III-2	Decreto de la Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre (DOF, marzo 6, 1980)

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

En este capítulo se analizan los instrumentos normativos y de planeación vigentes que tienen aplicabilidad directa en el área del mismo y en las obras a realizar; de manera complementaria, se describen a detalle las estrategias que garantizan que su ejecución será congruente y cumplirá con la legislación y ordenamientos locales, estatales y federales.

III.1. Información sectorial

El instrumento para revisión obligatoria en este apartado fue el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE); este documento es el resultado de estudios coordinados dentro de la planificación integral del sistema eléctrico del país. El POISE 2007-2016 describe la evolución del mercado eléctrico, así como la expansión de la capacidad de generación y transmisión del Sistema Eléctrico Nacional para satisfacer la demanda de electricidad en los próximos diez años.

III.1.1. Dinámica del desarrollo del sector eléctrico en la región

Durante el año 2005, el estado de Jalisco generó apenas 4,4 % de la energía que consume, el déficit se cubre con la energía que se produce en otros estados como Colima, Guanajuato, Nayarit y Sinaloa, con las consiguientes pérdidas por transmisión de la energía eléctrica, costos económicos para transmitir y transformar la energía cientos de kilómetros y los consecuentes impactos ambientales por las actividades constructivas y apertura del derecho de vía.

De acuerdo con la CFE, la región Guadalajara (donde también se ubica Ciudad Guzmán) cuenta con subestaciones eléctricas que se conectan con otras regiones para cubrir el déficit de energía eléctrica, en la Tabla III.1 se indican cuales son las regiones de enlace, así como la tensión nominal de las líneas de transmisión eléctrica que abastecen a esta región.

Tabla III.1
Capacidad de enlace de la región Guadalajara en el año 2005

Subestación	Región de enlace	Capacidad de enlace (kV)
Atequiza	Salamanca	400
	Manzanillo	400
	Aguascalientes	400
Tesistán	Aguascalientes	400
Acatlán	Manzanillo	400
Mazamitla	Manzanillo	400
	Carapan	400
Cd. Guzmán	Manzanillo	230
Ocotlán	Carapan	230

Fuente: CFE (POISE 2007-2016)

Desde el punto de vista histórico, la Tabla III.2 presenta las cifras para el periodo 1988-2005 de la generación bruta (Gigawatts-hora) en Jalisco, en comparación con las ventas que se han registrado por concepto de energía eléctrica en el estado.

Tabla III.2
Generación de energía eléctrica y ventas en el estado de Jalisco, periodo 1988-2005

Periodo	Generación bruta (GWh)	Ventas (GWh)	Tasa de crecimiento anual de las ventas (%)	Balance anual Generación – Ventas (GWh)
1988	290,0	4 864,2	---	-4 574,2
1989	179,0	5 229,4	7,5	-5 050,4
1990	276,0	5 515,7	5,5	-5 239,7
1991	631,0	5 836,4	5,8	-5 205,4
1992	426,0	5 974,6	2,4	-5 548,6
1993	457,2	6 163,4	3,2	-5 706,2
1994	445,0	6 638,5	7,7	-6 193,5
1995	453,0	6 616,9	-0,3	-6 164,0
1996	452,0	6 955,5	5,1	-6 503,5
1997	424,7	7 270,8	4,5	-6 846,1
1998	495,4	7 995,9	10,0	-7 500,5
1999	497,2	8 503,0	6,3	-8 005,8
2000	370,1	9 075,9	6,7	-8 705,8
2001	436,4	9 285,7	2,3	-8 849,3
2002	513,9	9 519,6	2,5	-9 005,6
2003	596,5	9 554,3	0,4	-8 957,8
2004	596,5	9 625,5	0,7	-9 029,0
2005	455,0	10 050,0	4,4	-9 595,0

Fuente: cfe.gob.mx e INEGI (Anuarios Estadísticos de Jalisco 1995-2006).

Con la información contenida en esta Tabla se pueden obtener valiosas conclusiones: las ventas en los últimos 18 años han aumentado en promedio 4,5% anualmente debido a la creciente demanda del servicio en el estado; sin embargo, la capacidad de generación en la entidad se ha frenado y para el año 2005, representa menos de la vigésima parte de las ventas a nivel estado.

Aunado a lo anterior, la situación se ha complicado ya que la planta generadora de tipo turbogás se encuentra fuera de servicio y empaquetada por tiempo indefinido a partir del 15 de marzo de 2004.

De manera gráfica, se presenta la Figura III.1, donde se aprecia claramente el déficit histórico de energía eléctrica debido a la demanda creciente del servicio y un descenso en la capacidad de generación de energía.

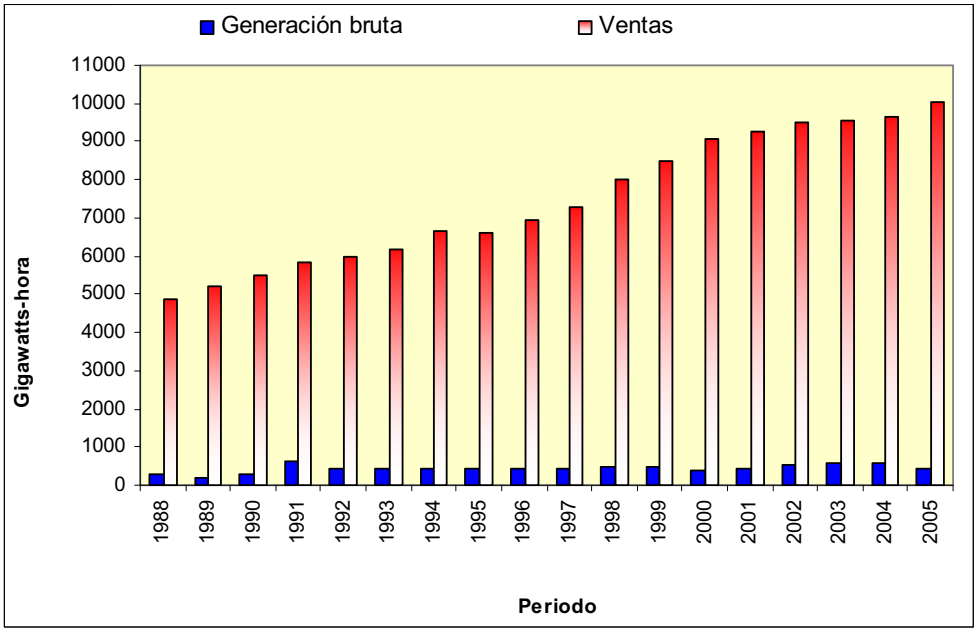


Figura III.1. Déficit histórico de energía eléctrica en Jalisco en el periodo 1988-2005

El estado de Jalisco cuenta actualmente con una capacidad eléctrica instalada de 414 MW, basando su generación en seis plantas hidroeléctricas (Tabla III.3). La Central Hidroeléctrica de Agua Prieta con 240 MW es el proyecto de generación más importante en el Estado, esta central genera apenas el 6% de la energía eléctrica que consume la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG).

La única central no hidroeléctrica que existe en el estado de Jalisco es una central termoeléctrica, de tipo turbogás y se encuentra fuera de servicio por tiempo indefinido, por lo que se dejó de producir energía en sus instalaciones de 24 MW de capacidad efectiva. Adicionalmente, de las 16 unidades generadoras en hidroeléctricas, dos de ellas no operaron durante todo el año 2005.

Tabla III.3
Generación de energía eléctrica en Jalisco, por tipo de tecnología

Tipo de planta	Centrales Generadoras	Unidades de Generación	Capacidad instalada (Megawatts)	Energía eléctrica producida (GWh)	Energía eléctrica entregada (GWh)
Hidroeléctrica	6	16*	390	455	453
Termoeléctrica	1	1	24	0	0
Total	**7**	**17**	**414**	**455**	**453**

Datos referidos al 31 de diciembre de 2005. Fuente: INEGI (2006), con información de CFE, Subdirección de Generación, Gerencia Regional de Producción Occidente.

En lo referente a infraestructura de transformación de energía eléctrica, la Tabla III.4 indica la infraestructura existente en la ZMG. Sobresale el hecho de que en esta zona se encuentra la mayor parte de estas instalaciones a nivel estatal, por ejemplo, cuenta con 15 de las 20 subestaciones eléctricas en el estado, ya sean elevadoras o reductoras.

Tabla III.4
Unidades y potencia (Megavolts-amperes, MVA) del equipo de transmisión y distribución de energía eléctrica en los municipios de la ZMG

Infraestructura		En la ZMG	En Jalisco
Subestaciones de transmisión*	Unidades	15	20
	Potencia (MVA)	3 992	5 892
Subestaciones de distribución	Unidades	25	83
	Potencia (MVA)	1 565	2 804
Transformadores de distribución de baja potencia	Unidades	22 921	47 991
	Potencia (MVA	968	1 972
Transformadores de distribución de alta potencia	Unidades	92	134
	Capacidad (MVA)	4 916	7 261

* Comprende subestaciones elevadoras y reductoras. Datos al 31 de diciembre de 2005.

En cuanto al consumo de energía eléctrica, se dispone de información a nivel municipal, por lo que se consideraron en este sentido los municipios que conforman la Zona Metropolitana de Guadalajara, principal zona beneficiada con la ejecución del Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados. En la Tabla III.5 y Figura III.2 se presentan las ventas de energía eléctrica por municipio para la región estudiada, según el tipo de servicio o usuario.

Tabla III.5
Ventas de energía eléctrica a la Zona Metropolitana de Guadalajara en el año 2005 (MWh)

Tipo de servicio	El Salto	Tonalá	Guadalajara	Tlajomulco de Zúñiga	Tlaque-paque	Zapopan
Industrial	802 102	68 553	1 598 043	205 404	520 278	1 102 448
Residencial	24 960	103 982	683 303	53 487	154 774	434 326
Comercial	6 719	25 367	375 516	13 418	38 056	128 265
Agrícola	260	395	0	7 724	3 545	2 338
Alumbrado	5 103	12 097	79 438	8 432	13 456	34 519
Otros*	3 994	2 015	4 301	12 162	6 033	25 381
Total/municipio	**843 138**	**212 409**	**2 740 601**	**300 627**	**736 142**	**1´727 277**

* Bombeo de aguas y servicio temporal. Fuente: INEGI (2006), con información de CFE.

Se advierte un alto volumen de las ventas de energía eléctrica, principalmente al sector industrial y residencial (86%), esto es evidencia del alto grado de desarrollo industrial, el incremento poblacional y de servicios que se tiene en la ZMG y sus alrededores.

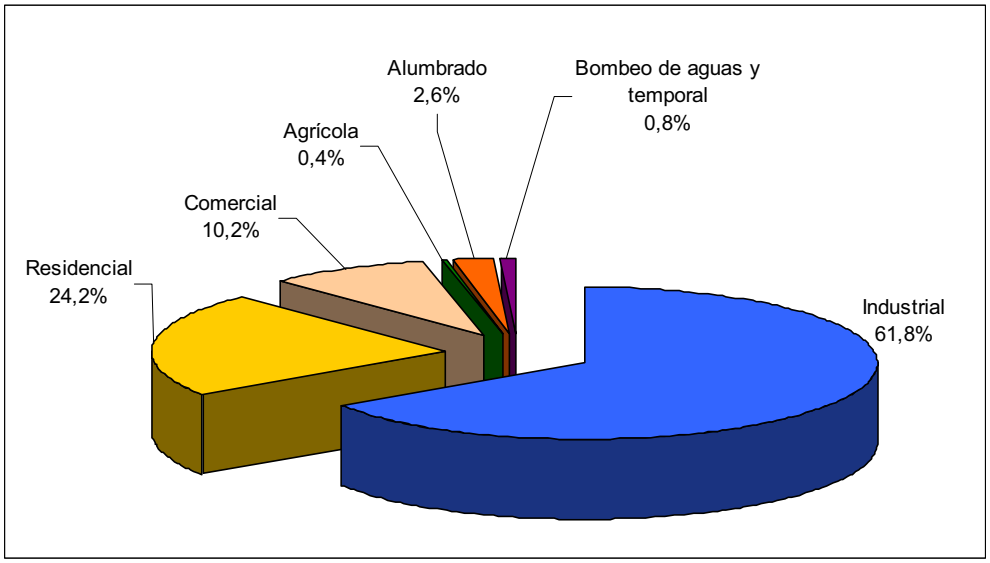


Figura III.2. Porcentajes de las ventas de energía eléctrica a la Zona Metropolitana de Guadalajara por tipo de servicio en el año 2005

Para contar con una referencia de la cantidad de energía eléctrica que se requiere en esta zona; en el año 2005, en estos municipios de la ZMG se tuvieron ventas que ascendieron a 6 560 194 MWh, que representaron el 65 % de las ventas totales a nivel estado (Figura III.3).

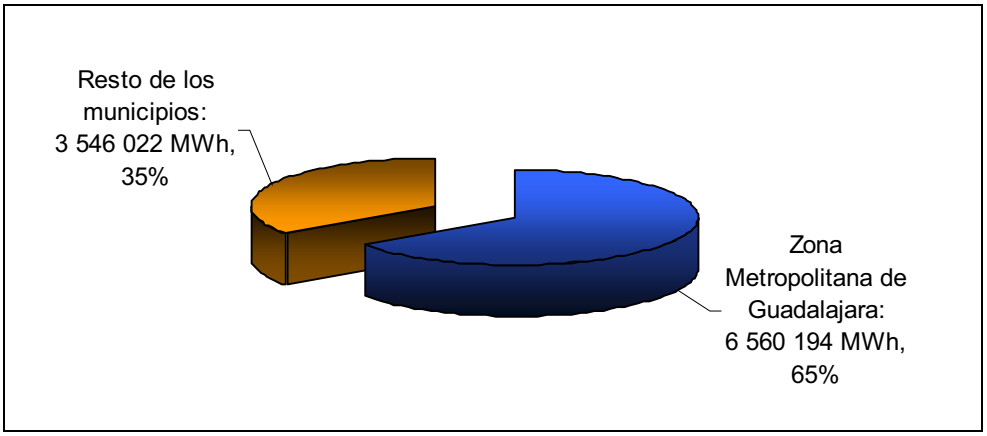


Figura III.3. Comparativo del volumen de las ventas de energía eléctrica en el estado de Jalisco, año 2005 (Megawatts-hora)

III.1.2. Vinculación del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados con otros del mismo tipo

La mayor parte de las centrales de generación que operan en el Sistema Eléctrico Nacional utilizan hidrocarburos y entre ellas sobresalen las termoeléctricas convencionales, alimentadas con combustóleo y ciclos combinados a base de gas natural. El programa de generación de CFE incluye una importante participación de proyectos de ciclo combinado a gas natural. Sin embargo, se analizan escenarios alternos con la posibilidad de incorporar centrales nucleoeléctricas, carboeléctricas, hidroeléctricas, eoloeléctricas y en el caso de este proyecto, geotermoeléctricas.

Frente a la volatilidad en los precios de combustibles y la incertidumbre en la evolución y costos de las tecnologías para generación de electricidad, la diversificación adquiere importancia relevante para reducir riesgos. Así, un plan de expansión con mayor grado de diversificación, aun con un mayor costo, permite reducir la exposición al riesgo. La reducción en el consumo de combustóleo después del 2007 se deberá al aumento en el uso de gas en las centrales existentes para cumplir con la normatividad ambiental; al incremento de la capacidad en ciclos combinados con base en gas natural, incluyendo las repotenciaciones; a las centrales duales que utilizan carbón; a las carboeléctricas programadas en 2010 y de 2014 a 2016; al retiro de las unidades termoeléctricas convencionales con baja eficiencia y como consecuencia, bajo factor de planta. Según la CFE, en 2016 se utilizará gas prácticamente en todo el país para producir electricidad.

De acuerdo con la CFE, las ventajas más importantes de una estrategia de diversificación son: mayor protección contra la volatilidad de los precios de los energéticos primarios, eliminación de la dependencia de un proveedor único de combustible importado como el gas natural, y reducción de la contaminación atmosférica mediante el uso de **fuentes renovables**. Considerando la ubicación geográfica y geológica de México, las fuentes alternas de energía más asequibles son la geotermia y la energía eólica. Hoy en día 23 países hacen uso de la geotermia para generar energía eléctrica. La capacidad geotermoeléctrica instalada en el mundo actualmente es de más de 8 mil megawatts (MW). Estados Unidos ocupa el primer lugar, con 2 228 MW de capacidad instalada, seguido de Filipinas con 1 908 MW, México ocupa el tercer lugar con 965 MW;

La capacidad geotermoeléctrica instalada en México es de 965 megawatts (MW), con la cual se generó el 3,33% de energía en el país mediante este tipo de centrales. El campo geotérmico de Cerro Prieto es el segundo más grande del mundo, produce electricidad que se distribuye en la red de Baja California, que es un sistema aislado del Sistema Eléctrico Nacional. La Comisión Federal de Electricidad opera actualmente cuatro campos geotérmicos (Tabla III.6); si llegase a explotarse el campo geotérmico Cerritos Colorados con 75 MW, la capacidad instalada se incrementaría a 1 028 MW (Figura III.4).

Es importante señalar que recientemente se autorizó en materia de impacto ambiental la construcción del proyecto geotermoeléctrico Cerro Prieto V, el cual tendrá una capacidad instalada de 100 MW adicionales a los 720 MW existentes en el campo geotérmico Cerro Prieto.

Así mismo, CFE cuenta con la autorización ambiental y está en proceso de licitación la construcción del proyecto geotermoeléctrico Los Humeros II, el cual consiste en instalar 46 MW adicionales a los que actualmente se tienen instalados en este campo geotérmico.

Tabla III.6
Capacidad efectiva instalada de las Centrales Geotermoeléctricas en México

Nombre de la central	Número de unidades	Fecha de entrada en operación	Capacidad efectiva instalada (MW)	Ubicación (Mpio./Estado)
Cerro Prieto I	5	12-Oct-1973	180	Mexicali, Baja California
Cerro Prieto II	2	01-Feb-1984	220	Mexicali, Baja California
Cerro Prieto III	2	24-Jul-1985	220	Mexicali, Baja California
Cerro Prieto IV	4	26-Jul-2000	100	Mexicali, Baja California
Las Tres Vírgenes	2	02-Jul-2001	10	Mulegé, Baja California Sur
Los Azufres	15	04-Ago-1982	195	Cd. Hidalgo, Michoacán
Los Humeros	7	30-May-1991	40	Chignautla, Puebla
Cerro Prieto V	2	En proyecto	100	Mexicali, Baja California
Los Humeros II	8	En proyecto	46	Chignautla, Puebla
Cerritos Colorados (Primera etapa)	1	En proyecto	25	Zapopan, Jalisco

Fuente: www.cfe.gob.mx

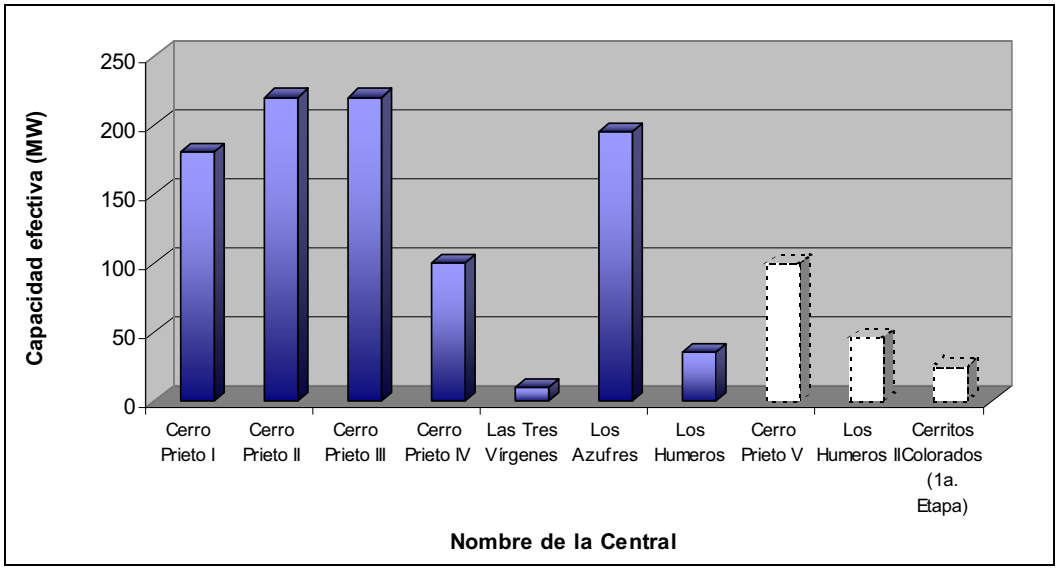


Figura III.4. Capacidad efectiva instalada de las Centrales Geotermoeléctricas en México

El potencial geotérmico de México es todavía mayor, se conocen varias zonas geotérmicas atractivas, que se encuentran en exploración. Entre esas zonas están las de Acoculco en el estado de Puebla, La Soledad en Jalisco y la del Domo San Pedro en Nayarit entre las más relevantes. Otras zonas de interés incluyen la de Maguarichi en Chihuahua, las de Agua Caliente, Los Volcanes y Santispac en Baja California sur, la de San Diego El Naranjo en Nayarit y Las de los Volcanes Tacaná y El Chichonal en Chiapas.

III.1.3. Vinculación del proyecto con proyectos de la región

Con el objeto de conocer los proyectos eléctricos en la región con los que se vincula este proyecto, se consultó el POISE 2007-2016. De acuerdo con la estructura de la CFE, el Área Occidental está integrada por tres regiones: Occidente (estados de Jalisco y Nayarit), Bajío (estados de Guanajuato, Aguascalientes, Querétaro, San Luís Potosí y Zacatecas) y Centro-Occidente (Michoacán y Colima).

Para elaborar el plan de expansión del sistema de generación se considera un catálogo de proyectos con estudios de diseño, factibilidad y prefactibilidad, en la Tabla III.7 se indican las características y los datos técnicos de estos proyectos en el Área Occidental de la CFE, específicamente, en el estado de Jalisco.

Tabla III.7
Catálogo de proyectos de generación candidatos en el estado de Jalisco

Proyecto	Número de unidades x potencia por unidad 1/	Capacidad total (MW) 1/	Generación media anual (GWh)	Nivel de estudio 2/	Tipo 5/
San Cristóbal	2 x 37	74	146	P	H
Arroyo Hondo	2 x 38	76	220	F	H
Mascota Corrinchis	2 x 17	34	51	P	H
PAEB Agua Prieta	2 x 20	240	310	P	H
La Yesca 3/	2 x 375	750	1 209	D	H
Ampliación Santa Rosa 4/	1 x 49	49	41	F	H
Cerritos Colorados 1ª etapa	1 x 25	25	197	F	G
Cerritos Colorados 2ª etapa	1 x 50 ó 2 x 25	50	393	P	G

PAEB: Proyecto de acumulación de energía por bombeo
1/ Potencia expresada a la salida del generador
2/ D: Diseño F: Factibilidad P: Prefactibilidad
3/ Construcción en 2006; abarca estados de Jalisco y Nayarit
4/ Propuesto para ampliar la capacidad
5/ H: Hidroeléctrica G: Geotermoeléctrica
Fuente: CFE, POISE 2007-2016.

Con lo anterior se aprecia que en el estado de Jalisco, la CFE realiza importantes esfuerzos en cuanto el desarrollo del sector eléctrico, para lograr los siguientes objetivos:

- ✓ Diversificar las fuentes de generación de energía eléctrica en sus proyectos, evitando la dependencia de los combustibles fósiles y sus costos ambientales y económicos.

- ✓ Generar la electricidad donde se requiere, disminuyendo impactos ambientales y costos por la transmisión de energía proveniente de otros estados.

- ✓ Aprovechar el potencial del estado en cuanto a las energías renovables.

- ✓ Evitar la emisión de gases de invernadero que propician el calentamiento global, al prescindir de combustibles.

Finalmente, en la Figura III.5 se muestra la participación del proyecto Cerritos Colorados en relación a la generación programada, junto con otros proyectos en Jalisco, con los que se pretende disminuir la tendencia histórica de déficit de energía eléctrica en el estado.

En lo referente a transmisión de energía, una red de transmisión confiable permite integrar y aprovechar eficientemente los recursos de generación. La expansión de la red de transmisión ha sido planificada para satisfacer los nuevos requerimientos del mercado eléctrico sobre la base del escenario de planeación, con tasa media de crecimiento anual en la demanda de 4,9% para 2006-2016.

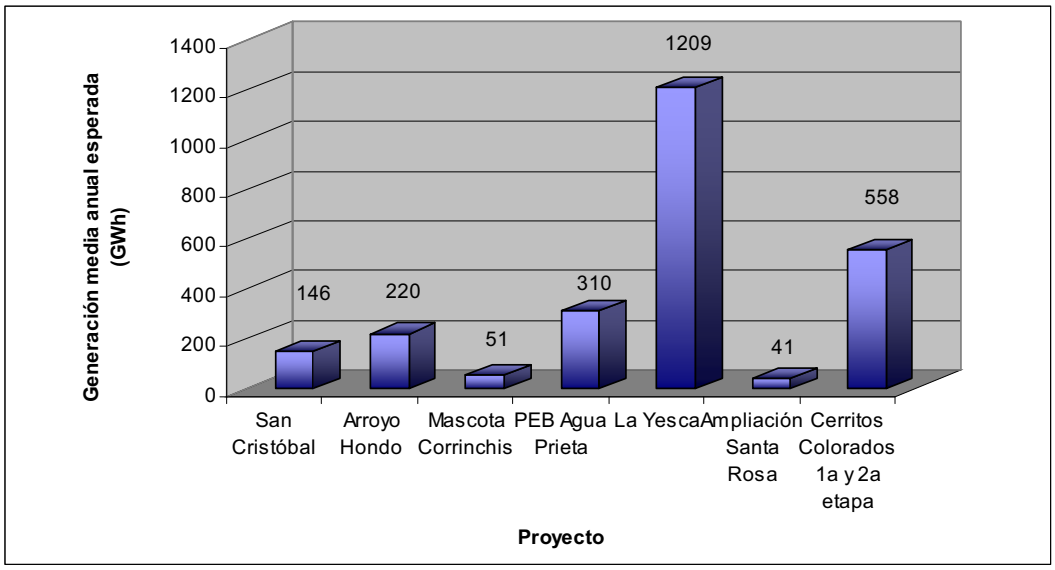


Figura III.5. Proyectos candidatos de generación eléctrica ubicados en el estado de Jalisco

III.1.4. Tendencias de crecimiento del sector eléctrico en la zona

El estado de Jalisco se sitúa en el tercer sitio de actividad industrial en el país después de la zona metropolitana de México y del estado de Nuevo León. La zona metropolitana del Valle de Atemajac (Guadalajara-Zapopan-Tlaquepaque) ocupa el segundo lugar en población en el país, lo que representa un incremento gradual y sostenido de servicios entre los que destaca el suministro de la energía eléctrica. En la Tabla III.8 se indican los pronósticos realizados del consumo de electricidad para los escenarios bajo y alto en el Área Occidental, de acuerdo con la CFE, la tasa media de crecimiento anual (tmca) que se reporta en el consumo es de 3,9% y 5,7% respectivamente.

Tabla III.8 Pronóstico del consumo de electricidad en el Área Occidental para el periodo 2006-2016		
Año	**Escenario bajo**	**Escenario alto**
2006	49 085	49 720
2007	51 604	52 972
2008	53 628	55 889
2009	55 506	58 815
2010	58 126	63 086
2011	60 403	66 979
2012	63 209	71 078
2013	65 779	75 110
2014	68 301	79 325
2015	70 558	83 488
2016	72 859	87 826
Tmca (2006-2016)	**3,9**	**5,7**

Tmca: Tasa media de crecimiento anual. Fuente: CFE (POISE 2007-2016)

De forma gráfica, se aprecia el constante aumento en el consumo pronosticado por CFE (Figura III.6).

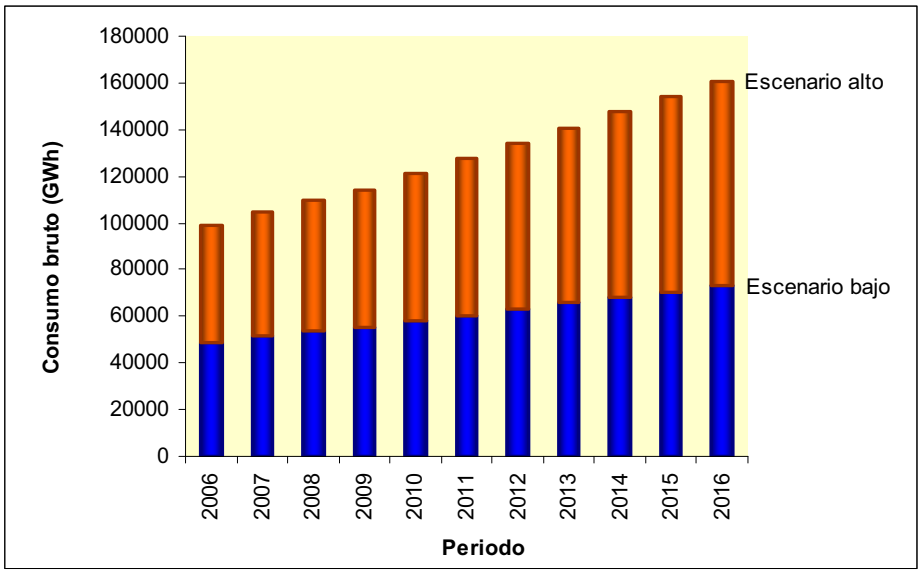


Figura III.6. Pronóstico del consumo de electricidad en el Área Occidental para el periodo 2006-2016

Con la ejecución de los proyectos candidatos de generación eléctrica en Jalisco, señalados en la Tabla III,7, la gráfica de ventas contra generación se modificaría, de manera que este estado generaría hipotéticamente, alrededor del 23% de la energía eléctrica que se tiene pronosticada a consumir (Figura III.7).

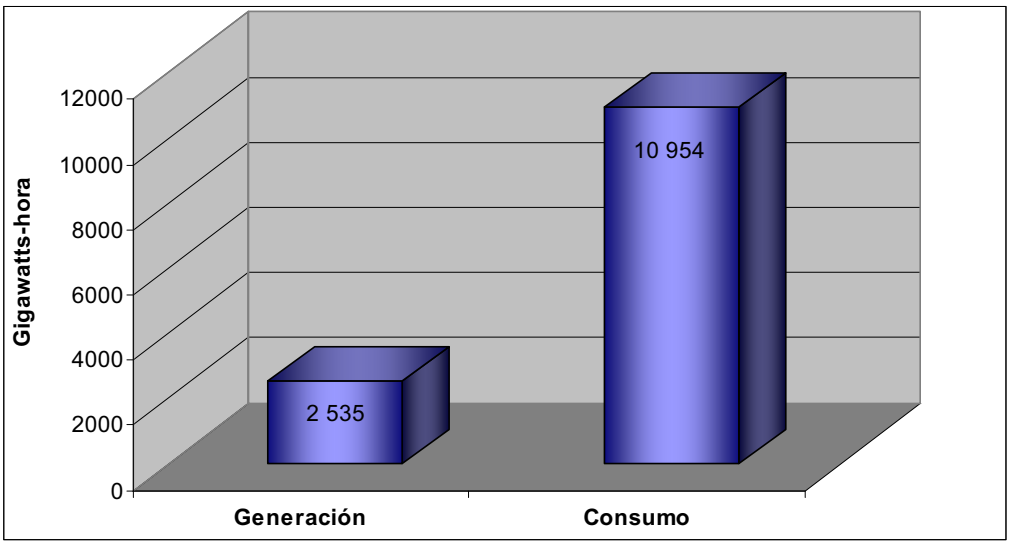


Figura III.7. Comportamiento hipotético de la relación generación-consumo de energía eléctrica en Jalisco con la ejecución de los proyectos candidatos de generación

Análisis de compatibilidad del proyecto con los programas sectoriales

El Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados, está incluido dentro de los proyectos candidatos la CFE en el POISE, con su desarrollo pretende participar en reducir el déficit de energía eléctrica en la zona metropolitana de Guadalajara, así como desarrollar la experiencia adquirida por la CFE en la exploración y perforación de los yacimientos geotérmicos nacionales, para su posterior explotación comercial mediante la instalación de centrales geotermoeléctricas que emplean el recurso energético del subsuelo. Se ha demostrado que este tipo de generación eléctrica es factible y confiable, pudiéndose obtener en promedio altos factores de planta (FP ≈ 0,90) con un bajo impacto ambiental, por lo que el proyecto resulta de gran importancia por el impulso que dará al desarrollo de la explotación de los recursos renovables del país, lo que implica la sustitución de energía a base de combustibles fósiles por energía geotérmica, con la consiguiente reducción de las emisiones de gases de combustión (CO_2, NO_X y SO_X) y de los volúmenes de agua de repuesto a los ciclos de vapor y de enfriamiento inherentes a las centrales termoeléctricas convencionales a base de hidrocarburos. Se estima que, una vez instalada la capacidad total de 75 MW (en las dos etapas del proyecto), se generarán del orden de 590 GWh anuales, lo que equivale a evitar el consumo de aproximadamente un millón de barriles de combustóleo nacional al año.

III.2. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo

En este apartado se analizan las políticas regionales de desarrollo social, económico y ecológico, consideradas en los planes y programas de desarrollo sectorial en los tres niveles de gobierno con el objetivo de puntualizar el grado de concordancia del proyecto con estos instrumentos que promueven el desarrollo. Durante el análisis en este apartado, se presentará información en cursivas, son extractos textuales del documento en estudio que se transcriben y se identifican entre puntos suspensivos.

III.2.1. Planes de desarrollo

En primera instancia se hace referencia al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, el instrumento rector que tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que deberán regir la acción del gobierno, de tal forma que éste tenga un rumbo y una dirección clara. También se consideraron en el análisis:

- El Plan Estatal (de Jalisco) de Desarrollo (2002-2007)
- Planes Regionales de Desarrollo
- Planes Municipales de Desarrollo

III.2.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Se presenta por el Ejecutivo Federal, en cumplimiento al Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y es elaborado de acuerdo con lo establecido en la Ley de Planeación.

Este Plan asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable; esto es, del *proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras*….

Está estructurado en cinco ejes rectores:

1. Estado de Derecho y seguridad.
2. Economía competitiva y generadora de empleos.
3. Igualdad de oportunidades.
4. Sustentabilidad ambiental.
5. Democracia efectiva y política exterior responsable.

Derivado del análisis del contenido en este Plan, se identificaron dos ejes de importancia para verificar la concordancia del proyecto con este instrumento rector nacional:

Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos
Eje 4. Sustentabilidad Ambiental.

A continuación se presentan extractos de ellos en lo que directamente tiene relación con el Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados, (Primera etapa).

Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos

2.11. Energía: electricidad e hidrocarburos

Objetivo 15 *Asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores.*

Sector eléctrico

La energía eléctrica se ha convertido en un elemento indispensable para prácticamente todas las actividades de la vida moderna. Por ello, su suministro con la calidad requerida y a precios competitivos, permitirá atraer mayores inversiones, contribuyendo así a la generación de empleos en la economía… En el sector

eléctrico se requiere enfrentar varios retos. Uno de ellos es el nivel actual de las tarifas eléctricas, el cual tiene un importante impacto en las decisiones de inversión y es un factor clave para la competitividad de la economía.

Actualmente el 64% de la electricidad generada se basa en la utilización de hidrocarburos como fuente primaria. En los últimos años el costo de los energéticos, principalmente el de los hidrocarburos, se ha incrementado notablemente, lo que ha ejercido presiones sobre el costo de producción de la electricidad, aumentando los cargos que enfrentan los consumidores.

Un segundo reto consiste en mejorar la calidad del suministro de energía eléctrica. Para alcanzar niveles de confiabilidad acordes con los estándares internacionales, ***se buscará el desarrollo de la infraestructura necesaria****…*

Por otra parte, la expansión reciente de centrales generadoras se basó principalmente en plantas de ciclo combinado, que si bien ofrecen mayor eficiencia y menores costos de inversión y plazos de construcción más cortos, han generado mayores importaciones de gas natural, en un entorno de altos precios de este combustible.

Como puede observarse, este tipo de proyectos concuerdan con las políticas nacionales de desarrollo del sector energético.

En la Tabla III.9 se presenta el resultado de examinar como se inserta el Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados en la dinámica del desarrollo nacional y como se garantizará que su ejecución será congruente con las estrategias de sustentabilidad ambiental.

Es pertinente mencionar que algunas garantías propuestas en este apartado, se retoman en el capítulo VI, donde se enuncian de manera ordenada y a detalle, las estrategias para mitigar los impactos ambientales derivados del proyecto.

Tabla III.9
Congruencia del proyecto Cerritos Colorados con las estrategias para el Sector Eléctrico propuestas en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Estrategias aplicables	Análisis de la congruencia del proyecto
ESTRATEGIA 15.9 Desarrollar la infraestructura requerida para la prestación del servicio de energía eléctrica con un alto nivel de confiabilidad, realizando inversiones que permitan atender los requerimientos de demanda…	Con este proyecto CFE pretende participar en reducir el déficit de energía eléctrica en la zona metropolitana de Guadalajara; este tipo de generación eléctrica es factible y confiable, pudiéndose obtener en promedio altos factores de planta (FP ≈ 0,90) con un bajo impacto ambiental.
ESTRATEGIA 15.12 Diversificar las fuentes primarias de generación.	El proyecto resulta de gran importancia por el impulso que dará al desarrollo de la explotación de los recursos renovables del país (energía geotérmica).

Energías Renovables y Eficiencia Energética

Uno de los ejes centrales de las políticas públicas de México es el desarrollo sustentable. Para ello, se propone impulsar el uso eficiente de la energía, así como la utilización de tecnologías que permitan ***disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles*** *fósiles tradicionales.*

De esta forma, se pretende conciliar las necesidades de consumo de energía de la sociedad con el cuidado de los recursos naturales. México cuenta con un importante potencial en energías renovables, por lo que se buscará su aprovechamiento integral, incluyendo a los biocombustibles.

La compatibilidad del proyecto con las estrategias en este rubro se analiza en la Tabla III.10.

Tabla III.10
Congruencia del proyecto Cerritos Colorados con las estrategias en materia de Energías Renovables y Eficiencia Energética propuestas en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Estrategias aplicables	Análisis de la congruencia del proyecto
ESTRATEGIA 15.14 Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles, generando un marco jurídico que establezca las facultades del Estado para orientar sus vertientes y promoviendo inversiones que impulsen el potencial que tiene el país en la materia.	El hecho de aprovechar el potencial geotérmico en Cerritos Colorados implica la sustitución de energía a base de combustibles fósiles por energía renovable con la consiguiente reducción de las emisiones de gases de combustión, pudiéndose obtener en promedio altos factores de planta (FP ≈ 0,90) con un bajo impacto ambiental, por lo que el proyecto resulta de gran importancia por el impulso que dará al desarrollo de la explotación de los recursos renovables del país.

Eje 4. Sustentabilidad Ambiental

4.2 Bosques y selvas

Objetivo 3 *Frenar el deterioro de las selvas y bosques en México.*

...El cambio de uso de suelo para la expansión de la superficie agropecuaria, así como para actividades extractivas e infraestructura, a expensas de la vegetación natural, son variables importantes en el proceso de deforestación. Por este motivo, es fundamental la coordinación intersectorial para la formulación de políticas sustentables de desarrollo que disminuyan la degradación de los ecosistemas forestales y, por tanto, los bienes y servicios que proporcionan. Las medidas que garantizan que el proyecto será congruente con este objetivo se enuncian en la Tabla III.11.

Tabla III.11
Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con los objetivos del rubro de bosques y selvas propuestos en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Estrategias aplicables	Medidas que garantizan la congruencia del proyecto
ESTRATEGIA 3.1 Realizar programas de restauración forestal en todo el territorio nacional como esquema de conservación de ecosistemas.	Con el objeto de mitigar los impactos ambientales a generar en esta etapa del proyecto, se implementará un *Programa Específico de Establecimiento de Áreas Forestales de Compensación* (ver capítulo VI), estas acciones se realizarán con la participación directa de los dueños de los terrenos para mejorar la efectividad de los programas, a la vez que se generan empleos en las zonas rurales. Adicionalmente, se han ejecutado actividades de restauración forestal derivado de los impactos en la anterior etapa de exploración (pastizaciones: 9,6 ha, reforestaciones: 10,9 ha, revegetación con agaves: 1,3 ha); así como obras estructurales (presas de mampostería, de gaviones y piedra acomodada, entre otras). El inventario de estas obras y su evaluación se incluye en Anexo III-1 “Estudio hidrológico de las Microcuencas El Caracol y el Huilustre”.

Tabla III.11 Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con los objetivos del rubro de bosques y selvas propuestos en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	
ESTRATEGIA 3.2 Promover el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El objetivo de este proyecto no es el aprovechamiento de los recursos forestales.
ESTRATEGIA 3.4 Desarrollar e implementar programas integrales para el análisis, prevención y control de incendios forestales.	Los incendios afectan gravemente el área de estudio del proyecto, por lo que se apoyará en mejorar los sistemas de prevención y control de los mismos. CFE participará de manera coordinada con el Comité del Bosque La Primavera en las acciones de prevención, detección y combate de incendios forestales, así como con el incremento de la participación de brigadas con equipo y capacitación adecuados.

4.3 Biodiversidad

Objetivo 4 *Conservar los ecosistemas y la biodiversidad del país.*

...La transformación, sobreexplotación y contaminación de los ecosistemas, así como la introducción de especies invasoras y el cambio climático, son causas directas de la pérdida de la biodiversidad. Una de las causas principales de sobreexplotación de los ecosistemas es el tráfico ilegal de plantas y animales.

En la Tabla III.12 se muestran las medidas que garantizan la compatibilidad del proyecto con este objetivo ambiental.

Tabla III.12 Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con el objetivo de conservar los ecosistemas y la biodiversidad contenido Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	
Estrategias aplicables	**Medidas que garantizan la congruencia del proyecto**
ESTRATEGIA 4.1 Impulsar la generación de conocimiento sobre la biodiversidad del país y fomentar su difusión.	La propia elaboración de este estudio de impacto ambiental representa una aportación al conocimiento sobre la biodiversidad del área de estudio, este conocimiento además es un aspecto fundamental para apoyar la toma de decisiones e instrumentar acciones efectivas en materia de conservación y desarrollo sustentable. Estos conocimientos se difundirán con el propósito de que el público tome conciencia en la conservación de esta área protegida, a partir del conocimiento e importancia de su biodiversidad, para esto, se tiene contemplada la ejecución de un *Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental* (ver capítulo VI).
ESTRATEGIA 4.2 Aumentar la superficie bajo esquemas de conservación, manejo y uso sustentable en el territorio nacional.	Si bien el APFFLP ya cuenta con un ordenamiento de su superficie, se buscará ejecutar ahora las acciones de conservación pertinentes en las áreas detectadas y catalogadas como críticas para hacer funcional este esquema de conservación.
ESTRATEGIA 4.3 Atender de manera prioritaria a las especies mexicanas en peligro de extinción.	En el capítulo VI de este estudio se describen las acciones necesarias para promover la protección de aquellas especies de flora o fauna silvestre que, por su valor cultural, económico o de relevancia para los ecosistemas, deben ser protegidas.

Objetivo 5 *Integrar la conservación del capital natural del país con el desarrollo social y económico.*

El patrimonio natural del país es la base del desarrollo económico. Para evitar que se frene este desarrollo, es necesario modificar los patrones de producción y consumo y aprovechar la riqueza natural para producir bienestar y riqueza para todos los mexicanos. Para conservar y poder aprovechar este patrimonio, se requiere un desarrollo económico basado en el uso eficiente de los recursos naturales, la generación de valor agregado y en el desarrollo de capacidades que ofrezcan más y mejores oportunidades para todos los mexicanos.

Los programas y estrategias de las distintas dependencias y organismos de la Administración Pública Federal serán diseñados tomando en cuenta los tres elementos indispensables para alcanzar el desarrollo sustentable, esto es, el beneficio social, el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.

El proceso de conciliación de lo ambiental con el desarrollo social y económico supone una valoración económica de los bienes y servicios ambientales, así como de su apreciación efectiva por parte de la sociedad.

En la Tabla III.13 se presentan las estrategias aplicables en este rubro, así como las medidas que garantizan la compatibilidad del proyecto con éstas.

Tabla III.13
Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con el objetivo de integrar la conservación del capital natural del país con el desarrollo social y económico contenido en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Estrategias aplicables	Medidas que garantizan la congruencia del proyecto
ESTRATEGIA 5.1 Impulsar la instrumentación de tecnologías más limpias y amigables con el medio ambiente entre los sectores productivos del país.	Este proyecto busca el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales para generar satisfactores sociales. Se dispone de tecnologías limpias que reducen la presión sobre los recursos naturales y reducen la contaminación a niveles inferiores de los límites permisibles. Al respecto, la PROFEPA otorgó en el año 2004 a la CFE Campo Getermoeléctrico Cerritos Colorados, el **Certificado Industria Limpia** por haber cumplido con los compromisos derivados de una auditoría ambiental voluntaria; en marzo de 2007 obtuvo la recertificación de este certificado
ESTRATEGIA 5.2 Fomentar el ecoturismo como herramienta para la conservación de la riqueza natural y el desarrollo económico en las zonas rurales.	Este proyecto no es de naturaleza turística, sin embargo cumplirá con las condicionantes para la protección ambiental de las áreas a ocupar.
ESTRATEGIA 5.3 Impulsar el manejo sustentable de los recursos naturales a través de proyectos productivos rurales.	El planteamiento de la CFE es conservar el patrimonio natural a través de la restauración y corrección de los impactos generados hasta el momento, para evitar colapsos y mejorar la calidad de vida de los habitantes en La Primavera.

4.5 Ordenamiento ecológico

Objetivo 9

Identificar y aprovechar la vocación y el potencial productivo del territorio nacional a través del ordenamiento ecológico, por medio de acciones armónicas con el medio ambiente que garanticen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

...El ordenamiento ecológico del territorio representa uno de los retos fundamentales en materia de desarrollo sustentable, promueve la maximización del consenso social y la minimización de los conflictos ambientales.

En la Tabla III.14 se presentan las estrategias aplicables en este rubro, así como las medidas que garantizan la compatibilidad del proyecto con éstas.

Tabla III.14
Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con el objetivo de ordenamiento ecológico contenido en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Estrategias aplicables	Medidas que garantizan la congruencia del proyecto
ESTRATEGIA 9.1 Instrumentar acciones para ejecutar el ordenamiento ecológico del territorio nacional.	El área de estudio ya se encuentra zonificada de acuerdo al Programa de manejo del APFFLP, también está sujeto al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco. Se respetarán en todo momento las disposiciones, políticas y criterios ecológicos que plantean estos ordenamientos para evitar que las acciones derivadas del proyecto signifiquen una disminución en la calidad ambiental de la región.
ESTRATEGIA 9.3 Propiciar el desarrollo ordenado, productivo y corresponsable y la recuperación de los suelos nacionales con criterios de sustentabilidad, para aprovechar eficientemente su potencial a partir de su vocación.	La recuperación de suelos en las áreas afectadas es una actividad que se realiza la CFE desde la década de los 80 y se sigue ejecutando con el objeto de controlar los impactos generados en la etapa anterior de exploración y perforación.

4.6 Cambio climático

Objetivo 10 *Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).*

Como signatario del Protocolo de Kioto, México ha aprovechado, aunque aún de manera incipiente, el potencial para generar proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Al respecto, se están desarrollando actividades estratégicas para instrumentar este tipo de proyectos, tales como el aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales, granjas agropecuarias, minas de carbón y en instalaciones petroleras, o la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables (eólica, biomasa, hidráulica, solar).

...México ejecutará acciones tendientes a disminuir los efectos del cambio climático fomentando la eficiencia en la generación y uso de energía, incluyendo el transporte, las energías renovables y el uso de tecnologías de bajas emisiones en los procesos industriales y en el transporte, así como frenando la deforestación y reduciendo las emisiones de otros gases de efecto invernadero. De la misma manera, en la Tabla III.15 se presenta la estrategia aplicable en este rubro, así como las medidas que garantizan la compatibilidad del proyecto con ésta.

Tabla III.15 Medidas que garantizan la congruencia del proyecto con el objetivo de Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero contenido en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	
Estrategias aplicables	**Medidas que garantizan la congruencia del proyecto**
ESTRATEGIA 10.1 Impulsar la eficiencia y tecnologías limpias (incluyendo la energía renovable) para la generación de energía.	El Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados representa un impulso de energías bajas en intensidad de carbono. Este proyecto producirá electricidad equivalente a la que se obtiene quemando un millón de barriles anuales de combustóleo, y equivale a evitar la emisión a la atmósfera de 100,000 toneladas de CO_2 por año en el Sistema Interconectado Nacional. Así mismo, el proyecto reúne los requisitos para registrarse en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, a través del cual puede comercializar los beneficios ambientales que aporta al reducir emisiones de CO_2 a la atmósfera.

III.2.1.2. Plan Estatal de Desarrollo de Jalisco 2030

El Plan Estatal de Desarrollo es un instrumento para la concertación de esfuerzos sociales y privados: sus contenidos y resultados forman parte de la dinámica misma de la economía y de la vida social, se transforma con ellas y debe ajustarse periódica y sistemáticamente a las nuevas circunstancias. De esta manera, el Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2030, es el primer plan en la entidad con visión, propósitos y estrategias de largo plazo, ya que recoge los problemas y propuestas de los jaliscienses, y por ello refleja los anhelos de la ciudadanía y los esfuerzos que debemos emprender unidos para acceder a niveles superiores de bienestar.

Así mismo, este instrumento de largo plazo, es el producto del Sistema y del Proceso de Planeación Democrática y está articulado al Plan Nacional de Desarrollo PND 2007-2012, a La Visión México 2030, al Programa de Desarrollo de la Región Centro Occidente y a los planes de cada uno de los municipios de nuestro Estado.

Las políticas y estrategias de desarrollo establecidas para este Plan Estatal de Desarrollo fueron organizadas en función de las necesidades y propuestas ciudadanas, en torno a cuatro grandes directrices que se denominan ejes estratégicos: 1) Empleo y Crecimiento, 2) Desarrollo Social, 3) Respeto y Justicia, y 4) Buen Gobierno. Vale la pena apuntar que el tema del medio ambiente quedó integrado en el eje de Desarrollo Social.

En el Eje Estratégico Desarrollo Social se presenta un diagnóstico y se identifican los problemas relevantes del mismo, entre los cuales se mencionan: el deterioro ambiental; el desabasto y contaminación del agua; y la insuficiente infraestructura para el manejo integral de residuos sólidos, entre otros problemas relevantes de carácter social.

Objetivos Estratégicos

Por otra parte, como objetivos estratégicos de este Eje se presenta entre otros, de enfoque social, el siguiente de carácter ambiental:

PdO5: Lograr el desarrollo sustentable a través de la prevención y el combate a la contaminación ambiental, la promoción de la conservación y el uso racional de los recursos naturales.

Indicadores y Metas Estratégicas

Para cumplir con cada unos de los propósitos y objetivos estratégicos de este Eje, se establecieron indicadores de impacto (Nivel 1) que son los que representan de mejor manera el logro de los propósitos generales, e indicadores (Nivel 2) para cada uno de los objetivos estratégicos.

Específicamente, en la Tabla III.15' se presentan los indicadores y metas establecidas para el objetivo PdO5.

Tabla III.15'
Indicadores y metas estratégicas del Objetivo PdO5

Nivel Indicador	Indicador	Meta	Valor actual del indicador	Media nacional	Mata 2010	Meta 2013	Meta 2030
2	Número de áreas naturales bajo esquema de protección	Incrementar el número de áreas naturales con decreto o designación	12	5,19	22	30	40
2	Índice metropolitano de la calidad del Aire IMECA PM_{10}	Reducir el IMECA de la ZMG por debajo de la media nacional ZMVM y debajo de la NOM	44,5	20*	19	15	9
2	Número de municipios que cuentan con relleno sanitario.	Que a 2030 todos los municipios cuenten al menos un relleno sanitario aprobado por SEMADES	22	n/a	40	52	125

Estrategias

PdO5: Para lograr un desarrollo sustentable a favor del medio ambiente para Jalisco, se plantean las siguientes estrategias:

E1) Prevenir y combatir la contaminación ambiental, promoviendo la conservación y el uso racional de los recursos naturales.
E2) Impulsar el uso equilibrado y sustentable de los recursos naturales en el estado a través de la aplicación de los programas para la conservación, evaluación y monitoreo para la restauración del medio ambiente.
E3) Implementar programas de prevención y control de la contaminación, cultura ambiental, ordenamiento ecológico e inspección y vigilancia que mejoren las condiciones actuales y futuras del medio ambiente.
E4) Impulsar la conservación del entorno natural del estado, mediante la implementación de programas dirigidos a la construcción de infraestructura de saneamiento de aguas y centros de manejo integral de residuos sólidos en todas las regiones o municipios.
E5) Establecer un Sistema Estatal de Parques y Áreas Naturales Protegidas, así como incrementar el territorio bajo protección para lograr la conservación de nuestro patrimonio natural.

Programas y Subprogramas Sectoriales para Desarrollo Social

Para el cumplimiento de los objetivos, metas y estrategias del Plan Estatal de Desarrollo se proponen diversos programas y subprogramas sectoriales para cada uno de los ejes estratégicos.

En este sentido, el programa y subprogramas establecidos dentro del Eje Estratégico para Desarrollo Social dirigido a la protección del ambiente se encuentran los siguientes:

11. Preservación y Restauración del Medio Ambiente
11.1 Preservación de los recursos naturales
11.2 Prevenir y controlar la contaminación ambiental
11.3 Cultura ambiental, ordenamiento ecológico e inspección y vigilancia

Análisis de compatibilidad del proyecto: Para que este proyecto sea coherente con estas estrategias, la CFE ha establecido y seguirá respetando compromisos encaminados a emprender acciones que fomenten una mayor conciencia en la población sobre la importancia de cuidar el medio ambiente, evitando al máximo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y compensando con actividades de restauración forestal en superficies mayores a las afectadas; por otro lado, promueve el empleo de energía renovable en la producción de energía eléctrica como satisfactor de necesidades de la población jalisciense y atiende el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, muestra de ello es la certificación por parte de PROFEPA otorgada al campo geotérmico Cerritos Colorados en 2004, y la recertificación en marzo de 2007. Asimismo, pretende involucrar al sector social que se ha preocupado por la conservación de La Primavera en acciones concretas mediante la aplicación de un *Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental* (ver Capítulo VI)

Por otra parte, con relación a lograr un desarrollo sustentable del proyecto respecto al medio ambiente, el proyecto de la CFE se inserta de manera congruente, al establecer el riguroso cumplimiento de los compromisos siguientes:

- Ubicarse dentro de un área territorial destinada al aprovechamiento especial de la geotermia, dentro de la Zona de Aprovechamiento Especial establecida en el Programa de Manejo del APFFLP;
- Promover la cultura ambiental en los pobladores del área de influencia;
- Proponer el desarrollo regional mediante el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables;
- Procurar que todas las funciones ambientales permanezcan en disponibilidad durante la operación del proyecto eléctrico, cuando se ofrecerá un satisfactor de primera necesidad para el desarrollo humano de los jaliscienses;
- No incrementar el riesgo de colapso de la salud ambiental por contaminación e interrupción irreversible de los ciclos naturales a consecuencia de la construcción y operación del proyecto geotermoeléctrico, esto, con la implementación de una estrategia de mitigación que se puede ver a detalle en el Capítulo VI de este estudio.

III.2.1.3. Planes de Desarrollo Regional

De acuerdo con lo que establece el Gobierno del Estado de Jalisco a través del Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado, los 12 Planes de Desarrollo Regional se elaboran *con la finalidad de dar sustento a las acciones de gobierno en cada una de las regiones en que se divide el estado de Jalisco. La Estrategia de Regionalización puesta en marcha en Jalisco en 1997, continuada y fortalecida en la presente administración estatal, se ha desarrollado con la finalidad de hacer frente a las desigualdades regionales, aprovechando las ventajas de la globalización económica e impulsando una gestión integral del Estado.*

Por la ubicación del área de estudio, se consultaron y analizaron los siguientes Planes de Desarrollo Regional:

- Plan de Desarrollo Regional Región 11 Valles (donde se ubica el municipio de Tala, entre otros).
- Plan de Desarrollo Regional Región 12 Centro (comprende Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga, entre otros)

Sin embargo, es pertinente señalar que aunque el área de estudio (regional) abarca dos regiones, el área de ocupación del proyecto se encuentra en su totalidad dentro del municipio de Zapopan.

Plan de Desarrollo Regional Región 11 Valles

Uno de los objetivos del documento es *fortalecer trascendentalmente la competitividad de la región explotando todas las posibilidades de integración de los capitales social y humano en estrategias como:*

Competitividad ambiental: *pensada como la construcción de capacidades en los actores regionales para valorar y cuidar su entorno natural, además de asimilarlo como un espacio de desarrollo…*

Indicadores de Calidad ambiental

Contaminación ambiental

Suelos. *En relación con el suelo, los principales problemas ambientales de la región son: contaminación por el uso de agroquímicos, contaminación por inadecuada disposición de residuos sólidos municipales, … erosión hídrica por pérdida de cobertura vegetal, … aprovechamiento inadecuado de material geológico (sobreexplotación).*

Contaminación hídrica. *De acuerdo con SEMADES, los principales problemas hídricos de la región son: contaminación de cuerpos de aguas superficiales generado por aguas residuales sin tratamiento…* De acuerdo con este documento, el problema de sobreexplotación de acuíferos no se presenta en Tala, sin embargo, si existe contaminación de agua por procesos industriales, por residuos sólidos municipales (basura) y contaminación de acuíferos por lixiviados.

Vegetación y fauna. *Para SEMADES los principales problemas son: la pérdida de vegetación por tala inmoderada; impacto a la cubierta vegetal por ganadería y agricultura; impacto a las poblaciones de fauna por deforestación, e impacto a las poblaciones de fauna por agricultura y ganadería.*

Contaminación atmosférica. *Las principales causas de contaminación atmosférica son ocasionadas por la quema de basura, asimismo, contaminación por quemas agrícolas y contaminación por gases y polvo de procesos industriales.*

El área de estudio solamente incluye un municipio de esta región, específicamente para el municipio de Tala, se ha identificado la siguiente problemática ambiental en el Plan Regional:

Deterioro ambiental. *Provocado entre otras causas por la contaminación de los arroyos y del ambiente por los tiraderos de basura que no cumplen con las condiciones y especificaciones adecuadas.*

Baja calidad de vida. *...debido a un deterioro en las condiciones en que habita, entre otras causas por el insuficiente servicio de electricidad.*

En el *Análisis Estratégico de la Problemática Regional* dentro del Plan Regional, se presenta un listado que contiene los principales problemas que afectan el desarrollo de la Región Valles, a continuación se presentan los que tienen nexo directo con este proyecto:

1. *Deterioro ambiental*
2. *Contaminación de acuíferos*
3. *Deforestación y pérdida de biodiversidad*
4. *Erosión de suelos*
5. *Contaminación atmosférica*
8. *Insuficiente cobertura de comunicación y energética*
17. *Áreas forestales perturbadas*
31. *Falta reforestación*
40. *La insuficiencia de energía eléctrica es una limitante para el establecimiento de industrias demandantes de este insumo*
41. *Insuficiente infraestructura de energéticos lo cual es una limitante para el futuro desarrollo de la región (subestaciones eléctricas, entre otras)*
88. *Desaprovechamiento de los recursos naturales*

Análisis de compatibilidad: Una vez analizado el diagnóstico ambiental que se presenta para la región y específicamente para Tala y toda vez que las áreas ocupadas por el proyecto no se ubicarán en esta demarcación municipal, se puede concluir que el desarrollo del Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados (1ª. Etapa) no representa una alteración negativa de los indicadores ambientales que propone el Plan regional. Los impactos, tales como la generación de residuos, de ruido, emisiones a la atmósfera, afectación a la fauna, como se podrá ver en el Capítulo V de este estudio, no tendrán influencia en este municipio; por lo que no habrá contribución alguna en la problemática ambiental de la Región Valles.

Plan de Desarrollo Regional Región 12 Centro

Realizado bajo el mismo esquema que el Plan anteriormente revisado, también considera fundamental al tema de la competitividad ambiental, así como *el uso racional y ambientalmente programado de los recursos regionales en la búsqueda de coherencia global y de un desarrollo integral.*

Indicadores de Calidad ambiental

Contaminación ambiental

Suelos. *Los principales problemas ambientales son contaminación del suelo por uso de agroquímicos, basura, lixiviados, residuos sólidos industriales, residuos peligrosos, erosión hídrica y compactación.*

Contaminación hídrica. *Contaminación en cuerpos de agua por desechos de granjas y de acuíferos por lixiviados, sobre todo en Tlajomulco y Zapopan, además de sobreexplotación de acuíferos.*

Vegetación y fauna. *Pérdida de vegetación por tala inmoderada, sobrepastoreo y agricultura, crecimiento de asentamientos humanos y pérdida de vegetación por incendios.*

Residuos sólidos. *De acuerdo con las estadísticas de la SEIJAL, en la Región Centro existen 12 vertederos municipales, donde se depositan diariamente 5 818,7 toneladas de residuos sólidos.*

Contaminación atmosférica. *Las principales causas de contaminación ambiental regional son la contaminación por gases y polvo de procesos industriales y combustión de vehículos, así como por quemas de basura, ladrilleras y polvos por manejo inadecuado de bancos de material geológico.*

Para los municipios de Tlajomulco y Zapopan, no se ha identificado problemática ambiental en el Plan Regional.

En el *Análisis Estratégico de la Problemática Regional* dentro del Plan Regional, se presenta un listado que contiene los principales problemas que afectan el desarrollo de la Región Centro, de los cuales se muestran los que tienen relación directa con este proyecto:

47. Desaprovechamiento de los recursos naturales
49. Falta de un Plan con características ecológicas como pilar del desarrollo
50. Deterioro ambiental
52. Ausencia de reglamentos de ecología en municipios de la región
53. Contaminación ambiental en cuanto a la calidad del aire de la zona metropolitana de Guadalajara.
55. Falta de rellenos sanitarios de la ZCG y las cabeceras municipales de la región.
56. Carencia de programas de disposición de desechos sólidos en la región.

En el planteamiento de los Objetivos Generales Estratégicos, se seleccionaron los siguientes:

Revertir el deterioro ambiental de la región impulsando campañas de concientización sobre la conservación ecológica, así como la instrumentación de programas que reduzca la contaminación atmosférica, el saneamiento de los recursos hídricos, la recarga de los mantos freáticos y la conservación de los suelos y las zonas forestales de la región.

De acuerdo con este Plan Regional, en Tlajomulco de Zúñiga no existen grupos sociales con objetivos ecológicos; mientras que en Zapopan se tienen registrados nueve agrupaciones de este tipo: 1) APRODA; 2) Asociación de ayuda social, ecológica y Cultural, A. C.; 3) Asociación pro-derechos del animal y protección del medio ambiente, A.C.; 4) la Dirección Ejecutiva del Bosque la Primavera; 5) Fomento y Protección del Bosque la Primavera, A.C.; 6) Grupo Ecológico del Instituto de Ciencias; 7) Guardias Forestales de Jalisco, Nacional e Internacional, A.C.; 8) Los Guayabos Comunidad Ecológica, Natxalli, Red Jalisciense de Educadores Ambientales, A.C.; 9) Sociedad de Ingeniería Ambiental del estado de Jalisco. Cuyas funciones son realizar labores de servicio social o ambientales (asesoría, conservación, educación, capacitación, apoyo en siniestros).

Finalmente, el Plan Regional indica que el municipio de Tlajomulco de Zúñiga cuenta con administración ambiental a cargo de la Dirección General de Medio Ambiente y Ecología, posee un Reglamento de Ecología publicado en septiembre de 2000 y actualizado el 14 de junio de 2002; en cuanto a instrumentos de política ambiental, cuenta con Planeación Ambiental, Ordenamiento Ecológico, Criterios Ambientales en la promoción del desarrollo municipal, regulación ambiental de asentamientos humanos, evaluación de impacto ambiental, así como una normatividad ambiental y certificación de ISO-14000. En lo referente a residuos sólidos municipales, cuenta con vertederos controlados, con programas de reciclado o reuso y realiza limpieza de cuerpos de agua.

Por su parte, Zapopan cuenta con administración ambiental a cargo de una Dirección de Protección del Medio Ambiente, cuenta con un Reglamento de Ecología aprobado el 5 de julio de 2001; sus instrumentos de política ambiental son Criterios Ambientales para la promoción del Desarrollo Municipal, evaluación de impacto ambiental y normatividad ambiental; pero carece de regulación ambiental de los asentamientos humanos. Cuenta con vertedero controlado de residuos sólidos, con programas de reciclado o reuso y centros de acopio; pero no realiza limpieza de cuerpos de agua.

Análisis de compatibilidad: El proyecto corresponde a una planeación en el aprovechamiento del recurso geotérmico, respondiendo a los principios de conservación y la renovación de los recursos naturales. Así, el proyecto se inserta de manera compatible con el principio de competitividad integral de la región, que considera *el uso racional y ambientalmente programado de los recursos naturales regionales en la búsqueda de coherencia global y de un desarrollo integral.*

Las actividades derivadas del proyecto geotermoeléctrico no contemplan la utilización de agroquímicos, los residuos sólidos municipales se dispondrán solamente en vertederos controlados y se implementarán medidas de conservación de suelos y agua para evitar que se presenten procesos erosivos, además, se minimizarán las superficies de afectación de la cubierta forestal, las aguas residuales (agua geotérmica) generadas serán inyectadas nuevamente al yacimiento para evitar la contaminación de cuerpos de agua y del suelo; CFE participará de manera activa en labores de prevención de incendios forestales y se compensará la afectación de las obras con el establecimiento de áreas forestales de compensación (ver capítulo VI donde se especifican las medidas de mitigación propuestas, las cuales forman parte de un compromiso que deberá retomar la CFE durante la ejecución del proyecto). La ejecución del proyecto no considera la apertura de bancos de material para la fase constructiva ni el aprovechamiento de acuíferos.

Parte importante será el trabajo coordinado con los organismos sociales interesados en temas ambientales y el H. Ayuntamiento para perseguir el mismo fin: la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, promoviendo el conocimiento cierto del proyecto, impulsando la conciencia y cultura ambiental principalmente dentro del Bosque la Primavera; al tiempo que se fortalezca el sistema eléctrico regional y pueda sostener a la industria generadora de empleo que beneficie a los habitantes de la región.

III.2.1.4. Planes Municipales de Desarrollo

Estos Planes se consideran como *instrumentos que permiten la inclusión de la opinión de los ciudadanos, consideran sus necesidades y las expresan en proyectos viables, contienen también los mecanismos que califican y valoran el que hacer de la función pública.* En este sentido, aunque el proyecto se ubica físicamente dentro del municipio de Zapopan, para la revisión de compatibilidad, se examinaron los Planes de Desarrollo de los municipios donde se localiza el área de estudio (Área Natural Protegida): Tala, Tlajomulco de Zúñiga y Zapopan.

III.2.1.4.1. Plan Municipal de Desarrollo (Tala 2007-2009)

Presentado por el Ayuntamiento de Tala, *con la finalidad de contar con un instrumento de planeación lo suficientemente eficaz y ágil que permita atender los requerimientos y necesidades de la población previstos en el corto y mediano plazo e impulsen y mantengan el desarrollo municipal…el documento da a conocer el estado que guarda el municipio de Tala en el aspecto económico, social, institucional y medio ambiente y las alternativas para impulsar el desarrollo de estos sectores consensuados con la sociedad.*

El diagnóstico ecológico en el municipio se aborda de la siguiente manera:

Contaminación ambiental

Erosión: *Este fenómeno geológico tan nocivo para la agricultura y depresión del suelo, en nuestro municipio tiene severas consecuencias dado que por su origen geológico arenoso/terroso, con mucha facilidad se deslava; esto se impacta más por la forma del monocultivo agrícola además de la deforestación que en algunas delegaciones sin regulación lo hiciera en administración pasada. Explotación incontrolable de los bancos de arena que en los últimos años se han efectuado en nuestro municipio para lo cual ya se está haciendo la regularización técnica, ecológica pertinente para proteger los suelos de este desastroso problema.*

Deforestación. *La deforestación en el municipio se puede catalogar como un problema grave en el área boscosas, y/o de vegetación in situ detectadas en la superficie de este territorio. Se tiene conocimiento que este problema se origina por la falta de vigilancia y el difícil acceso, sumándose a esto, la tala clandestina, escasez de agua y a la degradación de suelos. De igual forma se ha observado la falta de programas de reforestación por parte del gobierno municipal, estatal y federal así como el desinterés de los propietarios de predios boscosos en mantener sus bosques, la falta de conciencia de la población al provocar incendios forestales y contaminar las áreas verdes lo cual está repercutiendo en el cambio climático de la zona, la secación de los cauces, la erosión masiva de suelos y toda una serie de impactos ambientales incontrolables en el municipio.*

Contaminación hídrica*. La contaminación hídrica en el territorio municipal se manifiesta principalmente en ríos, presas y mantos freáticos de manera parcial en algunos y en otros de manera total esto debido a las descargas de aguas residuales de las poblaciones y talleres; tiraderos de basura, aplicación excesiva de agroquímicos en los cultivos y principalmente por las descargas de las aguas16residuales del ingenio. Este problema ha venido afectando desde hace 40 años a más. Los principales efectos que se ha venido reflejado en el ambiente del territorio municipal por esta situación son: baja calidad de agua potable, extinción de flora y fauna en ríos y presas; problemas de salud, repercutiendo directamente en poblaciones y colonias marginadas y en general para toda la población.*

Residuos peligrosos: *Por su impacto severo al medio ambiente es de vital importancia para este departamento de ecología dar prioridad a este tipo de residuos contaminantes. Para lo cual se tiene una muy buena comunicación y observación en los que respecto aquellos que los habitantes provocan y los laboratorios de análisis químicos, y de manufactura de Cu y Zn. Estos factores o instituciones médicas tienen control directo de Guadalajara a través de una campaña que brinde este tipo de recolección e incineración de estos residuos. La jefatura de Ecología solo hace la inspección técnica para cerciorarse que se está cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Ecología municipal.*

Contaminación atmosférica. *El impacto contaminante en temporadas de zafra del ingenio es alto. Por razones de la forma tradicional en que se hacen las actividades de cosecha de la caña; así como la desproporcionalidad de basura que este municipio genera diariamente 70 toneladas de desperdicios, producto de la actividad humana. Así como depositar las aguas negras en todas las afluentes hidrológicas (ríos, arroyos) que tiene el municipio lo que hace que nuestras fuentes hídricas sean súper contaminantes, así como las descargas tóxicas del ingenio hacia la laguna de Teuchitlán.*

En el rubro de Desarrollo del Medio Ambiente, dentro del Sector de Desarrollo “Conservación de los Recursos Naturales”, se han planteado los siguientes objetivos:

1.- Conservacion y aprovechamiento racional de los recursos naturales.
2.- Reconservacion del proceso productivo de la caña de azúcar.
3.- Restauracion de los recursos forestales.
4.- Promocion de la sustentabilidad.

Asimismo, se identificaron las siguientes estrategias aplicables al proyecto:

- *Preservar la diversidad de las especies vegetales como animales naturales de cada comunidad que estén en peligro de extinción…*

También se propone la siguiente Línea de acción dentro del Bosque La Primavera:

- *Limitar la expansión de la deforestación*
- *Intensificar la reforestación y cuidado permanente*

Análisis de la compatibilidad del proyecto: En este sentido y como se estableció anteriormente, el proyecto se ubica en su totalidad dentro del municipio de Zapopan. Por esta razón, las actividades del proyecto no afectarán la calidad ambiental del municipio de Tala, de manera que se respetará sus objetivos enfocados a la conservación de los recursos naturales, el aprovechamiento y la restauración de sus recursos forestales, y la dinámica de los procesos biológicos y abióticos del municipio. Asimismo, no habrá participación negativa en la problemática ambiental que ocurre en Tala, como la expansión de la deforestación o afectación de especies en riesgo.

III.2.1.4.2. Plan Municipal de Desarrollo (Tlajomulco de Zúñiga 2007-2009)

El municipio cuenta actualmente con el Plan de Desarrollo Municipal Tlajomulco de Zúñiga 2004-2006; el cual se analizó en su contenido.

Esta situación es similar a la del municipio de Tala, ya que el área de estudio abarca el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, pero la totalidad del proyecto se encuentra dentro de los límites territoriales de Zapopan. En este contexto se analizó el Plan Municipal de Desarrollo.

Este Plan propone alcanzar tres grandes objetivos, los cuales se desagregan en objetivos particulares:

1) Reorientar y ajustar a parámetros sustentables el proceso de urbanización, a fin de garantizar una mejor integración social en el municipio;
2) Mejorar el índice de desarrollo humano municipal; y
3) Establecer los controles en todos los procesos sociales y económicos que producen deterioro ambiental.

Para alcanzar los objetivos anteriores, en el Plan se establecen cuatro líneas de acción: 1) en el ámbito físico y ambiental; 2) en el ámbito social; 3) en el ámbito económico-productivo; y 4) en el ámbito del gobierno municipal.

Para la primera línea de acción se establece como prioridad contar con un diagnóstico socio-ambiental exhaustivo que permita conocer y ubicar los riesgos que enfrenta el municipio y sus alrededores, además de inculcar una conciencia social y ambiental sobre la problemática ambiental del mismo. Entre algunas de las acciones a realizar para cumplir con esta línea de acción se establecen las siguientes: formulación de programas de impacto ambiental, específicamente para la separación de residuos, reforestación y reducción de emisiones.

Análisis de compatibilidad: Debido a que las actividades y en general los impactos ambientales que provocará el desarrollo del proyecto están fuera del territorio de este municipio, se puede concluir que el proyecto no contraviene con los objetivos, estrategias y líneas de acción que la autoridad municipal ha establecido en el Plan de Desarrollo Municipal, de tal forma que no existe incompatibilidad con este ordenamiento legal. No obstante lo anterior, el proyecto geotérmico Cerritos Colorados contempla dentro de sus acciones y medidas de mitigación y compensación las referentes a la adecuada separación de residuos, la implementación de programas anuales de reforestación, dentro y fuera del campo geotérmico (dentro del área natural protegida) así como medidas para la reducción y monitoreo de las emisiones a la atmósfera.

III.2.1.4.3. Plan Municipal de Desarrollo (Zapopan 2007-2009)

La elaboración de este documento responde a la obligación a los municipios de contar con un plan municipal de desarrollo, el cual estará integrado con proyectos a corto, mediano y largo plazo, obligatorios para toda la administración pública municipal y sujetos a la evaluación y, en su caso, a la actualización o sustitución correspondiente (Ley de Planeación para el Estado de Jalisco y sus Municipios, en sus artículos 38, 39, 40, 46, 47, 48 y 50).

Este Plan contiene varios Ejes Rectores, dentro de los cuales se encuentra el Eje Zapopan Sustentable, cuyo objetivo principal es *propiciar que los zapopanos vivan en un municipio armonioso, con servicios públicos eficaces que impulsen a que cada habitante se comprometa con el cuidado de su entorno.*

Eje Rector Zapopan Sustentable; Inciso B. Medio Ambiente

3.4. Estrategia: Protección del medio ambiente.

3.4.1. Línea de acción: Reforestación.

- *Producir en nuestro propio vivero árboles, plantas y flores para que se utilicen en la reforestación de áreas urbanas, rurales, forestales y áreas protegidas, buscando plantar 500 mil árboles con una sobrevivencia del 80 por ciento.*

3.4.2. Línea de acción: Respeto y cuidado del medio ambiente.

- *Mantener en constante vigilancia e inspección la totalidad de los giros para que cumplan con las normas ecológicas aplicables al municipio.*
- *Realizar estudios para detectar posibles áreas de protección y concientizar a la población de que todos debemos proteger el ecosistema.*
- *Llevar a cabo evaluaciones y estudios técnicos ambientales.*
- *Identificar las zonas del municipio donde se puedan realizar pozos de absorción.*
- *Concretar proyectos en las microcuencas y atraer apoyos de las instancias federales.*
- *Completar e implementar el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial, asegurando que exista la debida vinculación con la planeación urbana, para ello, se participarán en todas las reuniones donde se busquen acuerdos o modificaciones a los Planes Parciales de Urbanización.*
- *Formular los Planes Parciales de Desarrollo Ambiental.*
- *Gestionar los recursos necesarios para crear el Departamento de Ingeniería Ambiental.*
- *Realizar 20 talleres para el manejo de las pilas y recolectar 400 mil pilas por medio del programa "Aguas con las pilas".*
- *Atender las denuncias ambientales en un máximo 10 días hábiles.*
- *Mantener limpio el Bosque El Centinela y atender adecuadamente a los visitantes.*

- *Integración del exvertedero Copala al paisaje natural mediante la restauración de la laguna de lixiviados, la instalación de geomembrana y la conformación de taludes y caminos.*
- *Coordinar los esfuerzos y trabajos de los gobiernos federal y estatal para el saneamiento de la cuenca del Río Blanco.*
- *Coordinar los esfuerzos y trabajos de los Gobiernos Federal, Estatal y Municipal para la recuperación de la Presa Santa Lucia*

3.4.3. Línea de acción: desarrollo de las políticas públicas para el aprovechamiento y eficiencia del uso del agua.

- *Modificación de normas técnicas y jurídicas para la captación del agua pluvial y el ahorro del vital líquido.*
- *Programa de comunicación orientado a crear conciencia entre la ciudadanía sobre el cuidado del agua.*

3.4.4. Línea de acción: Educación ambiental.

Crear el Departamento de Educación Ambiental.

- *Revisar la situación jurídica del organismo rector del Parque Metropolitano para proponer mejoras al Congreso del Estado.*
- *Atender a escolares en el Bosque El Centinela e impartir talleres con temas del cuidado ambiental.*
- *Mediante el Programa "reciclando todos ganamos" impartir talleres con temas ambientales en escuelas y diferentes comunidades del municipio.*
- *Poner en marcha el Programa "Porque tú eres más... juntos, pero no revueltos", colocar un centro de acopio de residuos inorgánicos y cacharros reciclables y ofrecer talleres para promover el reciclaje.*

3.4.5. Línea de acción: Bosque de la Primavera

- *Establecer con los gobiernos federal y estatal la política ambiental para la conservación y cuidado del bosque de La Primavera.*
- *Verificando los avances del decreto de expropiación aprobado por el pleno del Ayuntamiento en el mes de febrero de 2007.*
- *Reforzar las tareas de inspección y vigilancia para evitar invasiones y construcciones irregulares en el Bosque de la Primavera.*
- *Realizar las gestiones necesarias ante los gobiernos federal y estatal para revisar la situación jurídica del Bosque de la Primavera.*

3.4.6. Línea de acción: Prevención de incendios.

- *Crear el despacho de incendios forestales.*
- *Construir una torre de detección de incendios en la zona norte.*
- *Construir 3,15 Kilómetros lineales de guardarrayas, 3,75 Kilómetros de brechas corta fuego y salvaguardar 60 mil hectáreas forestales.*

3.4.7. Línea de acción: Conservación de especies naturales.

- *Por medio del centro de producción y monitoreo de fauna silvestre nativa, dar seguimiento a 10 de las principales especies en peligro de extinción y reproducir 50 especies reincorporarlas a su hábitat).*

- *Mediante el sistema municipal de áreas silvestres, decretar establecer cómo manejar las áreas protegidas del municipio y hacer difusión del cuidado que deben tener los ciudadanos para cuidar y mantener las áreas donde se habitan especies silvestres en peligro de extinción.*

Análisis de la compatibilidad del proyecto: El Ayuntamiento de Zapopan presenta en este Eje Rector las líneas de acción concretas que deben considerarse como objetivos a cumplir para el logro de las estrategias, mostrando además un conocimiento de la situación que prevalece en su municipio a nivel de diagnóstico ambiental. En este contexto, el proyecto pretende insertarse en la dinámica de desarrollo y sustentabilidad, garantizando la ejecución de las siguientes acciones en beneficio de la calidad ambiental de la zona donde se ejecutará el proyecto:

- Establecimiento de un vivero forestal donde se produzcan las plantas necesarias para el establecimiento de áreas forestales de compensación, como medida de mitigación por la ocupación de superficies por infraestructura eléctrica.
- Establecer la infraestructura de generación en el área destinada al aprovechamiento geotérmico (Zona de Aprovechamiento Especial) definida así por el Programa de Manejo del Área de protección de Flora y Fauna La Primavera.
- Poner a disposición de los sectores interesados en la protección ambiental dentro de La Primavera, la información derivada de este estudio de impacto ambiental, en lo referente a los conocimientos generados acerca de la biodiversidad, el diagnóstico ambiental regional y el análisis de la problemática detectada en el área de estudio.
- Continuar con las actividades de restauración forestal en áreas degradadas, incluyendo prácticas vegetativas y mecánicas para conservar el suelo.
- Cumplir con los lineamientos contenidos en los Planes Parciales de Desarrollo Urbano, ya que un tramo de la LST se ubica en zonas urbanas y suburbanas.
- Evitar el uso de aguas superficiales y de la proveniente de los acuíferos, con lo que también se evitará una afectación en la calidad de la misma.
- Implementar programas de reutilización y reciclaje, como parte del manejo y disposición de residuos generados en las obras, en apego a la legislación ambiental vigente en esta materia.
- Se evitará el cambio de uso de uso de suelo, por actividades derivadas del proyecto (por ejemplo apertura de nuevos caminos, bancos de material geológico, o establecimiento de asentamientos poblacionales irregulares) dentro de La Primavera.
- Continuar con el manejo y saneamiento forestal (control de plagas) en las plantaciones forestales y vegetación circundante dentro del campo geotérmico.
- Se buscará la participación de la CFE con las entidades municipales y con la administración del APFFLP en actividades de prevención y control de incendios forestales, principalmente en el área de influencia del proyecto.
- Se implementará un Programa Específico de Manejo de Flora y Fauna Silvestres, con el propósito de proteger poblaciones de especies en riesgo, de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.

De esta manera se logra la congruencia del proyecto con los objetivos, estrategias y líneas de acción que ha presentado el Ayuntamiento en el rubro ambiental, lo que significa compatibilidad con los objetivos del Plan Municipal de Desarrollo. Asimismo, la CFE deberá reiterar su compromiso de colaborar con las instancias ambientales municipales para la consecución de las metas propuestas para lograr un desarrollo sustentable, equilibrando la satisfacción del requerimiento del servicio de energía eléctrica de todos los sectores con la protección ambiental en el Bosque La Primavera, empleando energías limpias y renovables dentro de la demarcación territorial del municipio de Zapopan.

III.2.2. Programas sectoriales

Como se indicó en el apartado II.1, la información correspondiente al desarrollo del sector eléctrico en la región se obtuvo del análisis del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE); este documento es el resultado de estudios coordinados dentro de la planificación integral del sistema eléctrico del país. El POISE 2007-2016 describe la evolución del mercado eléctrico, así como la expansión de la capacidad de generación y transmisión del Sistema Eléctrico Nacional para satisfacer la demanda de electricidad en los próximos diez años. Según el POISE, la selección de los componentes del sistema eléctrico, su programación en el tiempo y la definición de los sitios para su instalación, son actividades importantes en el proceso de decisión con implicaciones técnicas, económicas, ambientales y sociales a nivel nacional.

El proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados está vinculado al POISE en los siguientes apartados:

Composición del parque generador

Tomando como base los escenarios oficiales de precios de combustibles, los costos de inversión para las tecnologías y las disposiciones para generar energía limpia en zonas críticas, se determinó el plan de expansión 2007-2016.

La mezcla óptima es la que permite satisfacer la demanda prevista a costo global mínimo, con el nivel de confiabilidad establecido por CFE, cumpliendo con los lineamientos sobre política energética y normativa ambiental… En este plan se incluyen 4 456 MW de capacidad en plantas hidroeléctricas, geotermoeléctricas y eólicas…

Posibilidades de diversificar las fuentes de generación

La mayor parte de las centrales de generación que operan en el SEN utilizan hidrocarburos y entre ellas sobresalen las termoeléctricas convencionales, alimentadas con combustóleo y ciclos combinados a base de gas natural. (…) El programa de generación de CFE incluye una importante participación de proyectos de ciclo combinado a gas natural. Sin embargo, se analizan escenarios alternos con la posibilidad de incorporar centrales nucleoeléctricas, carboeléctricas, hidroeléctricas, ***geotermoeléctricas*** *y eoloeléctricas.*

Política energética

Para realizar un estudio de planificación realista es indispensable definir una política energética de largo plazo referente al desarrollo de centrales nucleoeléctricas, carboeléctricas y de ***otras tecnologías****.*

Cuando se deja libre el proceso de expansión, se observa una gran concentración de generación en algunos sitios y con predominio de las tecnologías más competitivas, lo cual conlleva cambios sustanciales en la red de transmisión principal. Por lo tanto, se hace necesario acotar el desarrollo de todas las tecnologías, considerando el número de sitios factibles y evitar, en lo posible, la concentración excesiva de capacidad.

Necesidad de cotas de expansión

Como resultado del análisis de un escenario en el cual se permite la participación de centrales nucleares a partir de 2015, se establecieron algunas premisas sobre la capacidad total y la periodicidad de instalación. De la misma manera, se fijaron los límites para otras tecnologías como las carboeléctricas. (…).

En el caso de tecnologías con fuentes renovables se estableció una meta de 5% para 2026. De esta manera se requerirían instalar 3.500 MW adicionales de eoloeléctricas, ***geotermoeléctricas*** *y minihidroeléctricas. Una política incluyente de estas tecnologías deberá considerar los incentivos requeridos por algunas de ellas para su inclusión en el plan de expansión.*

Participación de las tecnologías de generación en el programa de expansión de largo plazo

La industria eléctrica mexicana enfrentará el reto de satisfacer en 2026 una demanda que se estima superior a 80 000 MW. Para ello, se requerirá de una estructura de fuentes de energía primaria, y de recepción y distribución de combustibles en el territorio nacional, así como de una mayor participación de ***fuentes de energía renovables****, que garanticen un uso sustentable de los recursos naturales. (...)*

Fuentes renovables

Otra posibilidad es la incorporación de nuevas tecnologías como las centrales híbridas de ciclo combinado y campos solares, centrales eoloeléctricas, ***geotermoeléctricas*** *y minihidroeléctricas, las cuales han aumentado su nivel de competitividad ante el incremento en incremento en los precios de los combustibles fósiles, la reducción gradual de los costos de inversión y la* ***implementación de mecanismos de desarrollos limpios con incentivos de bonos verdes y costo ambiental evitado.***

Análisis de compatibilidad: El proyecto Cerritos Colorados, está contemplado dentro del catálogo de proyectos geotermoeléctricos y eoloeléctricos (cuadro 3.7 del POISE), donde se indica que la primera etapa del proyecto se encuentra en un nivel de estudio de factibilidad y la segunda etapa en un nivel de prefactibilidad. Este proyecto está integrado dentro de la planificación del sistema eléctrico, que se realiza aprovechando, tanto en el corto como en el largo plazos, las mejores opciones de inversión y producción de energía que permitan satisfacer la demanda futura de electricidad a un costo global mínimo y con un nivel adecuado de confiabilidad y calidad. Para ello se han considerado los costos de inversión, operación y energía no suministrada, así como las disposiciones nacionales en materia energética, financiera, ambiental y social.

III.2.3. Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre La Primavera

El 6 de marzo de 1980, por mandato del entonces Presidente José López Portillo, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que por causa de utilidad pública se establecía como Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre la región conocida como La Primavera, que se localiza dentro de una superficie aproximada de 30 500 ha en los Municipios de Tala, Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco (ver Anexo III-2).

Entre los objetivos y disposiciones de este decreto, se encuentra la protección de macizos forestales, acuíferos subterráneos y aguas superficiales que en gran parte regulan las condiciones ecoclimáticas de Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan, Tala, Tlajomulco y otras poblaciones aledañas; conservar los recursos forestales y las especies de la flora y fauna silvestres; conservar, restaurar, proteger, incrementar y aprovechar los recursos forestales, con objeto de evitar la erosión y degradación de los suelos, así como la de mantener y regular el régimen hidrológico; y evitar se continúe explotando en forma desmedida y sin control alguno los recursos forestales, así como para que se sigan afectando predios dentro de la zona para fines urbanísticos, en virtud de que tales acciones han provocado el desequilibrio ecológico y la erosión de los suelos de la citada región. Para lo anterior, se deberá promover la realización de los trabajos o en la ejecución de las obras encaminadas a lograr la reforestación, protección, fijación y

restauración de suelos, a la repoblación e incremento de masas arboladas, a la preservación y propagación de la fauna silvestre y a la preservación del régimen ambiental e hidrológico.

Análisis de compatibilidad: Con base en lo anterior, el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, ubicado dentro de esta Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre La Primavera, no contraviene con los objetivos y disposiciones de protección y conservación establecidos en dicho decreto. Por el contrario, entre las medidas de mitigación y/o compensación propuestas en los capítulos VI y VII de este documento, el proyecto promoverá la ejecución de las obras encaminadas a la reforestación, protección y restauración de suelos y al repoblamiento de masas arboladas en áreas susceptibles a erosionarse, dentro y fuera del campo geotérmico, a fin de preservar el régimen ambiental e hidrológico de la región.

Es importante señalar, que el 7 de junio de 2000 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo mediante el cual se recategorizan diversas áreas naturales protegidas, entre ellas esta, de acuerdo con una categoría acorde con la legislación vigente, quedando de esta manera, con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP).

III.2.4. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP)

El área de estudio para este proyecto se definió como la que ocupa el Área Natural Protegida denominada Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera; con base en el Acuerdo de Coordinación celebrado el día siete de diciembre de 1995 donde se transfiere la administración del Área de Protección de Flora y Fauna "Bosque La Primavera" al Gobierno del Estado de Jalisco, el Comité Técnico para la Administración del Área de Protección de Flora y Fauna aprobó en lo general el Programa de Manejo el día 23 de Julio de 1996, acordando turnar el mismo al Instituto Nacional de Ecología para su expedición conforme a la legislación aplicable, dicho Programa fue publicado en diciembre de 2000.

III.2.4.1. Antecedentes

En 1934, bajo la administración del Presidente Lázaro Cárdenas, se declaró como zona de protección forestal un área de aproximadamente 10,000 km^2 que bordeaban a la ciudad de Guadalajara incluido el Bosque La Primavera. En 1963, la Comisión Forestal del Estado de Jalisco establece una coordinación para la elaboración de un proyecto para la creación de un "Parque Estatal" en La Primavera. La entonces SAG, en 1964, apoyó esta iniciativa. El 26 de diciembre de 1970 se consideró al Bosque de la Primavera, por el Gobierno del Estado de Jalisco, como de utilidad pública y uso turístico.

El 6 de marzo de 1980, por mandato del entonces Presidente José López Portillo, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que por causa de utilidad pública se establecía como **Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre la región conocida como La Primavera**, que se localiza dentro de una superficie aproximada de 30 500 ha en los Municipios de Tala, Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

El 7 de diciembre de 1995, se llevó a cabo el Acuerdo de Coordinación entre la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y el Gobierno del Estado de Jalisco, con el objeto de transferir a este último la administración de la Zona de Protección Forestal y Refugio de Fauna Silvestre, así como para llevar a cabo diversas acciones coordinadas que apoyen a la restauración, conservación, desarrollo y vigilancia de dicha Área Natural Protegida.

En junio 7 de 2000, la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca emitió un Acuerdo que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente, por lo cual recategorizó diversas declaratorias de áreas naturales protegidas (22 en total, entre ellas el área natural que nos ocupa) con base en su vocación natural e importancia ecológica. De esta manera, la categoría de Zona de Protección Forestal y Refugio a la Fauna Silvestre La Primavera se le asignó el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP).

III.2.4.2. Importancia del ANP

El APFF La Primavera comprende la zona de traslape entre dos provincias florísticas: la Sierra Madre Occidental y las Sierras Meridionales o Eje Neovolcánico Transversal, y está constituida por áreas montañosas aisladas, donde se distribuyen diferentes comunidades vegetales conformadas por bosques de encino-pino, encino, pino, vegetación riparia y bosque tropical caducifolio.

Fisiográficamente es uno de los relieves volcánicos con mayor diversidad de manifestaciones ígneas ácidas, cuyos suelos presentan una alta proporción de arenas pomáceas, lo que le confiere una alta vulnerabilidad a la erosión.
En general, el APFFLP se puede identificar como una corriente de bienes y servicios ambientales principalmente para la Ciudad de Guadalajara, proporcionando protección a la cuenca y subcuencas hidrológicas en que se ubica, representando uno de los principales aportes de agua a la región, en particular a la ciudad de Guadalajara; funcionando como fundamental sitio para la captación, filtración, transporte y saneamiento de aguas superficiales y subterráneas.

La proporción de superficie del Área Protegida en los municipios mencionados se muestra en la Tabla III.16.

Tabla III.16
Cobertura por Municipio del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP)

Municipio	% de superficie que abarca del Área Protegida
Zapopan	54,0
Tala	35,0
Tlajomulco	11,0

Debe mencionarse que la infraestructura del campo geotermoeléctrico Cerritos Colorados se encuentra en su totalidad dentro del municipio de Zapoapan.

III.2.4.3. Objetivos del área natural protegida

En el decreto de creación del APFFLP establece claramente la importancia que reviste esta zona, ya que en él … " se encuentran macizos forestales, acuíferos subterráneos y aguas superficiales que en gran parte regulan las condiciones ecológicas de Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan, Tala, Tlajomulco y otras poblaciones aledañas y principalmente a los Valles de Atemajac y Ameca y que por su configuración topográfica constituye un refugio natural de la fauna silvestre que subsiste libremente en dicha región.".

Con base en lo anterior se desprenden los siguientes objetivos generales para esta ANP:

- Preservar el hábitat y los ecosistemas frágiles de la región, asegurando el equilibrio ecológico y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, asegurando la diversidad biológica existente para lograr el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales.
- Proteger, restaurar, conservar e incrementar los recursos naturales.
- Abatir la erosión y degradación de los suelos.
- Mantener y regular el régimen hidrológico.
- Conservar las especies de la flora y fauna silvestre que subsisten libremente en el Bosque La Primavera.
- Promover la propagación de las especies de la flora y fauna silvestres del Bosque La Primavera.
- Conservar las condiciones climáticas favorables de la zona.
- Lograr la restauración de los suelos.

III.2.4.4. Componente de Marco Jurídico

Mediante la implementación de las acciones y lineamientos propuestos en este componente, se pretende establecer en primera instancia el esquema de ordenamiento espacial del territorio que comprende el APFF La Primavera, así como establecer las regulaciones específicas a que estarán sujetas las actividades productivas y de investigación dentro del ANP.

Reglas administrativas

CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Regla 1.- Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatorias para todas aquellas personas que realizan actividades en el Área Natural Protegida con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera ubicada en los municipios de Tala, Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga, en el Estado de Jalisco, de conformidad con la zonificación establecida.

Regla 2.- La aplicación de las presentes Reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el Decreto de creación del Área Natural Protegida, el presente Programa de Manejo y demás disposiciones legales aplicables en la materia.

Regla 3.- Para los efectos de las presentes Reglas Administrativas se entenderá por:
…
II. **APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE.-** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas del Área Protegida por períodos indefinidos.
III. **ÁREA PROTEGIDA.-** La superficie comprendida dentro de la poligonal que establece el Decreto de creación como Área de Protección de Flora y Fauna en la región conocida como La Primavera, localizada en los municipios de Tala, Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga, en el Estado de Jalisco.
…
V. **ECOSISTEMA.-** La unidad funcional básica de interacción de los organismos entre sí y de éstos con el ambiente en un espacio y tiempo determinados.
…
XV. **PROTECCIÓN.-** Conjunto de políticas y medidas para proteger el ambiente y evitar su deterioro.
…
XVIII. **UMAS**.- Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.

XIX. **USUARIO**.-La persona que en forma directa e indirecta utiliza o se beneficia de los recursos naturales existentes en el Área Natural Protegida con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera.
…
XXI. **ZONIFICACIÓN.-** División del Área Natural Protegida con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, en áreas geográficas definidas en función de la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, acorde con sus propósitos de área de protección y conservación, y que están sujetas a regímenes diferenciados de manejo y actividades permitidas en cada una de ellas.

CAPITULO II. ZONIFICACIÓN PARA MANEJO

Regla 4.- La zonificación a que se refiere este instrumento tiene como función principal orientar a que las actividades y aprovechamientos que se realicen en el Área Protegida, se desarrollen de manera sustentable.

Regla 5.- Zonas de Protección: Aquellas superficies dentro del Área Protegida, que han sufrido muy poca alteración, así como ecosistemas relevantes o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo. Las zonas de protección representan un total de 4 062,5 hectáreas del Área Protegida. La constituyen las mesas del León y Nejahuete, así como las dos principales montañas de la Sierra La Primavera: San Miguel y Las Planillas, en donde se encuentra la mayor biodiversidad del bosque, cuyos polígonos y localización se encuentran delimitados en el mapa de zonificación del Área Protegida; en estas áreas sólo se permite la investigación científica, la educación ambiental y el control del medio ambiente sin alteraciones.

Regla 6.- Zonas de Uso Restringido: Aquellas superficies en buen estado de conservación donde se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, e incluso mejorarlas en los sitios que así se requieran, y en las que se podrán realizar excepcionalmente actividades que no modifiquen los ecosistemas y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control. Comprende una superficie de 14 715,3 hectáreas, siendo los parajes más representativos el Cerro El Pedernal, la Toba Tala, Mesa del Burro, Mesa la Lobera, Cerro El Chapulín, Cerro Alto, Cerro Pelón y el área comprendida entre los Cerros San Miguel y Las Planillas. En esta superficie se permitirá la investigación científica manipulativa, actividades de educación ambiental y de turismo, que no impliquen la modificación de las características y condiciones del Área Protegida.

Regla 7.- Zonas de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales: Aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable. Esta zona abarca una superficie de 645.9 hectáreas, en ella se ubican los terrenos que pertenecen al Gobierno del Estado donde se incluye la superficie conocida como bosque escuela, cedida en comodato a la Universidad de Guadalajara y el predio denominado Lote Pahola, el cual actualmente cuenta con una concesión minera de recursos minerales aún sin explotar. Son áreas poco extensas en donde se puede realizar investigación de tipo manipulativa, investigaciones piloto de mediano y largo plazos; así como el establecimiento de infraestructura básica, obras públicas y otras instalaciones directamente relacionadas con la administración y manejo del área, así como las destinadas a trabajos de investigación, donde no se permite ningún uso público.

Regla 8.- Zonas de Aprovechamiento Sustentable de Agroecosistemas: Aquellas superficies con usos agrícolas y pecuarios actuales. La superficie de esta zona son 1 989,3 hectáreas, que incluyen las Mesas de La Venta y de San Juan, zonas de la formación toba Tala que presenta pocas limitantes, el Llano Grande Milpillas, Llano Grande de Tala, El Poleo, y algunas áreas dispersas, así como zonas que por sus valores y restricciones pueden ser usadas para un desarrollo sustentable a través de modelos productivos piloto. Se consideran como zonas de transición entre los sitios de mayor densidad de concentración de público y las zonas de uso más restringido, donde se puede alterar el medio para instalar senderos, miradores, áreas de acampar y señalización.

Regla 9 .- Zonas de Aprovechamiento Especial: Aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje, ni causar impactos irreversibles en los elementos naturales que conforman. Abarca un total de 448.9 hectáreas, **comprendida por la zona conocida como Cerritos Colorados, donde la Comisión Federal de Electricidad pretende realizar una explotación geotérmica, la cual deberá tener un manejo especial en el caso de que exista la autorización de las autoridades competentes**. Así como aquellos sitios, en los cuales después de los estudios de exploración se haya identificado la presencia de recursos minerales y que haya cumplido con todos los requerimientos de ley para dicho aprovechamiento, determinada en la concesión que se expida para tal efecto.

Regla 10.- Zonas de Uso Público: Aquellas superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas. Cuenta con una superficie de 1 523,6 hectáreas, e incluye las zonas que tienen mayor posibilidad de un desarrollo intensivo, como los valles ubicados por el camino que es la prolongación de la Av. Mariano Otero; la cuenca del río Salado considerando el área abarcada por el nivel de aguas máximas y zona federal, y el área de los balnearios más visitados que actualmente se utilizan como paseo, en la parte norte del bosque junto al ejido La Primavera. Se permiten modificaciones para actividades intensivas como: áreas de día de campo, campamento, caseta de entrada y senderos de acceso, así como áreas de estacionamiento; se acepta la presencia e influencia de concentraciones de visitantes.

Regla 11.- Zonas de Recuperación: Aquellas superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación. Esta zona abarca 7 114,5 hectáreas, incluyendo todas las áreas que han sido afectadas al ser usadas como bancos de material, los cuales actualmente se encuentran abandonados por aquellos particulares que los explotaron en algún momento, ya sea por motivos económicos, por haber agotado el recurso en ellos contenido o que fueron clausurados por los daños ambientales provocados; y el sitio en que se realizaban trabajos de la Comisión Federal de Electricidad, con excepción del campo geotérmico Cerritos Colorados; también se incluyen las laderas con alto grado de deforestación como las exposiciones sur en la parte baja del Cerro San Miguel, Las Planillas y el Cerro Pelón, así como en el límite este del Bosque La Primavera, incluyendo el Cerro de El Colli. Otra área que también se considera como zona para recuperación es donde se construyeron los caminos de acceso al segundo campo geotérmico de la Comisión Federal de Electricidad en el Cerro Las Planillas, y la Mesa del Nopal, en el ejido Tala, y la zona de las mesas de Ocampo y Las Jícaras. El objetivo de manejo es detener la degradación y lograr la restauración del área a un estado lo más natural posible, para integrarlas a la categoría de manejo más adecuada a sus características, pudiendo unirlas a la zona adyacente en cada caso. El tiempo y los criterios que deban ser tomados en cuenta para decidir cuándo un área se ha recuperado, deberán establecerse en los programas operativos de trabajo específicos de cada una de ellas. El uso de estas zonas será limitado, mientras se recupera, a trabajos de restauración, grupos especiales de interpretación, uso científico y el tránsito de visitantes hacia otras zonas.

Medidas que garantizarán la compatibilidad del proyecto con las reglas administrativas del componente de marco jurídico en el Programa de Manejo

Las obras del proyecto (unidad de 25 MW y LST) se ubican parcialmente en tres zonas del ANP, como se aprecia en el anexo III.4 y en la Tabla III.17, donde se distingue el hecho de que el conjunto de obras del proyecto se localizan fuera de las zonas con más alto valor ambiental, como lo son:

Las Zonas de Protección (ZP: *superficies que han sufrido muy poca alteración y como ecosistemas relevantes o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo*);

Las Zonas de Uso Restringido (ZUR: *superficies en buen estado de conservación donde se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, e incluso mejorarlas en los sitios que así se requieran*); y

Las Zonas de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales (ZASRN*: Aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable*).

Tabla III.17
Ubicación de las obras del proyecto Cerritos Colorados dentro del APFFLP

Obra a construir	Zona de Manejo del ANP donde se ubica (1)	Uso actual del suelo
CG Cerritos Colorados (25 MW)	Zona de Aprovechamiento especial (ZAE)	Infraestructura geotérmica y vegetación secundaria
Red de vaporductos y tubería de inyección	Zona de Aprovechamiento especial (ZAE)	Infraestructura (caminos) y vegetación secundaria
LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	Zona de Aprovechamiento especial (ZAE)	Forestal, vegetación secundaria e infraestructura (camino)
	Zona de Recuperación (ZR) en dos transectos	Forestal, vegetación secundaria e infraestructura (camino)
	Zona de Uso Público (ZUP)	Forestal, vegetación secundaria e infraestructura (camino)
	Fuera del ANP (Zona suburbana de Zapopan)	Áreas urbanas y suburbanas

(1) Se utilizan los códigos dispuestos en el Programa de Manejo del APFFLP para identificar las Zonas de ubicación del proyecto.

Para analizar la compatibilidad del conjunto de obras que conforman el proyecto, se preparó la Tabla III.18, donde se revisan las obras a desarrollarse con base en los usos permitidos en cada Zona del ANP, de acuerdo con el Programa de Manejo del APFFLP.

Tabla III.18
Análisis de la compatibilidad del proyecto de acuerdo con los usos permitidos en las zonas donde se ubica

Obras	Zona donde se ubica y usos permitidos (1)	Análisis de compatibilidad y medidas que deben cumplirse
CG Cerritos Colorados (25 MW)	Zona de Aprovechamiento especial (ZAE): de acuerdo con las Disposiciones Generales del componente Marco Jurídico son *Aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje, ni causar impactos irreversibles en los elementos naturales que conforman. Abarca un total de 448,9 hectáreas, comprendida por la zona conocida como Cerritos Colorados, donde la Comisión Federal de Electricidad pretende realizar una explotación geotérmica, la cual deberá tener un manejo especial en el caso de que exista la autorización de las autoridades competentes. Así como aquellos sitios,*	En efecto, el recurso geotérmico es un recurso natural que debe ser aprovechado condicionado a la ejecución de una serie de medidas de prevención y mitigación que se proponen en el capítulo VI de este estudio de impacto ambiental. Como lo indica el Programa de Manejo, deberá presentarse un manejo especial en estas áreas para mitigar los impactos ambientales derivados de las obras y actividades; por otra parte, el proyecto no considera la apertura de bancos de obtención de minerales para

Tabla III.18
Análisis de la compatibilidad del proyecto de acuerdo con los usos permitidos en las zonas donde se ubica

Obras	Zona donde se ubica y usos permitidos (1)	Análisis de compatibilidad y medidas que deben cumplirse
	en los cuales después de los estudios de exploración se haya identificado la presencia de recursos minerales y que haya cumplido con todos los requerimientos de ley para dicho aprovechamiento, determinada en la concesión que se expida para tal efecto	su ejecución.
Red de vaporductos	Zona de Aprovechamiento especial (ZAE)	Se trata de infraestructura asociada al aprovechamiento geotérmico, permitido en esa zona y necesaria para la generación de energía eléctrica.
LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	Zona de Aprovechamiento especial (ZAE)	Se trata de infraestructura eléctrica asociada al aprovechamiento geotérmico, permitido en esa zona y necesaria para la transmisión de la energía hacia la zona urbana.
	Zona de Recuperación (ZR): *El objetivo de manejo es detener la degradación y lograr la restauración del área a un estado lo más natural posible, para integrarlas a la categoría de manejo más adecuada a sus características, pudiendo unirlas a la zona adyacente en cada caso. El tiempo y los criterios que deban ser tomados en cuenta para decidir cuándo un área se ha recuperado, deberán establecerse en los programas operativos de trabajo específicos de cada una de ellas. El uso de estas zonas será limitado, mientras se recupera, a trabajos de restauración, grupos especiales de interpretación, uso científico y el tránsito de visitantes hacia otras zonas.*	El establecimiento de infraestructura de transmisión de energía eléctrica no es un uso contemplado en los usos permitidos en esta zona; no obstante, la energía eléctrica debe ser conducida de la fuente de generación a la zona de consumo, por lo que esta infraestructura es necesaria para aprovechar la energía producida con el recurso geotérmico. La ejecución de esta LST deberá realizarse sin interferir con las tareas de restauración y sin ocasionar procesos de degradación de los recursos, principalmente del suelo y vegetación.
	Zona de Uso Público (ZUP): *Se permiten modificaciones para actividades intensivas como: áreas de día de campo, campamento, caseta de entrada y senderos de acceso, así como áreas de estacionamiento; se acepta la presencia e influencia de concentraciones de visitantes.*	El establecimiento de infraestructura de transmisión de energía eléctrica no es un uso contemplado en los usos permitidos en esta zona; no obstante, la energía eléctrica debe ser conducida de la fuente de generación a la zona de consumo, por lo que esta infraestructura es necesaria para aprovechar la energía producida con el recurso geotérmico. La condicionante a cumplir obligatoriamente (durante la construcción y operación de la obra) es no interferir con las actividades que realicen los visitantes.
	Tramo fuera del ANP	Le aplican ordenamientos de desarrollo urbano (ver apartado III.2.4).

(1) De acuerdo con el Programa de Manejo del APFFLP

Además del grado de compatibilidad del proyecto con los usos que se permiten en las zonas donde se ubica el proyecto, se deberán atender cabalmente las medidas de protección ambiental en el área de influencia que se establecen en la Tabla III.19.

Tabla III.19
Medidas que deberá cumplir la CFE para asegurar compatibilidad del proyecto con los lineamientos jurídicos del APFFLP

Zona ocupada por el proyecto	Diagnóstico y medidas propuestas (1)
ZAE: Central Geotermoeléctrica Cerritos Colorados (25 MW), Red de vaporductos, LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol.	Diagnóstico: *El manejo inapropiado de esta zona ha provocado pérdida de la cobertura vegetal y degradación de suelos, por lo que es urgente un plan de manejo adecuado para esta zona en particular.* Se propone que la CFE continúe con la ejecución de las actividades de conservación de suelo y agua, así como con los trabajos de restauración forestal en áreas afectadas por la anterior apertura de caminos y construcción de plataformas. Asimismo, implementar un programa de este tipo para los impactos al suelo y vegetación que se puedan generar con la construcción de las nuevas obras. Para lo cual, CFE deberá elaborar y proponer un plan de manejo para la Zona de Aprovechamiento Especial
ZR: LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol.	Diagnóstico: *Los principales problemas a resolver son la pérdida de cobertura vegetal y erosión…. Se presenta caza furtiva, sobrepastoreo y presión por crecimiento urbano sin control, además de que existen zonas de siembra de caña de azúcar que presentan una alta incidencia de incendios sin control.* La propuesta en estas zonas es en el sentido de continuar con las actividades de conservación de suelo y agua, así como con los trabajos de restauración forestal con especies nativas, en áreas de compensación por el impacto del derribo ocasional de árboles a consecuencia de la nueva línea de subtransmisión, por parte de CFE no tiene contempladas actividades como la cacería, pastoreo, urbanización, establecimiento de cultivos de caña; y quemas de material vegetal, que con cualquier fin deberán estar estrictamente prohibidas.
ZUP: LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol.	Diagnóstico: *Algunas áreas arboladas funcionan como zonas de recreo. Debido a este uso intensivo, el arbolado sufre deterioro y se presenta una fuerte presión para la construcción de vivienda. Otros problemas identificados en esta zona son el motociclismo, ciclismo de montaña, el sobrepastoreo y el vandalismo.* En estás áreas, la CFE no tiene contempladas acciones de urbanización, turismo, pastoreo ni vandalismo, que pudieran actuar conjuntamente con las actividades negativas que actualmente se realizan; por el contrario, las actividades constructivas de la LST deberán sujetarse a un programa de restauración forestal cuando estas actividades impliquen remoción de árboles dentro del derecho de vía.

(1) Estas medidas derivan de la revisión de un diagnóstico ambiental contenido en el Programa de Manejo del APFFLP, lo que les confiere un carácter de condicionantes a la CFE para la ejecución del proyecto.

De la misma manera se propone que en el área de influencia del proyecto, la CFE participe de manera activa en la consecución de las acciones establecidas en el Componente de Manejo relativo a la Conservación y Manejo y del Componente Investigación y Monitoreo, en lo que respecta a los siguientes Subcomponentes:

- *Restauración ecológica*
- *Prevención, control y combate de incendios*
- *Protección y conservación de especies naturales*
- *Monitoreo* (de procesos ecológicos y físicos naturales así como de los programas de restauración en curso).

Así como coadyuvar en el cumplimiento de los Subcomponentes relativos al Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales y Uso Público, que son:

- *Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales* (considerando la geotermia como un recurso renovable para satisfacer necesidades energéticas)
- *Regulación de Actividades*

En cuanto al Componente Educación Ambiental, Divulgación y Capacitación, una vez establecido el proyecto en su conjunto, la CFE deberá participar activamente en el logro de los objetivos contemplados en los subcomponentes:

- *Educación Ambiental*
- *Divulgación*
- *Capacitación*

Ya que, de acuerdo con el Programa de Manejo, *uno de los principales problemas dentro del área protegida es el desconocimiento, por parte de sus habitantes y de muchos actores que inciden sobre el APFF La Primavera, de la existencia de la misma, su significado, las características y compromisos que represente el desarrollar e implementar lineamientos y políticas de conservación, que beneficien de forma eficaz a sus usufructuarios, así como el compatibilizar el aprovechamiento de los recursos naturales con su preservación en el tiempo, por lo que es necesario contar con un programa de educación ambiental y difusión, mediante el cual se logre concientizar y sensibilizar a los diferentes sectores que inciden en el área, dando a conocer los valores ecológicos y culturales que presenta ésta, mediante el establecimiento de un programa de difusión.(...)*

Finalmente, la CFE deberá acatar en todo momento las disposiciones generales del componente de Marco Jurídico en las áreas ocupadas por el proyecto.

Con todo lo anteriormente propuesto y toda vez que se observe un estricto cumplimiento de todas las acciones establecidas en la ejecución de este proyecto de generación, transformación y transmisión de energía eléctrica; la CFE podrá convertirse (con la participación obligada de los diferentes actores involucrados en el APFFLP), en una entidad colaboradora en el logro de los objetivos del ANP, que son:

- *Mantener la capacidad del bosque como regulador y amortiguador climático;*
- *Proteger y mantener los sistemas de captación hídrica;*
- *Controlar la erosión y azolves de los cuerpos de agua;*
- *Proteger las bellezas escénicas del bosque;*
- *Ampliar las posibilidades de desarrollo turístico sustentable;*
- *Estimular el uso sustentable de tierras y el desarrollo rural,*
- *Preservar la diversidad genética de las comunidades naturales y sus especies de flora y fauna, principalmente de aquellas raras, endémicas o en peligro de extinción;*
- *Conservar muestras de ecosistemas en estado natural;*
- *Abrir opciones a la investigación y la experimentación;*
- *Fomentar la conciencia social mediante la educación ambiental;*
- *Establecer los lineamientos necesarios para regular las actividades turísticas, de recreo y de aprovechamiento de recursos naturales en el área, en congruencia con los fines de la creación del Área Natural Protegida.*

III.2.6. Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco

El área de estudio se encuentra inserta en el territorio del Estado de Jalisco, el 28 de julio de 2001 se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Jalisco (POETJ); y el 27 de julio de 2006, se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco la reforma del POETJ mediante el Acuerdo No. GIGELAG/ACU-021/2006), elaborado a escala 1:250,000. A continuación se enuncia en la Tabla III.20 cada Unidad de Gestión Ambiental (UGA) donde se ubica parcialmente el proyecto.

Tabla III.20
Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) del Ordenamiento Ecológico del Territorio de Jalisco donde se ubican las obras del proyecto.

Obra a construir	Unidad de Gestión Ambiental donde se ubica	Uso actual del suelo
Central Geotermoeléctrica Cerritos Colorados (25 MW)	ANP 4 117 C	Infraestructura geotérmica, vegetación secundaria, zona reforestada y forestal
Red de vaporductos y tubería de inyección	ANP 4 117 C	Infraestructura geotérmica (a un costado de los caminos y plataformas), forestal.
LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	ANP 4 117 C	Uso forestal y pecuario
	Ah 4 139 R	Uso urbano y suburbano
	Ah 4 136 C	
	Ah 4 137 C	

Descripción de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) presente en el área

Conforme a lo establecido en el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Jalisco, a continuación, se presenta la descripción y los usos asignados para cada una de las Unidades de Gestión Ambiental identificadas como aplicables a este proyecto, señalando además, la Política y los Criterios Ecológicos asignados y la forma en que el proyecto deberá cumplir con estos lineamientos para lograr compatibilidad con el ordenamiento ecológico territorial estatal (Tablas III.21, III.23, III.25 y III.27).

Con el propósito de manifestar explícitamente cada uno de los usos, políticas y criterios para la Unidad de Gestión Ambiental identificada como de influencia en el Proyecto, se hace la presentación detallada, resaltando que en la mención especifica de los criterios ecológicos se señala puntualmente la forma como se prevé, dentro del proyecto, dar cumplimiento a cada uno o bien como se relaciona, asimismo, se hace la anotación en aquellos criterios que no aplican al proyecto que se presenta (Tablas III.22, III.24, III.26 y III.28).

Tabla II.21 Descripción de la política ecológica en la UGA Anp4 117 C (aplica al proyecto de generación de 25 MW, vaporductos, líneas de inyección y un tramo de la LST)	
UGA	$Anp_4$117 C
Clave Uso Predeterminado	Anp
Clave de fragilidad	4
Número de UGA	117
Clave política Territorial	C
Fragilidad Natural	Alta
Política Territorial	Conservación
Uso del Suelo Predominante	Área Natural Protegida
Uso compatible	Flora y Fauna
Uso Condicionado	Turismo Asentamientos Humanos, Infraestructura Forestal Pecuario
Uso Incompatible	Industria*, Minería
Criterios de Regulación Ecológica	An 2, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 17 Ff 6, 10, 11, 15, 16, 18, 24 Tu 8, 9, 11 Ah 12, 13 If 1, 6, 23, 25 Fo 3 P 1, 16 Mi 3

* Es importante señalar, como se establece en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Jalisco (POETJ), el proyecto geotérmico no está tipificado dentro del rubro de la Industria, sino como de Infraestructura, tal y como se establece en las páginas 166-167 del POETJ (SEMADES, 2001)[1] y se describe a continuación.

*Infraestructura. Esta infraestructura consiste principalmente en la **dotación de energía e instalaciones** para los procesos productivos; **en servicios básicos** de agua potable, alcantarillado, drenaje y **energía eléctrica**, infraestructura de saneamiento, de comunicaciones, de educación, de salud y, de atención en caso de eventualidades adversas como desastres naturales o antrópicos para asentamientos humanos (Pág. 166).*

Por otra parte, si bien los criterios de infraestructura aplicables en la **UGA $ANP_4$117** (criterios If 1 e If 6) no contemplan la construcción y operación del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, si lo hace el criterio An-8, el cual refiere "**Establecer la infraestructura mínima para operar lo señalado en el programa de manejo**", refiriéndose al Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna la Primavera (PMAPFFP), en donde el área natural protegida se zonifica en siete zonas que se definen en función de la vocación natural del terreno y de su uso actual y potencial, siendo éstas; las siguientes:

a) Zona de Protección
b) Zona de Uso Restringido
c) Zona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales
d) Zona de Aprovechamiento Sustentable de Agroecosistemas

[1] Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable (SEMADES). 2001. Ordenamiento Ecológico del Estado de Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco, Méx. 190 pp. (Periódico Oficial del Estado de Jalisco del 28 de julio 2001).

e) Zona de Aprovechamiento Especial
f) Zona de Uso Público; y
g) Zona de Recuperación.

Respecto a la **Zona de Aprovechamiento Especial,** en la cual se ubica el proyecto geotérmico (inciso e), esta zona está definida como: *aquella superficie generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje, ni causar impactos irreversibles en los elementos naturales que lo conforman. Abarca una superficie de 448,9 ha,* ***comprendida por la zona conocida como Cerritos Colorados, donde CFE pretende realizar una explotación geotérmica, la cual deberá atender a un manejo especial en caso de que exista la autorización para su uso y aprovechamiento de los recursos naturales por parte de las autoridades ambientales competentes en la materia****. Así como aquellos sitios en los cuales, después de estudios de exploración se haya identificado la presencia de recursos minerales y que haya cumplido con todos los requerimientos de ley para dicho aprovechamiento, así como las superficies sujetas a explotación determinadas en la concesión que se expida para tal efecto* (CONANP-SEMARNAT, 2000; págs. 60 y 65)[2].

En función de lo anterior, la exploración y explotación de la zona geotérmica denominada Cerritos Colorados es compatible con ambos instrumentos de planeación (PMAPFFP y POETJ), y su desarrollo estaría sujeto a un manejo especial.

Tabla III.22
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Anp_4 117 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
ÁREA NATURAL (An)			
2	Promover e impulsar la valoración y preservación del patrimonio geológico de Jalisco	Conservación Promoción	El proyecto no contempla el aprovechamiento de material geológico dentro del ANP. Se propone que la información generada durante la parte de la planeación de este tipo de proyectos, esté a disposición de las instancias educativas como parte de los procesos de investigación en los rubros de geología y geotecnia, con el objeto de fortalecer y coadyuvar a incrementar la información de las singularidades geológicas presentes en el área de estudio.
7	Las aguas superficiales utilizadas en la actividad antropogénica deberán de mantenerse saneadas a fin de sostener los niveles de calidad del hábitat silvestre.	Restauración Regulación	El proyecto no tiene considerado la utilización de aguas superficiales. Las aguas residuales extraída del yacimiento geotérmico serán inyectadas a fin de evitar la contaminación de aguas superficiales.
8	Establecer la infraestructura mínima para operar lo señalado en el programa de manejo.	Aprovecha-miento Restricción	Forma de cumplimiento: La infraestructura de generación de energía mediante el recurso geotérmico es compatible con los usos permitidos en la ZAE del APFFLP.
9	Implementar los proyectos de aprovechamiento, restauración y manejo en áreas naturales protegidas cumpliendo con la mitigación considerada en los estudios de impacto ambiental.	Conservación Regulación	Cerritos Colorados constituye un proyecto de aprovechamiento sustentable del recurso renovable geotérmico con el objeto de proveer energía eléctrica a la zona metropolitana de Guada-lajara. Por otro lado, la CFE seguirá ejecutando actividades de restauración en zonas degradadas identificadas (principalmente dentro de la ZAE). Las medidas propuestas en este estudio para mitigar los impactos ambientales deberán considerarse como condicionantes para la autorización del proyecto.
11	Impulsar la visitación turística regulada a las áreas naturales.	Aprovecha-miento Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (el proyecto no es de carácter turístico)

[2] CONANP-SEMARNAT. 2000. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. México. 132 pp.

Tabla III.22
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Anp_4 117 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
12	Establecer áreas de amortiguamiento en las Áreas Naturales Protegidas que regulen las presiones al área de conservación, y establecer ahí, las instalaciones para turismo de descanso.	Conservación Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (el proyecto no es de carácter turístico)
14	Mantener actividades productivas y recreativas fuera de las zonas de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre.	Conservación Regulación	Las obras de generación y transformación se ubicarán en áreas desprovistas de vegetación, mientras que la LST solamente afectará vegetación en la base de las estructuras. Adicionalmente, en los sitios de cada obra se implementarán *Programas de Manejo de Flora y Fauna Silvestres*.
17	La recreación dentro de las áreas silvestres, aprovechará los vestigios arqueológicos presentes.	Conservación Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (no se realizarán actividades recreativas).
FLORA Y FAUNA (Ff)			
6	Para las especies nativas del estado establecer un inventario a nivel municipal con el fin de identificar flora y fauna notable y fomentar su protección.	Protección Promoción	El presente estudio ha permitido incrementar el conocimiento florístico y faunístico mediante los inventarios realizados y con la recopilación de los inventarios existentes.
10	Impulsar un inventario y monitoreo de la flora, fauna y hongos y sus poblaciones que permitan mantener un estatus actualizado para aquellas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial.	Protección Regulación	El presente estudio ha permitido incrementar el conocimiento florístico y faunístico ya que mediante los inventarios realizados se ha detectado la distribución de diferentes especies con estatus de protección. Las especies de flora y fauna en riesgo estarán sujetas a un manejo específico para su protección.
11	Realizar campañas para reducir el tráfico o apropiación ilegal de especies.	Conservación Regulación	Se establecerá un *Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental*, enfocada a los visitantes, pobladores y trabajadores del proyecto, en el cual se considere este tópico. Además, estará estrictamente prohibida la apropiación y tráfico de especies silvestres.
15	En zonas de protección se prohíbe el aprovechamiento extractivo de flora, fauna, hongos, protistas y procariotas silvestres.	Protección Restricción	Las obras y actividades del proyecto no contemplan el aprovechamiento de estos organismos. Se establecerá un *Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental*, enfocada a los visitantes, pobladores y trabajadores del proyecto, en el cual se considere este tópico. Además, estará estrictamente prohibida la apropiación y tráfico de especies silvestres.
16	Mantener zonas de exclusión en áreas productivas y recreativas para la anidación y reproducción de fauna silvestre.	Protección Restricción	Las obras de generación y transformación se ubicarán en áreas desprovistas de vegetación, mientras que la LST solamente afectará vegetación en la base de las estructuras. Adicionalmente, se implementará un *Programa de Manejo de Fauna Silvestre.*
18	Promover que los programas de reforestación se realicen considerando las especies y densidades existentes antes del deterioro.	Restauración Promoción	Se debe continuar el *Programa de Reforestación* que se ejecuta actualmente con especies nativas. Las especies no nativas empleadas deberán sustituirse gradualmente hasta lograr la composición original de especies.
24	Impulsar un programa de monitoreo de la calidad del agua superficial dentro de zonas silvestres para asegurar la salud de los organismos.	Conservación Regulación	Se deberá ejecutar un *Programa de Monitoreo de Agua* en manantiales, norias y pozos dentro y en la periferia del campo geotérmico.

Tabla III.22
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Anp_4 117 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
TURISMO (Tu)			
8	Se permiten actividades de ecoturismo en áreas silvestres de acuerdo con el programa de manejo autorizado.	Conservación Aprovecha-miento Promoción Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en estos criterios ecológicos (el proyecto no es de carácter turístico). La naturaleza del proyecto (aprovechamiento geotérmico) está considerada dentro de los usos permitidos dentro de la Zona de Aprovechamiento Especial del APFFLP, de acuerdo con su Programa de Manejo (SEMARNAT, 2000).
9	En áreas naturales protegidas sólo se permiten las prácticas de campismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos.		
11	Promover e impulsar museos y galerías que presenten y conserven aquellos aspectos de relevancia de Jalisco.		
ASENTAMIENTOS HUMANOS (Ah)			
12	Promover el uso de transporte eléctrico en las áreas urbanas y la utilización de dispositivos para la reducción de los niveles de ruido en el transporte.	Protección Regulación	La operación del presente proyecto permitirá fortalecer la atención de la demanda que reclame el transporte eléctrico en el área de influencia respectivo acorde a la capacidad de generación, además será de aplicación el reglamento y normas relativas a ruido, la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.
13	Establecer un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales que incluya acciones ambientalmente adecuadas desde el origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de basura, con el fin de evitar la contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales, contaminación del suelo y daños a la salud.	Protección Regulación	Se diseñará e implementará un *Programa Específico de Manejo de Residuos,* que incluye la supervisión durante todas las etapas del proyecto del adecuado manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos.
INFRAESTRUCTURA (If)			
1	En la construcción de infraestructura carretera considerar el respeto de los recursos y valores paisajísticos.	Protección Restricción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico, se aprovechará la red de caminos existentes en el campo geotérmico. Se realizará la modificación de un tramo de 250 m de longitud de un camino de acceso ya existente, para lo cual se evitará afectar vegetación arbórea forestal.
6	Promover y apoyar el establecimiento de centros de visitantes en las áreas naturales protegidas.	Aprovecha-miento Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (No es de carácter turístico).
23	La construcción de nuevos caminos municipales, estatales o federales en áreas naturales protegidas, se realizará en función de las disposiciones de los decretos y programas de manejo correspondientes.	Protección Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico, se aprovechará la red de caminos existentes en el campo geotérmico. Se realizará la modificación de un tramo de 200 m de longitud de un camino de acceso ya existente, para lo cual se evitará afectar vegetación arbórea forestal.
25	En los caminos que atraviesan áreas naturales, se considerará en el diseño y operación, la no in-terrupción de corredores naturales.	Conservación Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (no se construirán nuevos caminos).

Tabla III.22
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Anp_4 117 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
FORESTAL (Fo)			
3	Impulsar un manejo de cuencas considerando una cobertura forestal permanente en los parteaguas.	Protección Restricción	Se debe continuar el *Programa de Reforestación* que se ejecuta actualmente con especies nativas y de manejo y saneamiento forestal (control de plagas). El manejo de cuencas estará sustentado en los estudios hidrológicos, edafológicos y de erosión actual y potencial realizados en las microcuencas donde físicamente se ubica el proyecto.
PECUARIO (P)			
1	Regular la población ganadera en áreas de pastoreo de acuerdo con la capacidad de carga del sitio.	Conservación Aprovecha-miento Promoción Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (no se desarrollarán actividades pecuarias).
16	En aquellos sitios donde exista una combinación de áreas de pastoreo y vegetación natural incorporar ganadería diversificada.		
MINERÍA (Mi)			
3	La extracción de materiales geológicos se realizará fuera de las áreas naturales protegidas, exceptuando las realizadas con fines artesanales contempladas en el programa de manejo.	Protección Regulación	CFE no realizará dentro del área natural protegida aprovechamientos de extracción de materiales geológicos de ningún tipo. El material a emplear en las actividades constructivas será adquirido en bancos autorizados fuera del ANP.

Tabla III.23
Descripción de la política ecológica en la UGA: Ah_4 136 C (aplica solamente a la LST)

UGA	$Ah_4$136 C
Clave Uso Predeterminado	Ah
Clave de fragilidad	4
Número de UGA	136
Clave política Territorial	C
Fragilidad Natural	Alta
Política Territorial	Conservación
Uso del Suelo Predominante	Asentamientos Humanos
Uso compatible	---
Uso Condicionado	Agricultura, Flora y Fauna, Minería
Uso Incompatible	**---**
Criterios de Regulación Ecológica	Ah 1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 22, 23, 32 Ag 5, 11, 12, 25, 26 Ff 17 An 6, 18 In 2, 3, 4, 5, 7, 9, 14, 18, 20 If 5, 8, 9, 15, 21, 22 P 20

Tabla III.24
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 136 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
ASENTAMIENTOS HUMANOS (Ah)			
1	Permitir la construcción de vivienda y espacios públicos en terrenos con pendientes menores al 30%.	Protección Restricción Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (no se construirán asentamientos humanos).
2	Permitir la construcción de vivienda y espacios públicos en sitios sin presencia de riesgos naturales o aquellos que no hayan sido modificados por la actividad del hombre: terrenos que no hayan sido rellenados con materiales no consolidados, bancos de material y zonas con mantos acuíferos sobreexplotados.		
6	Permitir la construcción de vivienda y espacios públicos, en sitios alejados de la zona de influencia de instalaciones que puedan representar una amenaza químico-tecnológica.		
8	Promover estímulos fiscales para renovación del parque vehicular que exceda los 13 años de antigüedad	Restauración Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. No obstante, los vehículos que serán utilizados durante todas las etapas del proyecto deberán cumplir de manera obligatoria con un Programa permanente de verificación, para que las emisiones de contaminantes no rebasen los límites permisibles por la normatividad ambiental.
9	Eficientar el sistema de recolecta y disposición de residuos sólidos municipales con el fin de evitar la práctica de quema de residuos en zonas urbanas propicias a emergencias por contaminación atmosférica	Protección Restricción	Se aplicará un *Programa Específico de Manejo de Residuos* en todas las etapas del proyecto, en el que estará estrictamente prohibida la quema de residuos sólidos municipales o de cualquier otro tipo.
10	Promover y estimular el saneamiento de las aguas freáticas para la reutilización de las mismas.	Restauración Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico; no se utilizarán aguas freáticas.
11	Tratar las aguas residuales de las poblaciones mayores de 2 500 habitantes.	Restauración Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. Aunque no se establecerá un núcleo poblacional, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas generadas en las instalaciones.
13	Establecer un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales que incluya acciones ambientalmente adecuadas desde el origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de basura, con el fin de evitar la contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales, contaminación del suelo y daños a la salud.	Protección Regulación	Se diseñará e implementará un *Programa Específico de Manejo de Residuos*, que incluye la supervisión durante todas las etapas del proyecto del adecuado manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos.

Tabla III.24
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 136 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
14	Las ampliaciones a nuevos asentamientos urbanos y/o turísticos deberán contar con sistemas de drenaje pluvial y/o doméstico independientes.	Protección Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico; no habrá desarrollo de asentamientos humanos o turísticos.
15	Generar información pública sobre el origen y sistema de producción de alimentos, como orientación de consumo.	Protección Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
17	En aquellos municipios que se presenten indicadores de deterioro por crecimiento urbano promover su incorporación al Programa de Municipios Saludables.	Restauración Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
21	Promover el aumento de densidad poblacional en las áreas ya urbanizadas, mediante la construcción de vivienda en terrenos baldíos y el impulso de la construcción vertical.	Aprovecha-miento Restricción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
22	Promover e impulsar el establecimiento de áreas verdes con el propósito de alcanzar una superficie mínima de 10 m^2 /hab.	Conservación Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. No obstante, el proyecto contempla continuar con el *Programa de Reforestación.*
23	Promover e impulsar la preservación de la salud del arbolado urbano con el propósito de reducir la pérdida de áreas verdes y prevenir riesgos de caída y muerte prematura.	Conservación Promoción	Durante la construcción de la LST en el área urbana de Zapopan (Prolongación Av. Mariano Otero) las labores en el arbolado urbano se deberán realizar con criterios técnicos de arboricultura para asegurar un buen manejo, conservar su salud y evitar riesgos. También deberá cumplirse con la NAE-SEMADES-001/2003. (Norma del estatal de Jalisco) Que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la poda, el transplante y el derribo del arbolado en zonas urbanas del Estado de Jalisco.
32	Establecer un Consejo Regional para el Seguimiento y Evaluación del Ordenamiento Ecológico.	Conservación Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
AGRICULTURA (Ag)			
5	Promover una diversificación de cultivos acorde a las condiciones ecológicas del sitio.	Aprovecha-miento Promoción Restauración Protección	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en estos criterios ecológicos (el proyecto no es de carácter agrícola).
11	Incorporar abonos orgánicos en áreas sometidas en forma recurrente a monocultivo.		
12	Incorporar coberturas orgánicas sobre el suelo para evitar la erosión.		
25	Poner en marcha un programa de vigilancia epidemiológica para trabajadores agrícolas permanentes.		
26	En terrenos agrícolas colindantes a las áreas urbanas favorecer la crea-ción de sistemas productivos ami-gables para una comercialización directa y con apertura al público.		

Tabla III.24
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 136 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
FLORA Y FAUNA (Ff)			
17	Impulsar en áreas silvestres programas de restauración de los ciclos naturales alterados por las actividades humanas.	Restauración Promoción	Se implementará un *Programa Específico de Establecimiento de Áreas Forestales de Compensación,* en una superficie equivalente a la que requiere el proyecto para su ejecución y que pretende servir como hábitat alternativo para la vida silvestre, además de proporcionar los servicios ambientales propios de un bosque natural.
AREA NATURAL (An)			
6	Promover la participación de las comunidades locales en la planificación, protección y conservación de los recursos.	Conservación Promoción	Se deberá diseñar y aplicar el *Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental*, fomentando la participación de actores sociales interesados en la protección ambiental.
18	Articular los espacios con especial valoración ambiental que deben configurar, como decisión social, las piezas de una red o sistema de corredores de vida silvestre y el mantenimiento de los ecosistemas representativos de la región con previsión de cautela y limitaciones de uso y recursos actuales que impidan su transformación y pérdida.	Conservación Regulación	Con la implementación de las Estrategias de mitigación de impactos ambientales que generará el proyecto, CFE mantendrá la calidad ambiental de La Primavera, como ecosistema representativo de la región.
INDUSTRIA (In)			
2	Se realizarán auditorias ambientales y promoverá la autorregulación mediante la certificación de seguridad ambiental.	Protección Regulación	CFE ha obtenido el Certificado de Industria Limpia por parte de la PROFEPA, en el proyecto Cerritos Colorados, que deberá hacer extenso al conjunto de obras que integran el proyecto; de manera que deberá continuar con este compromiso de protección ambiental, basado en un proceso de mejora continua.
3	Diseñar e instrumentar estrategias ambientales para que las empresas incorporen como parte de sus procedimientos normales la utilización de tecnologías y metodologías de gestión ambiental, en materia de residuos peligrosos, las alternativas tecnológicas y de gestión.	Conservación Promoción	CFE aplicará un *Programa Específico de Manejo de Residuos* en todas las etapas del proyecto.
4	Establecer monitoreo ambiental en zonas industriales.	Conservación Regulación	Como condicionante de la ejecución de proyecto, se propone la implementación de un Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental en la central generadora y de la LST, con el objeto de registrar cambios en los recursos naturales (aire, agua y suelo).
5	Promover el uso de criterios de calidad en la producción de alimentos, bebidas, conservas, calzado, hilos y telas, ropa, muebles de madera que permitan una internacionalización de los productos.	Aprovechamiento Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
7	Establecer plantas para el tratamiento de las agua de residuales de los giros industriales.	Restauración Regulación	Se construirá una planta de tratamiento para las aguas domésticas que se generen durante la operación del proyecto.

Tabla III.24
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 136 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
9	Condicionar la entrada de inversión extranjera directa a partir de los costos ambientales que representa el establecimiento, operación y abandono de dicha inversión.	Protección Restricción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
14	Inducir la generación de cadenas productivas nuevas para el aprovechamiento de los subproductos del reciclado, reuso y recuperado.	Aprovecha-miento Promoción	Se aplicará un *Programa Específico de Manejo de Residuos*, que debe incluir el fomento del reciclaje, reuso y recuperación de subproductos.
18	Condicionar el establecimiento de grandes empresas a partir de su peligrosidad (potencial contaminante y innovación de ocurrencia de un accidente con consecuencias catastróficas).	Protección Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
20	Promover e impulsar la innovación tecnológica para el mejoramiento ambiental.	Aprovecha-miento Promoción	Se ha considerado la tecnología disponible para disminuir las emisiones a la atmósfera, las emisiones de ruido, así como para proponer una estrategia de mitigación de los impactos ambientales.
INFRAESTRUCTURA (If)			
5	Promover e impulsar el aprovechamiento de energía solar como fuente de energía.	Aprovecha-miento Promoción	El proyecto pretende transmitir energía eléctrica generada también con una fuente renovable y sin utilizar combustibles.
8	Se considerará como deseable el tendido de líneas de comunicación en forma subterránea.	Protección Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. (No se pretende instalar líneas de comunicación).
9	Establecer un sistema de señalización en las líneas de conducción y transporte donde se ubiquen condiciones de riesgo.	Protección Regulación	Se respetará el contenido de la normatividad establecida en el capítulo II para CFE en el rubro de seguridad.
21	Promover e impulsar adecuaciones de la infraestructura industrial para la atención de emergencias químico-tecnológicas e hidrometeorológicas	Protección Regulación	Se respetará el contenido de la normatividad establecida en el capítulo II para CFE en el rubro de seguridad.
22	Las áreas urbanas y/o turísticas deben contar con infraestructura para la captación del agua pluvial	Conservación Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico; no se establecerán áreas urbanas o turísticas.
PECUARIO (P)			
20	El comercio de productos alimenticios debe de incluir información al consumidor sobre aquellos alimentos generados en Jalisco y las materias primas e insumos utilizados	Aprovecha-miento Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (no es de carácter pecuario).

Tabla III.25 Descripción de la política ecológica en la UGA: Ah_4 137 C (aplica solamente a la LST)	
UGA	$Ah_4$137 C
Clave Uso Predeterminado	Ah
Clave de fragilidad	4
Número de UGA	137
Clave política Territorial	C
Fragilidad Natural	Alta
Política Territorial	Conservación
Uso del Suelo Predominante	Asentamientos Humanos
Uso compatible	---
Uso Condicionado	Industria
Uso Incompatible	**---**
Criterios de Regulación Ecológica	Ah 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34 In 2, 3, 4, 5, 7, 9, 14, 10, 14, 18, 20 If 8, 14, 15 An 6, 18 Ff 1, 3, 4 P 20

Tabla III.26
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 137 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
ASENTAMIENTOS HUMANOS (Ah			
5	Con el fin de impulsar una renovación urbana favorecer la reposición habitacional a partir del mejoramiento, saneamiento y rehabilitación de sus elementos (vialidad, redes de servicio o del paisaje urbano) y limitando en las zonas predominantemente habitacionales de la ciudad el cambio de uso del suelo de residencial a comercial o industrial.		El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (no se construirán asentamientos humanos).
8	Promover estímulos fiscales para renovación del parque vehicular que exceda los 13 años de antigüedad	Restauración Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. No obstante, los vehículos que serán utilizados durante todas las etapas del proyecto deberán cumplir de manera obligatoria con un programa permanente de verificación, para que las emisiones de contaminantes no rebasen los límites permisibles por la normatividad ambiental.
9	Eficientar el sistema de recolecta y disposición de residuos sólidos municipales con el fin de evitar la práctica de quema de residuos en zonas urbanas propicias a emergencias por contaminación atmosférica	Protección Restricción	Se aplicará un *Programa Específico de Manejo de Residuos* en todas las etapas del proyecto, en el que estará estrictamente prohibida la quema de residuos sólidos municipales o de cualquier otro tipo.
10	Promover y estimular el saneamiento de las aguas freáticas para la reutilización de las mismas.	Restauración Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico; no se utilizarán aguas freáticas.

Tabla III.26
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 137 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
11	Tratar las aguas residuales de las poblaciones mayores de 2 500 habitantes.	Restauración Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. Aunque no se establecerá un núcleo poblacional, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas generadas en las instalaciones.
12	Promover el uso de transporte eléctrico en las áreas urbanas y la utilización de dispositivos para la reducción de los niveles de ruido en el transporte.	Protección Regulación	La operación del presente proyecto permitirá fortalecer la atención de la demanda que reclame el transporte eléctrico en el área de influencia respectivo acorde a la capacidad de generación, además será de aplicación el reglamento y normas relativas a ruido, la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.
13	Establecer un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales que incluya acciones ambientalmente adecuadas desde el origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de basura, con el fin de evitar la contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales, contaminación del suelo y daños a la salud.	Protección Regulación	Se diseñará e implementará un *Programa Específico de Manejo de Residuos*, que incluye la supervisión durante todas las etapas del proyecto del adecuado manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos.
14	Las ampliaciones a nuevos asentamientos urbanos y/o turísticos deberán contar con sistemas de drenaje pluvial y/o doméstico independientes.	Protección Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico; no habrá desarrollo de asentamientos humanos o turísticos.
15	Generar información pública sobre el origen y sistema de producción de alimentos, como orientación de consumo.	Protección Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
16	Impulsar un sistema de ciudades para la articulación regional evitando la progresiva desarticulación y el despoblamien-to de las áreas rurales interiores		El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
21	Promover el aumento de densidad poblacional en las áreas ya urbanizadas, mediante la construcción de vivienda en terrenos baldíos y el impulso de la construcción vertical.	Aprovecha-miento Restricción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
22	Promover e impulsar el establecimiento de áreas verdes con el propósito de alcanzar una superficie mínima de 10 m^2 /hab.	Conservación Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. No obstante, el proyecto contempla continuar con el *Programa de Reforestación.*
23	Promover e impulsar la preservación de la salud del arbolado urbano con el propósito de reducir la pérdida de áreas verdes y prevenir riesgos de caída y muerte prematura.	Conservación Promoción	Durante la construcción de la LST en el área urbana de Zapopan (Prolongación Av. Mariano Otero) las labores en el arbolado urbano se deberán realizar con criterios técnicos de arboricultura para asegurar un buen manejo, conservar su salud y evitar riesgos. También deberá cumplirse con la NAE-SEMADES-001/2003. (Norma del estatal de Jalisco) Que

Tabla III.26
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 137 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
			establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la poda, el transplante y el derribo del arbolado en zonas urbanas del Estado de Jalisco.
24	Promover e impulsar la plantación de especies nativas en áreas verdes con el objetivo de una educación ambiental no formal sobre la riqueza biótica del lugar.		El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. CFE continuará con el *Programa de Reforestación* con especies nativas dentro y fuera del área natural protegida.
28	Promover e impulsar la preservación, recuperación y aprovechamiento del patrimonio arquitectónico		El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
29	Con el propósito de valorar el patrimonio natural del estado y al mismo tiempo generar un atractivo turístico cultural promover y apoyar la creación de un Museo de Historia Natural del Estado.		El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
31	Crear la Figura del Ombusman ambiental en la región, con el propósito de dar recomendaciones desde la sociedad, a las instituciones gubernamentales.		El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
32	Establecer un Consejo Regional para el Seguimiento y Evaluación del Ordenamiento Ecológico.	Conservación Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
33	Formar grupos de participación comunitaria dirigidos a solucionar algún problema específico o al cambio de una cultura participativa con la visión de pertenencia sobre los espacios comunes.		El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
34	Toda urbanización responderá a los lineamientos de su respectivo Plan Parcial de Urbanización para garantizar su integración en el contexto urbano donde se ubique.		En este Capítulo se incluye un análisis de compatibilidad con el Plan de Desarrollo Urbano de Zapopan, así como con los Planes Parciales de Desarrollo.
INDUSTRIA (In)			
2	Se realizarán auditorias ambientales y promoverá la autorregulación mediante la certificación de seguridad ambiental.	Protección Regulación	CFE ha obtenido el Certificado de Industria Limpia por parte de la PROFEPA, en el proyecto Cerritos Colorados, que deberá hacer extenso al conjunto de obras que integran el proyecto; de manera que deberá continuar con este compromiso de protección ambiental, basado en un proceso de mejora continua.
3	Diseñar e instrumentar estrategias ambientales para que las empresas incorporen como parte de sus procedimientos normales la utilización de tecnologías y metodologías de gestión ambiental, en materia de residuos peligrosos, las alternativas tecnológicas y de gestión.	Conservación Promoción	CFE aplicará un *Programa Específico de Manejo de Residuos* en todas las etapas del proyecto.

Tabla III.26
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 137 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
4	Establecer monitoreo ambiental en zonas industriales.	Conservación Regulación	Como condicionante de la ejecución de proyecto, se propone la implementación de un Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental en la central generadora y de la LST, con el objeto de registrar cambios en los recursos naturales (aire, agua y suelo).
5	Promover el uso de criterios de calidad en la producción de alimentos, bebidas, conservas, calzado, hilos y telas, ropa, muebles de madera que permitan una internacionalización de los productos.	Aprovecha-miento Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
7	Establecer plantas para el tratamiento de las agua de residuales de los giros industriales.	Restauración Regulación	Se construirá una planta de tratamiento para las aguas domésticas que se generen durante la operación del proyecto.
9	Condicionar la entrada de inversión extranjera directa a partir de los costos ambientales que representa el establecimiento, operación y abandono de dicha inversión.	Protección Restricción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
10	Las actividades industriales que se emplacen en el suelo rústico contarán con una franja perimetral de aislamiento para el conjunto dentro del mismo predio, en el cual no se permitirá ningún tipo de desarrollo urbano pudiéndose utilizar para fines forestales, de cultivo o ecológicos. El ancho de esta franja de aislamiento se determinará según lo señalado en el Reglamento de Zonificación del Estado de Jalisco.		Por seguridad de las instalaciones eléctricas, las *Áreas Forestales de Compensación* serán ubicadas fuera de los predios de la central generadora, en zonas donde sea necesario un amortiguamiento visual.
14	Inducir la generación de cadenas productivas nuevas para el apro-vechamiento de los subproductos del reciclado, reuso y recuperado.	Aprovecha-miento Promoción	Se aplicará un *Programa Específico de Manejo de Residuos*, que debe incluir el fomento del reciclaje, reuso y recuperación de subproductos.
18	Condicionar el establecimiento de grandes empresas a partir de su peligrosidad (potencial contami-nante y innovación de ocurrencia de un accidente con consecuencias catastróficas).	Protección Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
20	Promover e impulsar la innovación tecnológica para el mejoramiento ambiental.	Aprovecha-miento Promoción	Se ha considerado la tecnología disponible para disminuir las emisiones a la atmósfera, las emisiones de ruido, así como para proponer una estrategia de mitigación de los impactos ambientales.
INFRAESTRUCTURA (If)			
8	Se considerará como deseable el tendido de líneas de comunicación en forma subterránea.	Protección Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. (No se pretende instalar líneas de comunicación).

Tabla III.26
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 137 C y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
14	Establecer plantas de tratamiento de aguas residuales en cabeceras municipales y poblaciones mayores a 2,500 habitantes	Restauración Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. Aunque no se establecerá un núcleo poblacional, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas generadas en las instalaciones.
15	Realizar el transporte de residuo peligrosos en vías de alta seguridad.	Protección Regulación	El transporte y disposición de residuos peligrosos se realizará de acuerdo al *Programa Específico de Manejo de Residuos.*
AREA NATURAL (An)			
6	Promover la participación de las comunidades locales en la planificación, protección y conservación de los recursos.	Conservación Promoción	Se deberá diseñar y aplicar el *Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental*, fomentando la participación de actores sociales interesados en la protección ambiental.
18	Articular los espacios con especial valoración ambiental que deben configurar, como decisión social, las piezas de una red o sistema de corredores de vida silvestre y el mantenimiento de los ecosistemas representativos de la región con previsión de cautela y limitaciones de uso y recursos actuales que impidan su transformación y pérdida.	Conservación Regulación	Con la implementación de la Estrategia de mitigación de impactos ambientales que generará el proyecto, CFE mantendrá la calidad ambiental de La Primavera, como ecosistema representativo de la región.
FLORA Y FAUNA (Ff)			
1	En los programas de educación básica dar a conocer la biota presente en las localidades como parte del patrimonio natural.	Conservación Promoción	La información generada en este estudio referente a la biodiversidad del área de estudio estará a disposición de las instancias interesadas con fines educativos.
3	Incorporar especies silvestres de alto valor ornamental y/o medicinal en los viveros comerciales.	Aprovecha-miento Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico; no se establecerán viveros comerciales.
4	Incorporar a los viveros destinados a la reproducción de plantas para la reforestación, especies arbóreas y/o arbustivas nativas.	Restauración Promoción	Se instalará un vivero forestal donde se produzcan especies nativas para las actividades de reforestación.
PECUARIO (P)			
20	El comercio de productos alimenticios debe de incluir información al consumidor sobre aquellos alimentos generados en Jalisco y las materias primas e insumos utilizados.	Aprovecha-miento Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico (no es de carácter pecuario).

Tabla III.27 Descripción de la política ecológica en la UGA: Ah_4 139 R (aplica solamente a la LST)	
UGA	$Ah_4$139 R
Clave Uso Predeterminado	Ah
Clave de fragilidad	4
Número de UGA	139
Clave política Territorial	R
Fragilidad Natural	Alta
Política Territorial	Restauración
Uso del Suelo Predominante	Asentamientos Humanos
Uso compatible	---
Uso Condicionado	---
Uso Incompatible	**---**
Criterios de Regulación Ecológica	Ah 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 24 If 8, 14, 15

Tabla III.28
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 139 R y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
ASENTAMIENTOS HUMANOS (Ah)			
8	Promover estímulos fiscales para renovación del parque vehicular que exceda los 13 años de antigüedad	Restauración Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. No obstante, los vehículos que serán utilizados durante todas las etapas del proyecto deberán cumplir de manera obligatoria con un programa permanente de verificación, para que las emisiones de contaminantes no rebasen los límites permisibles por la normatividad ambiental.
9	Eficientar el sistema de recolecta y disposición de residuos sólidos municipales con el fin de evitar la práctica de quema de residuos en zonas urbanas propicias a emergencias por contaminación atmosférica	Protección Restricción	Se aplicará un *Programa Específico de Manejo de Residuos* en todas las etapas del proyecto, en el que estará estrictamente prohibida la quema de residuos sólidos municipales o de cualquier otro tipo.
10	Promover y estimular el saneamiento de las aguas freáticas para la reutilización de las mismas.	Restauración Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico; no se utilizarán aguas freáticas.
11	Tratar las aguas residuales de las poblaciones mayores de 2 500 habitantes.	Restauración Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. Aunque no se establecerá un núcleo poblacional, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas generadas en las instalaciones.
12	Promover el uso de transporte eléctrico en las áreas urbanas y la utilización de dispositivos para la reducción de los niveles de ruido en el transporte.	Protección Regulación	La operación del presente proyecto permitirá fortalecer la atención de la demanda que reclame el transporte eléctrico en el área de influencia respectivo acorde a la capacidad de generación, además será de aplicación el reglamento y normas relativas a ruido, la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.
13	Establecer un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales que incluya acciones ambientalmente adecuadas desde el origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de basura, con el fin de evitar la contaminación de	Protección Regulación	Se diseñará e implementará un *Programa Específico de Manejo de Residuos*, que incluye la supervisión durante todas las etapas del proyecto del adecuado manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos.

Tabla III.28
Criterios de Regulación Ecológica de la UGA Ah_4 139 R y forma de cumplimiento por parte del proyecto (aplican solamente a la LST)

Área natural	Criterios	Políticas	Forma de cumplimiento
	mantos freáticos y aguas superficiales, contaminación del suelo y daños a la salud.		
14	Las ampliaciones a nuevos asentamientos urbanos y/o turísticos deberán contar con sistemas de drenaje pluvial y/o doméstico independientes.	Protección Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico; no habrá desarrollo de asentamientos humanos o turísticos.
16	Impulsar un sistema de ciudades para la articulación regional evitando la progresiva desarticulación y el despoblamien-to de las áreas rurales interiores		El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
17	En aquellos municipios que se presenten indicadores de deterioro por crecimiento urbano promover su incorporación al Programa de Municipios Saludables.	Restauración Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico.
24	Promover e impulsar la plantación de especies nativas en áreas verdes con el objetivo de una educación ambiental no formal sobre la riqueza biótica del lugar.	Conservación Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. CFE continuará con el *Programa de Reforestación* con especies nativas dentro y fuera del Área Natural Protegida.
INFRAESTRUCTURA (If)			
8	Se considerará como deseable el tendido de líneas de comunicación en forma subterránea.	Protección Promoción	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. (No se pretende instalar líneas de comunicación).
14	Establecer plantas de tratamiento de aguas residuales en cabeceras municipales y poblaciones mayores a 2,500 habitantes	Restauración Regulación	El proyecto no contraviene con lo dispuesto en este criterio ecológico. Aunque no se establecerá un núcleo poblacional, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas generadas en las instalaciones.
15	Realizar el transporte de residuos peligrosos en vías de alta seguridad.	Protección Regulación	El transporte y disposición de residuos peligrosos se realizará de acuerdo al *Programa Específico de Manejo de Residuos.*

Análisis general de la compatibilidad

El Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, como un instrumento de planeación ambiental, que por la escala a la que fue aprobado, lo debemos considerar como indicativo, de esta forma se consideró en primer término la política general que se establece para cada una de las UGA's, que comprende tanto el presente proyecto de generación de energía eléctrica, como los proyectos asociados, de donde obtenemos que tres de las cuatro UGA's cuentan con una política de Conservación y a la otra, le corresponde una Política de Restauración, lo que significa que cualquier tipo de actividad que pretenda desarrollarse en ellas, deberán de apegarse a estas políticas.

Derivado de este análisis y de los lineamientos aplicables de este Ordenamiento Jurídico, se analizaron los Usos que les corresponde a cada una de las UGA's, encontrando que el predio de Cerritos Colorados, se ubica en una UGA que marca como uso predominante el de ANP, como uso condicionado el Turismo, Asentamientos Humanos, Infraestructura. Forestal y Pecuario, enfatizando que se marca como uso incompatible la Industria y la Minería.

Con base en lo antes expuesto, se puede concluir que la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso con la regulación de uso de suelo (respecto de los usos predominantes, compatibles, condicionados e incompatibles) en el área del proyecto tanto para el establecimiento de la unidad de generación de energía como para los proyectos asociados (de transformación y transmisión) como para la conducción de la misma, se concluye que el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados es compatible con sus propósitos y no interfiere con éstos y puede sujetarse, condicionado al cumplimiento de las condicionantes establecidas en este ordenamiento, acatando en todo momento las disposiciones que se marcan.

Cabe resaltar además, que la propuesta y compromiso de dar cabal observancia y aplicación de los criterios y políticas establecidas por el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Jalisco, garantiza que las acciones previstas en el presente proyecto, se efectuarán en un marco de sustentabilidad del propio proyecto, y que adicionalmente se contribuirá a la protección y restauración del APFFLP.

Validez jurídica del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Jalisco, en el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera.

Antecedentes

Para el desarrollo de un proyecto geotermoeléctrico es necesaria la ejecución de varías fases o etapas, una de ellas es la etapa de exploración del campo geotérmico, la cual incluye la realización de varios estudios, tanto geológicos, geoquímicos y geofísicos, como la evaluación del yacimiento geotérmico mediante los pozos geotérmicos perforados. En este sentido, es el desarrollo de la etapa exploratoria implica el desarrollo de cierta infraestructura, como lo es la apertura de caminos de acceso, la construcción de plataformas y de pozos geotérmicos. Para el caso de esta campo geotérmico, la CFE desarrollo estas actividades durante los años de 1980 a 1989. En 1989, a instancias de autoridades ambientales federales y estatales, la CFE suspendió los trabajos de exploración geotérmica que había venido realizando y se avocó a la rehabilitación de las zonas afectadas.

Con base en lo anterior, la CFE acordó con las autoridades ambientales correspondientes reiniciar las actividades exploratorias una vez que haya restaurado las zonas afectadas, para lo cual implementó un programa de rehabilitación, desarrollado desde 1990 a fin de controlar la erosión del suelo mediante diversas prácticas de conservación de suelo y agua, el cual consistió en controlar la erosión mediante las prácticas de conservación de suelo y agua, y por otra parte, en restablecer la vegetación en las zonas afectadas. Con el propósito de evaluar la eficacia de las medidas de conservación de suelo y agua establecidas por CFE para controlar la erosión del suelo, restablecer la vegetación en los sitios afectados y proponer un programa de protección ambiental, en el año de 1999 se llevó a cabo una auditoría ambiental voluntaria; los trabajos de la auditoría estuvieron a cargo de la empresa Consultores en Planeación e Ingeniería Ambientales y fueron supervisados por investigadores de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. En el Plan de Acción resultante de esta auditoría ambiental se establecieron, entre otros puntos, la realización de un estudio de mecánica de suelos y de un estudio hidrológico-erosión hídrica, mismos que fueron realizados por la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil-CFE y del Colegio de Postgraduados, respectivamente. Una vez concluido el Plan de Acción derivado de la auditoría ambiental, en el año 2004 la PROFEPA-Jalisco otorgó a CFE el Certificado de Industria Limpia, mismo que fue refrendado el mes de marzo de 2007, con lo cual se demostró que los impactos ambientales ocasionados ya han sido subsanados casi en su totalidad.

Durante el desarrollo de las actividades realizadas por la CFE para la rehabilitación del campo geotérmico, en junio de 2000, la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca emitió un Acuerdo que tuvo por objeto dotar la Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre La Primavera con una categoría acorde con la legislación vigente, por lo cual la recategorizó como área natural protegida con carácter de Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. Posteriormente, se publicó, en diciembre de 2000, el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, en cuya zonificación propuesta incluye una Zona de Aprovechamiento Especial, el cual contempla el desarrollo geotérmico dentro de esta área natural protegida.

Así mismo, el 28 de junio de 2001, se publica el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Jalisco, en su zonificación, el área del campo geotérmico Cerritos Colorados es propuesta como un área de conservación, descartando toda posibilidad de continuar con el desarrollo del proyecto geotermoeléctrico en la región; quedando así la CFE imposibilitada de continuar con el desarrollo de este proyecto, aún y cuando se tiene una cuantiosa inversión en la infraestructura existente.

Invalidez del OETEJ en el APFFLP

En virtud de los antecedentes anteriores, y en apego al Artículo 14 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que a la letra dice:

> ***Artículo 14.*** *A ninguna ley se dará efecto retroactivo en perjuicio de persona alguna.*
>
> *Nadie podrá ser privado de la libertad o de sus propiedades, posesiones o derechos, sino mediante juicio seguido ante los tribunales previamente establecidos, en el que se cumplan las formalidades esenciales del procedimiento y conforme a las Leyes expedidas con anterioridad al hecho.*
>
> *En los juicios del orden criminal queda prohibido imponer, por simple analogía, y aún por mayoría de razón, pena alguna que no esté decretada por una ley exactamente aplicable al delito de que se trata.*
>
> *En los juicios del orden civil, la sentencia definitiva deberá ser conforme a la letra o a la interpretación jurídica de la ley, y a falta de ésta se fundará en los principios generales del derecho.*

Por lo anterior, el OETEJ debe carecer de validez jurídica, en lo referente a regular el uso del suelo en el área natural protegida denominada Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, toda vez que el OETEJ es un instrumento no puede estar por encima de ninguna ley y mucho menos por lo dispuesto en el primer párrafo del artículo 14 Constitucional, tomando en cuenta que las actividades para el desarrollo de este campo geotérmico que nos ocupa se iniciaron desde enero de 1980 y existe un instrumento de planeación (Decreto de ANP y Plan de Manejo) publicado con anterioridad al OETEJ que regula el uso del suelo en dicha área.

Como se mencionó anteriormente, el OETEJ, instrumento de planeación de carácter estatal, que fue publicado el 28 de julio de 2001, y reformado posteriormente el 27 de julio de 2006. Contraviniendo con la zonificación y los lineamientos establecidos en el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, publicado en diciembre de 2000, por la SEMARNAT.

Por otra parte, el OETEJ menciona, en su página 19, que fue puesto a consulta pública del 6 julio de 1999 al 15 de febrero de 2001; sin embargo, de las fuentes consultadas por CFE durante el período referido no se encontró evidencia de este hecho, por lo que CFE no tuvo la oportunidad de opinar sobre los lineamientos y estrategias ecológicas establecidos en el POETJ, específicamente en lo que se refiere en la UGA donde se ubica el proyecto geotermoeléctrico en cuestión, tal y como lo establece el Artículo 12, fracción II, del Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico.

Adicionalmente, se señala que en fecha reciente (Periódico Oficial del Estado de Jalisco, 27 de julio de 2006) se reformó el OETEJ mediante el Acuerdo No. DIGELAG/ACU-021/2006. Al respecto, la CFE tampoco encontró evidencia de que éste haya sido sometido a consulta pública previo a su publicación.

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico, publicado el 8 de agosto de 2003, se establece algunas disposiciones del proceso para la formulación de ordenamientos ecológicos, mismos no fueron tomado en cuenta, para la elaboración de las reformas del OETEJ, publicadas el 27 de julio de 2006, entre algunas de las disposiciones omitidas de este Reglamento se señalan las siguientes:

CAPÍTULO SEGUNDO
DEL PROCESO DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Artículo 6o.- *El ordenamiento ecológico deberá llevarse a cabo como un proceso de planeación que promueva:*

I. La creación e instrumentación de mecanismos de coordinación entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y los gobiernos estatales, municipales y del Distrito Federal y sus delegaciones;
II. La participación social corresponsable de los grupos y sectores interesados;
III…IX

Artículo 12.- *En la determinación de los lineamientos y estrategias ecológicas aplicables al programa de ordenamiento ecológico, a que hace referencia la fracción II del artículo 8o., se deberá considerar como mínimo lo siguiente:*

II. Los proyectos y los programas de las dependencias y entidades de los tres órdenes de gobierno, aplicables en el área de estudio;
III. Los instrumentos de política ambiental que, conforme a la legislación vigente, resulten aplicables al área de estudio;
IV. Las áreas naturales protegidas, los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre y las áreas de refugio para proteger especies acuáticas;
XI. Las demás que determine el órgano encargado de la conducción del proceso de ordenamiento ecológico y, que por sus características, deban de ser consideradas.

En julio de 2006 se reformó el Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco (Periódico Oficial del Estado de Jalisco, 27-VII-2006), estableciendo en esencia la misma política de conservación para el área natural protegida denominada Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. Lo anterior, contraviene lo dispuesto en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico, en su artículo 12, arriba señalado. En este sentido, en contravención de lo estipulado en la fracción II de este artículo, no encontró evidencia de que se haya sometido a consulta pública el OETEJ, tanto en su versión 2001 como el reformado recientemente, dejando a la CFE en la imposibilidad de emitir su opinión en relación con las implicaciones de dicho cuerpo normativo sobre el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados que pretende desarrollar en la Zona de Aprovechamiento Especial declarada en el Programa de Manejo del Área de Protección de la Flora y Fauna La Primavera; así mismo, de acuerdo con la fracción XI del mismo artículo, el OETEJ no contempló las políticas, lineamientos y zonificación establecidos en dicho programa, adjudicándole a esta área natural un uso preponderante de conservación.

CAPÍTULO CUARTO
DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL
Artículo 38.- *Los convenios que suscriba la Secretaría con los estados y el Distrito Federal, con la participación que corresponda a los municipios y delegaciones, respectivamente, para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico a que se refiere el artículo 20 BIS 2 de la Ley, además de los requisitos*
señalados en el artículo 8o. de este Reglamento, deberán establecer, entre otros aspectos:

VI. Un plan de trabajo que incluya:

b. La revisión del marco jurídico aplicable para la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico regional;

Artículo 40.- *Para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico regional en los que participe el Gobierno Federal, la Secretaría promoverá la realización de las siguientes acciones:*

I. Identificar las actividades sectoriales que inciden en el área de estudio, así como su relación con posibles conflictos ambientales que generen, sobre todo con respecto a la oferta y demanda de recursos naturales; el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, así como de la protección y conservación de los ecosistemas y de la biodiversidad; de las estrategias ecológicas definidas en el programa de ordenamiento ecológico; y

III. Generar un modelo de ordenamiento ecológico que maximice el consenso entre los sectores, minimice los conflictos ambientales y favorezca el desarrollo sustentable en la región.

Artículo 42.- *La etapa de caracterización tendrá por objeto describir el estado de los componentes natural, social y económico del área de estudio, considerando, entre otras, las siguientes acciones:*

I. Delimitar el área de estudio, considerando las actividades sectoriales, las cuencas, los ecosistemas, las unidades geomorfológicas y los límites político-administrativos, las áreas de atención prioritaria, y demás información necesaria;

II. Identificar y describir el conjunto de atributos ambientales que reflejen los intereses sectoriales dentro del área de estudio;

III. Identificar los intereses sectoriales y atributos ambientales a través de mecanismos de participación social corresponsable; y

IV. Establecer criterios para identificar prioridades entre los atributos ambientales y los intereses sectoriales en las áreas de estudio.

Artículo 47.- *La Secretaría deberá someter, con la concurrencia de los gobiernos locales, en los términos de los convenios respectivos, el producto final de la etapa de caracterización y la propuesta de programa de ordenamiento ecológico regional a un proceso de consulta pública conforme a las siguientes bases:*

I. La realización de talleres de planeación para promover la participación social corresponsable;

II. La publicación de un aviso que indique el lugar donde pueda consultarse la información a que se refiere este artículo, así como el plazo y procedimientos para recibir las propuestas, y proceder conforme al artículo 27 de este Reglamento. Esta publicación deberá realizarse en los medios de difusión oficial de los gobiernos de los estados y del Distrito Federal del área de estudio de que se trate, conforme a los convenios respectivos; y

III. La convocatoria a una reunión pública de información en los medios de difusión oficial de los gobiernos de los estados y del Distrito Federal, con la participación que corresponda a sus municipios, y a sus delegaciones, respectivamente. La Secretaría invitará a los representantes de los grupos y sectores sociales y privados que incidan en el patrón de ocupación del territorio.

TRANSITORIOS

Segundo.- *Los programas de ordenamiento ecológico regional o local en los que participe la Secretaría y cuya elaboración se hubiera iniciado antes de la publicación de este Reglamento, podrán integrarse al proceso de ordenamiento ecológico como se señala en el artículo 7 del mismo.*

Con respecto a los artículos arriba señalados, la reforma realizada al OETEJ el 27 de julio de 2006, no tomó en cuenta lo dispuestos en estos artículos, toda vez que no se promovió la participación social corresponsable, ni fue sometido a consulta pública, tanto de los representantes de los grupos, sectores sociales interesados y privados, así como tampoco se tomaron en cuenta las actividades sectoriales desarrolladas en el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, así como las establecidas en su Programa de Manejo, documento de suma importancia para haberse incluido en el OETEJ.

Por lo anterior, se considera que el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Jalisco, publicado el 28 de julio de 2001 y reformado el 27 de julio de 2006, carece de validez jurídica dentro del área natural protegida denominada Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, en la cual deberán prevalecer los objetivos, políticas, criterios lineamientos y estrategias establecidos en su Programa de Manejo.

Por último, es importante considerar si un instrumento de planeación estatal (OETEJ), publicado posteriormente a un instrumento de planeación federal (PMAPFFP) puede imponer distintas políticas, criterios y lineamientos sobre el uso de suelo ya definidos con anterioridad. En otras palabras, el programa de manejo contempla y define en un área específica del área natural protegida la posibilidad del desarrollo del recurso geotérmico; sin embargo, en el ordenamiento ecológico se establece una política de conservación, de uso predominante de Área Natural Protegida, uso compatible de Flora y fauna, usos condicionados de Turismo, Asentamientos humanos, Infraestructura, Forestal y Pecuario, y como usos incompatibles la Industria y la Minería.

III.2.5. Programas parciales de desarrollo urbano

La totalidad de las obras y actividades que conforman en proyecto se encuentran en el municipio de Zapopan, el cual cuenta con un **Plan de Desarrollo Urbano** que como su nombre lo indica, es un instrumento que *formula el municipio en uso de su facultad en los términos de las leyes federales y estatales relativas, para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización del suelo en su jurisdicción territorial, intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana; otorgar licencias y permisos para construcciones y participar en la creación y administración de zonas de reserva ecológica, disposición que recoge, en iguales términos, el artículo 80 de la Constitución Política del Estado de Jalisco.*

Lógicamente, las obras y actividades del proyecto ubicadas dentro del APFFLP quedan fuera del análisis y del marco de regulación de este Plan de Desarrollo Urbano, por su campo de aplicación. Sin embargo, la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol (tramo km 8,6 al km 14,7) queda dentro del área urbana del municipio de Zapopan, específicamente en los Distritos Urbanos ZPN-7 y ZPN-8.

El H. Ayuntamiento de Zapopan, en uso de las atribuciones y facultades en materia de regulación y ordenamiento urbano, con fecha del 20 de Octubre de 1997, aprobó el Plan de Desarrollo Urbano de Zapopan de la Zona Conurbada de Guadalajara, Distrito Urbano ZPN-7 El Colli, publicado en el Periódico Oficial El Estado de Jalisco el 26 de Diciembre de 1998.

En la Tabla III.29 se muestran los Distritos y Subdistritos donde se pretende ubicar el proyecto, asimismo y con el objeto de verificar que la obra de infraestructura de transmisión eléctrica es compatible con lo dispuesto en el Plan de Desarrollo Urbano y sus Planes Parciales de Desarrollo Urbano, se realiza un análisis de compatibilidad de acuerdo al uso que pretende darse al terreno respecto a los usos permitidos en cada Subdistrito que atraviesa la trayectoria.

Para este análisis se consultaron los planos de zonificación de cada Subdistrito, elaborados por el H. Ayuntamiento de Zapopan, a través de la Dirección General de Obras Públicas, disponibles en internet (http://opzb.obp.zapopan.gob.mx/).

Por lo anterior, se concluye que sí existe compatibilidad del proyecto Cerritos Colorados con las normas y criterios técnicos aplicables, para regular y controlar el aprovechamiento o utilización del suelo en las áreas, predios y fincas contenidas en el Plan de Desarrollo Urbano de Zapopan y sus Planes Parciales de Desarrollo,

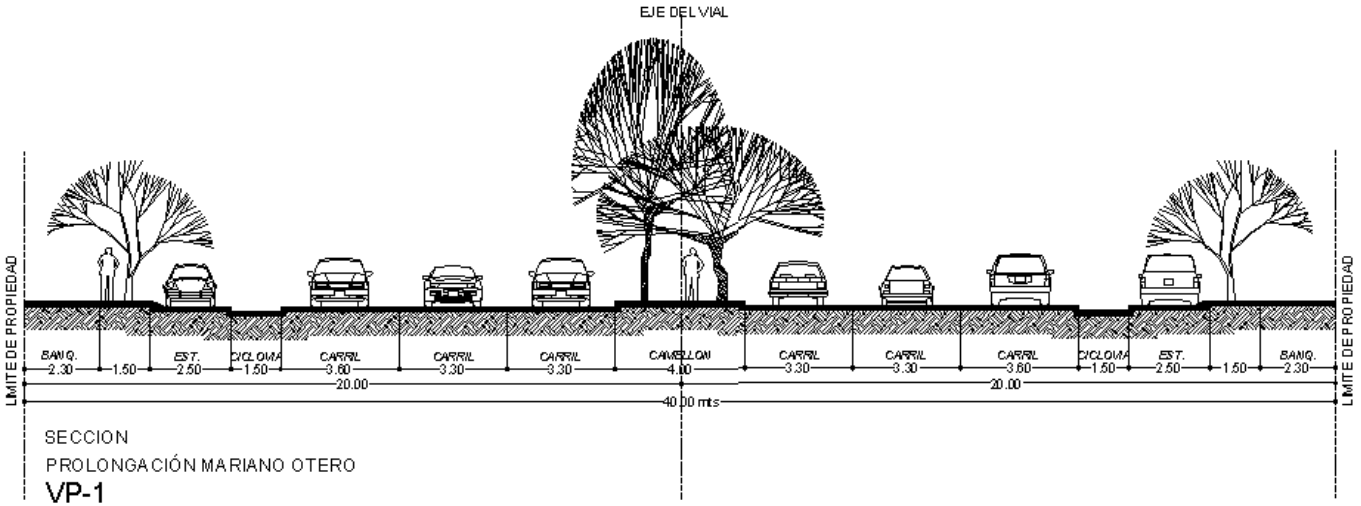
evidencia de ello es la existencia de una línea de energía eléctrica en la misma trayectoria donde se pretende instalar la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol, paralela a la Avenida Prolongación Mariano Otero, igualmente, existe una amplia red de infraestructura de distribución de energía eléctrica que proporciona cobertura a los sectores industrial, de servicios y doméstico en los Distritos Urbanos analizados. Este análisis interpretativo queda sujeto a la opinión oficial que en su momento emita el H. Ayuntamiento de Zapopan, a través de su Dirección General de Obras Públicas.

Tabla III.29
Distritos Urbanos del municipio de Zapopan donde se ubica el proyecto LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol y análisis de compatibilidad con los usos y destinos permitidos

Distrito Urbano	Subdistritos Urbanos	Zonificación secundaria existente	Usos y destinos permitidos	Compatibilidad
ZPN-7 El Colli	Subdistrito 10 Los Cerritos	**AT/HJ/EV-D(1):** Áreas de Transición, Habitacional Jardín, Espacios Verdes, abiertos y recreativos distritales	(Artículo 16) Son las que fungen como separadoras entre las áreas urbanas y las áreas rurales o naturales protegidas, aminorando la confrontación directa entre las condiciones físicas de cada una de ellas; estas áreas estarán sujetas a usos restringidos y sólo se permitirán aquellas instalaciones, con baja intensidad de uso del suelo, que puedan generar su propia infraestructura sin depender del área urbana actual del centro de población. En estas áreas tendrán prioridad las actividades que demanden grandes extensiones de espacio abierto, especialmente de recreación y esparcimiento, institucionales y agropecuarias.	Infraestructura institucional con baja intensidad de uso del suelo (Compatible) Espacios verdes (Compatible) Equipamiento Distrital (Compatible)
		RI-VL/IN-U [36] (Derecho de vía de la Prolongación Mariano Otero) Áreas de restricción para la vialidad , Instalaciones Especiales e Infraestructura urbana	(Artículo 18) Zonas de equipamiento que incluyen: III. Instalaciones Especiales e Infraestructura Comprenden las zonas y espacios predominantes que albergan las instalaciones que permiten la operación y funcionamiento de la infraestructura y los servicios de vialidad, **energía eléctrica**, abasto y desecho de aguas y telecomunicaciones, por su radio de cobertura y grado de riesgo, se clasifican en urbanas y regionales. Infraestructura urbana: Comprenden las zonas de instalaciones especiales urbanas, señaladas en el plano de zonificación del Subdistrito Urbano ZPN-7/10, con la clave IN-U y el número que las identifica, siendo las siguientes: IN-U [36] Correspondiente a la servidumbre que genera la vialidad principal propuesta Prolongación Mariano Otero ubicada en el extremo este del subdistrito; correspondiéndole una restricción de 20,00 metros a cada lado y a partir de su eje.	Infraestructura para el servicio de energía eléctrica (Compatible) Sujeta a las especificaciones del derecho de vía y diseños de la sección de la Vialidad Primaria Prolongación Mariano Otero
		RI-NV/IN-U [37]: Nodo vial	IN-U [37] Correspondiente a la servidumbre que genera el nodo vial propuesto sin nombre ubicado en la intersección vialidad principal VP-1 (Prolongación Mariano Otero con la vialidad colectora VC-1 (Prolongación Paseo de la Primavera, correspondiéndole una restricción de 75,00 metros de radio.	(Compatible) sujeta a las restricciones del nodo vial que están propuestas en el Plan Parcial
	Subdistrito 09 El Fortín	Vialidad VP-3 (Prolongación Mariano Otero)	Estructura urbana (Vialidad principal) Correspondiente a la servidumbre que genera la vialidad principal propuesta Prolongación Mariano Otero; correspondiéndole una restricción de 20,00 metros a cada lado y a partir de su eje.	Infraestructura para el ser-vicio de energía eléctrica (Compatible) Sujeta a las especificaciones de diseño dentro del derecho de vía de la Vialidad Primaria Prolongación Mariano Otero y a las restricciones de los nodos viales que están propuestas en el Plan Parcial
		Nodos viales: RI-NV(2) RI-NV(3)	Nodo Vial en la intersección de los viales Prolongación Mariano Otero, Prolongación Paseo de La Primavera, con un radio de restricción de 75,00 m.l. Nodo Vial en la intersección de los viales Prolongación Prolongación Mariano Otero y la calle Bronce, con un radio de restricción de 75,00 m. Artículo 13. Las áreas y predios que se encuentren dentro un área de restricción por nodo vial (RI-NV), podrán ser utilizados por los usos determinados, de forma que no representen obstáculos para la realización de la obra vial, dicha restricción será temporal y estará condicionada a la solución vial respectiva.	

Tabla III.29
Distritos Urbanos del municipio de Zapopan donde se ubica el proyecto LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol y análisis de compatibilidad con los usos y destinos permitidos

Distrito Urbano	Subdistritos Urbanos	Zonificación secundaria existente	Usos y destinos permitidos	Compatibilidad
	Subdistrito 08 Arenales Tapatíos/Mariano Otero	Vialidad VP-3 (Prolongación Mariano Otero)	Estructura urbana (Vialidad principal) Correspondiente a la servidumbre que genera la vialidad principal con una restricción de 20,00 metros a cada lado y a partir de su eje.	Infraestructura para el servicio de energía eléctrica (Compatible) Sujeta a las especificaciones de diseño dentro del derecho de vía de la Vialidad Primaria Prolongación Mariano Otero
ZPN-8 Santa Ana Tepetitlán	Subdistrito 02 Mariano Otero Sur/ Jardines del Ixtépete Poniente	VP-1 (Prolongación Mariano Otero)	Estructura urbana (Vialidad principal) Correspondiente a la servidumbre que genera la vialidad principal con una restricción de 20,00 metros a cada lado y a partir de su eje.	Infraestructura para el servicio de energía eléctrica (Compatible) Sujeta a las especificaciones de diseño dentro del derecho de vía de la Vialidad Primaria Prolongación Mariano Otero
		VC-1 (Prolongación Av. Tepeyac)	Estructura urbana (Vialidad colectora) Correspondiente a la servidumbre que genera la vialidad con una restricción de 15,00 metros a cada lado y a partir de su eje.	Infraestructura para el servicio de energía eléctrica (Compatible) Sujeta a las especificaciones de diseño dentro del derecho de vía de la Vialidad Colectora Prolongación Av. Tepeyac
	Subdistrito 03 El Briceño/Agrícola	VSC-1 (Av. Prado de Ixtepete)	Estructura urbana: Vialidad subcolectora (Avenida Prado del Ixtépete/ Tlaxpan/ Avenida López Portillo) Correspondiente a la servidumbre que genera la vialidad con una restricción de 15,00 metros a cada lado y a partir de su eje.	Infraestructura para el servicio de energía eléctrica (Compatible) Sujeta a las especificaciones de diseño dentro del derecho de vía de la Vialidad Subcolectora Prolongación Av. Prado de Ixtepete



Diseño de la sección del derecho de vía propuesto para la Prolongación mariano Otero (Planos de Zonificación de los Subdistritos Urbanos)

III.2.6. Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS) y Programa de Empleo Temporal (PET) en el ANP

Ya que el proyecto se pretende desarrollar en un Área Natural Protegida, competencia de la Federación mediante la Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas (CONANP), se verificó que el proyecto en su conjunto no afectara de manera negativa los programas de apoyo al desarrollo que la CONANP implementa en las comunidades del área de estudio (APFFLP).

Los Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS) son una política de conservación a través de la cual la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, busca impulsar procesos de tránsito hacia el desarrollo sustentable en las áreas naturales protegidas, sus zonas de influencia y en regiones pobres y de gran biodiversidad (regiones PRODERS), vía la promoción de un modelo de planeación y gestión integral, descentralizado y participativo con visión de largo plazo. Las regiones donde el programa tiene incidencia son las ANP, y sus zonas de influencia, así como, otras regiones prioritarias para la conservación, PRODERS cuenta con un programa de subsidios mediante el cual se fortalece la participación de la gente en la definición y solución de sus problemas.
Para el ejercicio fiscal de 2006, se ejerció un monto global autorizado de subsidios por 99,8 millones de pesos, en 109 RPC en 27 Estados.

Los conceptos de subsidio en 2006 fueron destinados en tres rubros principales: proyectos comunitarios principalmente conservación y restauración de ecosistemas, estudios técnicos (de conservación, manejo, desarrollo comunitario) y capacitación comunitaria (gestión, aplicación de nuevas tecnologías y educación ambiental).

En el APFFLP, las comunidades receptoras de estos subsidios se incluyen en un padrón de beneficiarios que se presenta en la Tabla III.30.

Tabla III.30
Padrón de beneficiarios del Programa de Desarrollo Regional Sustentable en el APFFLP

Año	Comunidad beneficiada	Municipio
2005	El Berro	Zapopan
	El Huilustre	Zapopan
	Emiliano Zapata	Arenal
	Jocotán	Zapopan
	La Primavera	Zapopan
	Venta Del Astillero	Zapopan
2006	Ejido Emiliano Zapata	El Arenal
	La Providencia	Tlajomulco de Zúñiga
	Ejido Venta del Astillero	Zapopan
	Ejido La Primavera	Zapopan
	Ejido Santa Ana Tepetitlán	Zapopan
	Predio “El Berro”	Zapopan

Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Dirección General de Conservación para el Desarrollo

Otro programa que contempla la CONANP en apoyo a las comunidades en las ANP es el Programa de Empleo Temporal (PET), a través de la Dirección General de Conservación para el Desarrollo, cuyo objetivo es contribuir a aumentar la productividad de las regiones marginadas, conservando el capital natural y promoviendo el manejo sustentable de sus recursos naturales, a través de acciones para la construcción, rehabilitación y mejoramiento de infraestructura ambiental y del cuidado y rehabilitación de los recursos naturales.

En este sentido, las comunidades del APFFLP no han sido sujetas de ser beneficiadas con el PET en 2005 y en el 2006, de acuerdo con el padrón de beneficiarios de este programa de la CONANP.

Análisis de la compatibilidad (no interferencia)

Las comunidades beneficiadas con el Programa de Desarrollo Regional Sustentable en el APFFLP, aunque se encuentran dentro del área de estudio, no serán afectadas territorialmente con la ejecución del proyecto. Las comunidades donde se ubican espacialmente las obras son San José de la Montaña y en su mayor parte, el Ejido Adolfo López Mateos (ambas en el municipio de Zapopan), en el cual se ubica el campo geotérmico Cerritos Colorados; estas dos comunidades no se encuentran en el Padrón de beneficiarios de PRODERS, por lo que no habrá interferencia del proyecto con la implementación de este programa en el APFFLP.

No obstante, si las comunidades dentro del APFFLP son beneficiadas con estos subsidios durante la ejecución del proyecto (construcción y operación de las obras) se buscará la sinergia institucional, de modo que los recursos que destina la federación a través de la CONANP o a través de la CFE como entidad descentralizada, actúen de manera puntual en lo mismos puntos y actividades, con el fin de mejorar las condiciones socioeconómicas de los pobladores interesados en el desarrollo sustentable dentro del área de estudio.

III.3. Análisis de los Instrumentos Normativos

Para verificar la congruencia entre los instrumentos normativos aplicables en materia ambiental y el cumplimiento de la Reglas Administrativas respectivas del Programa de Manejo del área natural protegida la Primavera, se analizaron las leyes, reglamentos, normas y convenios existentes, de las cuales se realizo un compendio de acuerdo con la temática y contenido de sus articulados respectivos, por lo que se determino que el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, está y deberá estar sujeto al cumplimiento de los siguientes ordenamientos:

La ejecución de las obras que integran el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados deberán estar sujeta al riguroso cumplimiento la legislación ambiental mexicana, así como obedecer los lineamientos que establecen los reglamentos, normas oficiales, citerior ecológicos y demás instrumentos legales ambientales de carácter local, estatal, federal o incluso tratados o convenios internacionales de los cuales México sea signatario.

A continuación se presenta el resultado del análisis de estos instrumentos jurídicos, para los cuales se hace una breve semblanza de la naturaleza jurídica del ordenamiento y los artículos en los cuales la CFE deberá hacer especial énfasis en su cumplimiento (Tablas III.31 a la III.42). La relación es enunciativa y no limitativa.

III.3.1. Leyes

III.3.1.1. Constitución Política

La actual Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos reforma la Constitución de 5 de febrero de 1857, considera dentro de su contenido (Artículo 4º.) que *Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y* bienestar y faculta al Congreso para (Artículo 73 fracción XXIX-G) *Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico*.

III.3.1.2. Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica

Esta Ley, en los términos del Artículo 27 Constitucional establece que Corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público.

Tabla III.31
Principales artículos de la Ley de Energía aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.

Artículos	Referencia
6º	Todos los aspectos técnicos relacionados con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica serán responsabilidad exclusiva de la Comisión Federal de Electricidad
7º al 15	Del Organismo Encargado de la Prestación del Servicio Público de Energía Eléctrica (CFE)
24	La Comisión Federal de Electricidad podrá ejecutar en las calles, calzadas, jardines, plazas y demás lugares públicos, los trabajos necesarios para la instalación, mantenimiento y retiro de líneas aéreas y subterráneas y equipo destinado al servicio. Dichos trabajos deberán realizarse con las medidas de seguridad apropiadas y en forma tal que no se impida, a menos que sea inevitable, el uso público de los lugares mencionados. Al término de dichas obras la Comisión Federal de Electricidad hará las reparaciones correspondientes.
25	La Comisión Federal de Electricidad deberá suministrar energía eléctrica a todo el que lo solicite, salvo que exista impedimento técnico o razones económicas para hacerlo, sin establecer preferencia alguna dentro de cada clasificación tarifaria.
29	Los productos, dispositivos, equipos, maquinaria, instrumentos o sistemas que utilicen para su funcionamiento y operación en la energía eléctrica, quedan sujetos al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas.
36 bis	Para la prestación del servicio público de energía eléctrica deberá aprovecharse tanto en el corto como en el largo plazo, la producción de energía eléctrica que resulte de menor costo para la Comisión Federal de Electricidad y que ofrezca, además, óptima estabilidad, calidad y seguridad del servicio

III.3.1.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

Tabla III.32 Principales artículos de la LGEEPA aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	
Artículos	**Referencia**
11 fracción III, inciso b	De las evaluaciones de impacto ambiental competencia de la Federación (proyectos eléctricos).
19 al 20 bis 7	Del ordenamiento ecológico territorial
28 fracción II	De las evaluaciones de impacto ambiental competencia de la Federación (proyectos eléctricos).
28 al 35 bis 3	Evaluación del Impacto Ambiental
38 al 38 bis 2	Autorregulación y Auditorías Ambientales
54	A las ANP´s (áreas de protección de la flora y la fauna)
64	Al aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas
111 al 116	Acerca de las emisiones a la atmósfera
150 al 153	Acerca de los residuos peligrosos
155 y 156	Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual

III.3.1.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación

Tabla III.33 Principales artículos de la LGDFS aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	
Artículos	**Referencia**
7º sección V	Definición de cambio de uso del suelo en terreno forestal
12, fracción XXIX	Atribuciones de la federación: expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales
13, 15, 16	Atribuciones de las entidades federativas, municipios y la SEMARNAT
117 y 118	Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales
122 al 125	De la Prevención, Combate y Control de Incendios Forestales
126 al 130	De la Conservación y Restauración
131 y 132	De la Reforestación y Forestación con Fines de Conservación y Restauración

III.3.1.5. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Esta Ley es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla III.34 Principales artículos de la LGVS aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	
Artículos	**Referencia**
7º al 14	Atribuciones de los tres niveles de gobierno
29 al 37	Del trato digno y respetuoso a la fauna silvestre
39 al 47	Del sistema de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre
56 al 62	Especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación
63 y 64	Del hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre
71	De las vedas
76	Conservación de las especies migratorias

III.3.1.6. Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla III.35 Principales artículos de la Ley de Aguas Nacionales aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	
Artículos	**Referencia**
4º.	Administración del agua
8º. y 9º.	Atribuciones de la SEMARNAT y de la CNA
14 bis 5 y 6	Política hídrica nacional
16 al 19	Derechos de Explotación, Uso o Aprovechamiento de Aguas Nacionales
20 al 25, 28 al 29 bis	De las concesiones
38 al 43	De las vedas
81	Uso de aguas de subsuelo en estado de vapor o con temperatura superior a ochenta grados centígrados en la generación de energía eléctrica
83 y 84	Control de Avenidas y Protección contra Inundaciones
85 al 96	De la prevención y control de la contaminación del agua
96 bis y 96 bis 1	Responsabilidad por el daño ambiental

III.3.1.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Tabla III.36 Principales artículos de la LGPGIR aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	
Artículos	**Referencia**
6º al 14	Atribuciones de los tres órdenes de gobierno
25 y 26	Programas para la prevención y gestión integral de los residuos
44 a 49	Generación de residuos peligrosos
50 al 53	De las autorizaciones
54 al 67	Manejo integral de residuos peligrosos
68 al 79	Responsabilidad acerca de la contaminación y remediación de sitios
95 al 100	De la prevención y manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial

III.3.1.9. Ley Federal sobre Metrología y Normalización

En materia de Metrología esta Ley tiene por objeto, entre otras finalidades:

a) Establecer el Sistema General de Unidades de Medida;
b) Precisar los conceptos fundamentales sobre metrología;

Tabla III.37 Principales artículos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	
Artículos	**Referencia**
5º al 9º.	Del Sistema General de Unidades de Medida
40 al 51	De las Normas Oficiales Mexicanas
52 al 57	De la Observancia de las Normas

III.3.1.11. Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Tiene por objeto regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente y el patrimonio cultural en el estado de Jalisco, en el ámbito de competencia de los gobiernos estatal y municipales, con la finalidad de mejorar la calidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes del estado y establecer el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Tabla III.38 Algunos artículos de la Ley Estatal Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.	
Artículos	**Referencia**
26	De la evaluación de impacto ambiental competencia del estado
35	De las medidas de protección de áreas naturales.
71 al 77	De la prevención y control de la contaminación atmosférica
78 al 85	De la prevención y control de la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos
86 al 93	De la prevención y control de la contaminación del suelo
96 al 101	De la regulación de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos industriales y municipales

III.3.1.12. Ley que aprueba el plan de ordenamiento de la zona conurbada de Guadalajara y la declaratoria de reservas, usos y destinos de sus áreas y predios

Esta Ley es reglamentaria de los artículos 12º.a fracs. I y II, y el 38 de la Ley de Asentamientos Humanos del estado de Jalisco, y sus disposiciones tienen por objeto el ordenamiento y regulación de la Zona Conurbada de Guadalajara.

Tabla III.39
Algunos artículos de la Ley Estatal Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente aplicables al área de estudio del proyecto Cerritos Colorados, Jal.

Artículos	Referencia
17 al 20	Declaratoria de Reservas, usos y Destinos de Áreas y Predios

De la revisión de esta Ley, se ubicó al proyecto fuera de las zonas consideradas en el ordenamiento, por lo que no existe afectación a las reservas y no se pueden contravenir los usos y destinos de sus áreas.

III.3.1.13. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Jalisco

La presente Ley es observancia general en todo el Estado de Jalisco, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del Estado y sus recursos.

Tabla III.40
Algunos artículos de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Jalisco aplicables en el proyecto Cerritos Colorados, Jal.

Artículos	Referencia
6º al 10	De las Competencias Estatal y Municipal en Materia Forestal
34 al 37	De la restauración de áreas forestales y zonas siniestradas
49 al 53	De la prevención, combate y control de incendios forestales

III.3.2. Reglamentos

Derivan de las Leyes generales ya analizadas y deberán ser acatados en la totalidad de su contenido durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto, en todo el conjunto de obras y actividades. A continuación se enuncian, aunque no de manera limitativa:

- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Reglamentosde la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia Áreas Naturales Protegidas.
- Reglamento para la Protección del Ambiente Originada por la Contaminación Originada por Ruido.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

III.3.3. Normas Oficiales Mexicanas

NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

NOM-50-SEMARNAT-1993.- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

NOM-052-SEMARNAT-1993. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM052-SEMARNAT-1993.

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.

NOM-080-SEMARNAT-1994. 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.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

NOM-060-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

NOM-061-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestre por el aprovechamiento forestal.

NOM-114-SEMARNAT-1998, Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas, publicada el 23 de noviembre de 1998.

ACLARACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-114-ECOL-1998, Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas, publicada el 23 de noviembre de 1998.

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

NOM-150-SEMARNAT-2006, Que establece las especificaciones técnicas de protección ambiental que deben observarse en las actividades de construcción y evaluación preliminar de pozos geotérmicos para exploración, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas y terrenos forestales.

NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-002-SCT-2003.- Listado de substancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.

NOM-003-CNA-1996, que establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

NOM-004-CNA-1996, que establece los requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.

NOM-006-CNA-1997. Fosas sépticas prefabricadas específicamente y métodos de pruebas.

NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida.

NAE-SEMADES-001/2003. (Norma del Estatal de Jalisco) Que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la poda, el transplante y el derribo del arbolado en zonas urbanas del Estado de Jalisco. Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco. del 4 de Septiembre de 2003.

III.3.4. Decretos de Áreas Naturales Protegidas

Como ya se ha mencionado, el APFFLP cuenta con un Decreto por el que por causa de utilidad pública se establece zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre la región conocida como La Primavera, que se localiza dentro de una superficie aproximada de 30.500 ha., de propiedad particular en los Municipios de Tala, Zapopan y Tlajomulco, Jalisco, 6 de Marzo de 1980.

El 7 de junio de 2000 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo mediante el cual se dota al Área Natural Protegida con una categoría acorde con la legislación vigente, quedando con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna "La Primavera" (APFFLP). Y es en diciembre de 2000 cuando se publica el Programa de Manejo, el cual ha sido analizado en su totalidad para verificar la compatibilidad del proyecto con los objetivos, las políticas y componentes legales y de zonificación. Anteriormente se ha realizado el análisis de la compatibilidad de este proyecto con lo que establece el Programa de Manejo del APFFLP.

III.3.5. Calendarios cinegéticos

La SEMARNAT emite anualmente los calendarios cinegéticos para cada una de las entidades federativas, a continuación se presenta el correspondiente al estado de Jalisco en lo que se refiere al aprovechamiento de aves y mamíferos (Tablas III.43 y III.44). Cabe aclarar que el proyecto no interferirá con el aprovechamiento cinegético, ya que es una actividad restringida en las zonas del ANP donde se pretende desarrollar el proyecto.

Tabla III.41 Calendario para el aprovechamiento Cinegético de aves en Jalisco (temporada 2007-2008)		
Nombre Común	**Nombre Científico**	**Temporada 2007-2008**
Gallareta	*Fulica americana*	26 Oct al 24 Feb
Gansos	*Anser albifrons, Chen caerulescens, Branta canadensis*	26 Oct al 24 Feb
Patos y Cercetas	*Anas acuta, Anas americana, Anas clypeata, Anas crecca, Anas cyanoptera, Anas discors, Anas platyrhynchos, Anas strepera, Anas diazii, Bucephala albeola, Oxyura jamaicensis*	26 Oct al 24 Feb
Ganga	*Bartramia longicauda*	03 Ago al 23 Sep
Agachona	*Gallinago gallinago*	19 Oct al 17 Feb
Paloma Alas Blancas	*Zenaida asiatica*	12 Oct al 17 Feb
Paloma Huilota	*Zenaida macroura*	12 Oct al 17 Feb
Paloma de Collar	*Columba fasciata*	09 Nov al 24 Feb
Paloma Morada	*Columba flavirostris*	09 Nov al 24 Feb
Codornices	*Colinus virginianus, Callipepla squamata*	28 Dic al 23 Mar
Chachalaca	*Ortalis polisépala*	16 Nov al 06 Ene
Guajolote Silvestre	*Meleagris gallopavo*	28 Mar al 11 May
Cordorniz	*Cyrtonyx montezumae*	28 Dic al 23 Mar

Tabla III.42 Calendario para el aprovechamiento Cinegético de mamíferos en Jalisco (temporada 2007-2008)		
Nombre Común	**Nombre Científico**	**Temporada 2007-2008**
Conejo	*Sylvilagus audubonii, Sylvilagus floridanus*	26 Oct al 24 Feb
Mapache	*Procyon lotor*	26 Oct al 24 Feb
Liebre	*Lepus califurnicus*	26 Oct al 24 Feb
Coyote	*Canis latrans*	16 Nov al 06 Ene
Pecarí de collar	*Pecari tajacu*	07 Dic al 24 Feb
Venado Cola Blanca	*Odocoileus virginianus*	25 Ene al 23 Mar
Tejón, Coatí	*Nasua narica*	26 Oct al 17 Feb
Gato Montés	*Lynx rufus*	26 Oct al 24 Feb
Puma	*Puma concolor*	26 Oct al 24 Feb

Fecha de publicación: 12 de julio de 2007 por la Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT.

III.3.6. Reglamentos municipales

Reglamento de Protección al Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico para el Municipio de Zapopan, Jalisco.

Este Reglamento tiene por objeto regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico, con la finalidad de mejorar la calidad ambiental y de vida de los habitantes del Municipio, señalando las facultades que de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y con la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente le competen al Municipio, incorpora un catálogo de definiciones de conceptos técnicos ecológicos, establece los principios de la nueva política ecológica municipal, fundada en la participación de organizaciones gubernamentales, instituciones académicas, de organismos empresariales, de especialistas en la materia y de las asociaciones de vecinos, también pretende fortalecer los trabajos de ordenamiento ecológico de los asentamientos humanos, a efecto de ampliar la seguridad jurídica de la ciudadanía

en materia ambiental se incorpora en el presente ordenamiento, los objetivos, requisitos, para el establecimiento, administración, programa de manejo, vigilancia y desarrollo de las áreas naturales protegidas, así mismo se establece la participación de este Municipio en lo relativo a la evaluación del impacto ambiental respecto de las obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos, se prevé las acciones de prevención y control de la atmósfera, del agua y del suelo, del ruido, vibraciones, de la regulación de los sistemas de recolección, almacenamiento, trasporte, alojamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales.

Señala también las conductas contrarias al medio ambiente, el procedimiento de inspección y vigilancia por el municipio, la denuncia popular como medio para que cualquier persona física o moral, grupo social, organización pueda denunciar a la autoridad municipal cualquier acto u omisión que ocasione desequilibrio ecológico, en cuanto a las sanciones económicas se regularán de acuerdo con lo que establezca la Ley de ingresos vigente, se establece que con independencia de la sanción económica correspondiente la persona física o moral que realizó el acto tendrá la obligación de reparar el daño.

Por medio de este Reglamento la Administración Municipal podrá efectuar la evaluación de los impactos ambientales que se generen con la realización de obras o actividades públicas y privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos, el ejercicio de dicha facultad tiene el propósito de que la autoridad más cercana a los ciudadanos conozca y resuelva sobre las mismas, en cuidado del entorno municipal y del aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales que en su territorio se encuentran.

El proyecto deberá apegarse a los lineamientos que establece este Reglamento, principalmente en las zonas donde el proyecto sale de la jurisdicción federal, tal es el caso de la zona conurbada (tramo de la LST en la Prolongación Avenida Mariano Otero).

III.3.7. Convenios internacionales en materia ambiental a considerar durante la ejecución del proyecto

III.3.7.1. Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, el Gobierno de Canadá y el Gobierno de los Estados Unidos de América (1993).

Este Acuerdo entró en vigor el 1º de enero de 1994, inmediatamente después de la entrada en vigor del TLC, signado por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, el Gobierno de Canadá y el Gobierno de los Estados Unidos de América, *convencidos de la importancia de conservar, proteger y mejorar el medio ambiente en sus territorios y de que la cooperación en estos terrenos es un elemento esencial para alcanzar el desarrollo sustentable, en beneficio de las generaciones presentes y futuras.*

Los objetivos de este Acuerdo son:

(a) alentar la protección y el mejoramiento del medio ambiente en territorio de las Partes, para el bienestar de las generaciones presentes y futuras;
(b) promover el desarrollo sustentable a partir de la cooperación y el apoyo mutuo en políticas ambientales y económicas;
(c) incrementar la cooperación entre las Partes encaminada a conservar, proteger y mejorar aún más el medio ambiente, incluidas la flora y la fauna silvestres;
(d) apoyar las metas y los objetivos ambientales del TLC;
(e) evitar la creación de distorsiones o de nuevas barreras en el comercio;
(f) fortalecer la cooperación para elaborar y mejorar las leyes, reglamentos, procedimientos, políticas, y prácticas ambientales;
(g) mejorar la observancia y la aplicación de las leyes y reglamentos ambientales;

(h) promover la transparencia y la participación de la sociedad en la elaboración de leyes, reglamentos y políticas ambientales;
(i) promover medidas ambientales efectivas y económicamente eficientes;
(j) promover políticas y prácticas para prevenir la contaminación.

1. Con relación a su territorio, cada una de las Partes:

(a) periódicamente elaborará y pondrá a disposición pública informes sobre el estado del medio ambiente;
(b) elaborará y revisará medidas para hacer frente a las contingencias ambientales;
(c) promoverá la educación en asuntos ambientales, incluida la legislación ambiental;
(d) fomentará la investigación científica y el desarrollo de tecnología en materia ambiental;
(e) evaluará los impactos ambientales, cuando proceda; y
(f) promoverá el uso de instrumentos económicos para la eficiente consecución de las metas ambientales.

III.3.7.2. Protocolo de Kioto

ARTÍCULO 2: Políticas y Medidas de Partes Anexo I
1. Con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3:

a) Aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo las siguientes:

i) fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;
ii) protección y mejora de los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, teniendo en cuenta sus compromisos en virtud de los acuerdos internacionales pertinentes sobre el medio ambiente; promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación;
iii) promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático;
iv) investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales;
v) reducción progresiva o eliminación gradual de las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarios al objetivo de la Convención en todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero y aplicación de instrumentos de mercado;
vi) fomento de reformas apropiadas en los sectores pertinentes con el fin de promover unas políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal;
vii) medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte;
viii) limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía;

Participación del sector energético de México en el cambio climático

A principios de 2005, la Secretaría de Energía creó el Comité de Cambio Climático del Sector Energía. Éste coordina las acciones, da seguimiento y define políticas relacionadas con el cambio climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del sector energía en México.

Proyectos de generación tales como hidroeléctricas, **geotermoeléctricas**, eoloeléctricas, solares, repotenciación y RM, así como repotenciación de líneas de transmisión y reducción de pérdidas técnicas, entre otros, tienen un impacto favorable en el cambio climático. Además, centrales que utilicen fuentes renovables de energía poseen el beneficio adicional de contribuir a la diversificación del sistema de generación. En este contexto y para dar cumplimiento a la *cláusula de adicionalidad* que limita la participación de proyectos en el MDL, la Secretaría de Energía ha planteado lo siguiente:

Para el cumplimiento de los objetivos y metas del presente programa, tanto el gobierno de México como las otras partes interesadas se valdrán de los recursos financieros provistos por las Convenciones y Tratados de los que México sea parte, así como de los programas internacionales de financiamiento, el mecanismo de desarrollo limpio u otros instrumentos económicos que se hayan diseñado o puesto en marcha antes y durante la duración del presente programa.

Específicamente para aquellos proyectos incluidos en el presente programa, que por su naturaleza contribuyan a la reducción de emisiones de Gases de Efecto de Invernadero a la atmósfera, se requerirá de recursos provenientes de la comercialización de dichas reducciones en el mercado internacional de carbono, a fin de que sean económicamente viables, y puedan avanzar d su programación a su ejecución y puesta en marcha (CFE, POISE 2007-2016)

III.3.7.3. CITTES. Lista de las especies. Secretaría de la Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Comisión Europe & Joint Nature Conservation Comité. Ginebra, Suiza.

De acuerdo con el CITES las especies con alguna categoría de conservación en la zona del proyecto geotermoeléctrico para los grupos siguientes: ***Aves*** *Buteo jamaicensis, Falco sparverius, Bubo virginianus*, *Amazilia violiceps, Amazilia beryllina, Cynanthus latirostris, Myadestes occidentales*. ***Amphibia*** *Rana neovolcanica.* ***Reptilia*** *Legaría kingii, Pituophis deppei* y *Crotalus molossus*, estas especies buscan descanso, alimento y refugio, por ello debe tomarse en cuenta el programa de acciones de conservación y protección, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, planteado en el capítulo VI de esta Manifestación.

III.3.8. Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) se orienta *a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.*

La CONABIO ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

III.3.8.1. Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Este proyecto contó con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) así como con la participación del Instituto Nacional de Ecología como autoridad normativa del gobierno federal.

La identificación de las regiones prioritarias es el resultado del trabajo conjunto de expertos de la comunidad científica nacional, coordinados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Como producto de este proyecto se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515 558 km^2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio.

Análisis geográfico: El proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados no se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria para su conservación (anexo III-7), la RTP más cercana es la identificada con la clave RTP 113 “Cerro Viejo – Sierras de Chapala”, unos 9,15 km al sur del área de estudio (APFFLP).

III.3.8.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Como parte de dicho programa, se realizaron dos talleres interdisciplinarios con la participación de 45 especialistas del sector académico, gubernamental y de organizaciones no gubernamentales coordinados por la CONABIO. Este programa contó con el apoyo económico del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad, The David and Lucile Packard Foundation, The United States Agency for International Development, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y el fondo Mundial para la Naturaleza.

Con la información anterior, se elaboraron mapas del territorio nacional (escala 1:1 000 000) de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

Análisis geográfico: En este caso, el área de estudio se encuentra parcialmente dentro del RHP 58 "Chapala-Cajititlán – Sayula" (ver anexo III.8 y Tabla III.45), por lo que a continuación se describe brevemente esta región y sus características.

RHP 58 "Chapala-Cajititlán – Sayula"

Estado(s): Jalisco y Michoacán

Extensión: 6 150,42 km^2

Polígono:
Latitud 20°37'12" - 19°34'12" N
Longitud 103°45'36" - 102°28'48" W

Recursos hídricos principales

Lénticos: lagos de Chapala, Sayula, Cajititlán, El Molino, San Marcos, Zacoalco, Atoyac, Atotonilco, Zapotitlán, La Magdalena, Camécuaro, presas Guaracha, Poncitlán, Jaripo, Corona y Colesio, Ciénega de Chapala, humedales, manantiales Los Negritos, La Luz.

Lóticos: ríos Grande de Santiago, Verde, Jiquilpan, Duero, La Pasión, Huaracha, Lerma y Zula, aguas subterráneas en los valles y en las partes bajas de las cuencas hidrológicas.

Limnología básica: área de los lagos: Sayula 4 000 ha. Este lago se encuentra totalmente seco la mayor parte del año por problemas de azolvamiento y balance de agua; San Marcos 3 690 ha. Lago con problemas serios de desecación debidos al azolvamiento y balance de agua; Atotonilco 2 487 ha; Zapotitlán 1 100 ha. Este lago ha perdido tal volumen de agua que ha quedado alguna vez totalmente seco. Recibe las aguas residuales de Cd. Guzmán por lo que sus aguas presentan una alta concentración de materia orgánica y proliferación de malezas acuáticas. Cajititlán: 1 563 ha. Presenta serios problemas de balance de agua, turbidez, alta concentración de materia orgánica, proliferación de malezas acuáticas y una pobre calidad bacteriológica. Chapala: de forma subrectangular elongada, con una superficie de 109 800 ha; con una longitud máxima de 78 a 82 km, una anchura máxima de 20,5 km y una profundidad máxima de 7 m y una media de 4,5 m. El volumen máximo que puede almacenar el lago es de 8 126 Mm^3, en un área de 1 150 km^2. Atenuación de la luz entre10 y 60 cm; aereación amplia de la columna de agua; contenido de O_2 entre 4 y 9 mg/l.; MO=1,4 a 2 mg/l; la concentración de fosfatos varia entre 0,35 y 0,40 mg/l, la de sulfatos presenta una distribución relativamente uniforme con variaciones entre 47 y 70 mg/l; la temperatura promedio superficial fluctúa en el año entre 17,8 y 23,8°C y la del fondo entre 17,7 y 23,5°C. Presente dos pequeñas islas en su interior, Isla de Alacranes e Isla de Mezcala. Es el lago más grande del país con serios problemas de balance de agua, que ha hecho que su volumen original se haya reducido a menos de la mitad. Los cambios del nivel del lago dependen del río Lerma, del agua de lluvia y la captada por la cuenca que se canaliza al lago a través de los arroyos temporales y manantiales que existen en el interior y en su ribera. Los egresos del agua se originan por la evaporación, la utilización directa de las aguas del lago para uso agropecuario y urbano, y su drenaje natural de excedentes, a través del cauce del río Grande de Santiago. Camécuaro: pequeño lago de aguas cristalinas (ultra-oligotrófico) que empieza a sufrir los efectos de la basura y de las aguas residuales.

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosque de pino, bosque mesófilo de montaña, selva baja caducifolia, matorral subtropical, matorral desértico micrófilo, vegetación halófila, bosques de pino-encino, de pino, de encino, bosque de galería (ahuehuetes y sauces), pastizal inducido. La vegetación acuática con comunidades de pradera acuática latifolia*: Cyperus, Phragmites, Scirpus y Typha*; pradera acuática micrófila: *Lemna y Salvinia*; pradera acuática rosetófila: *Eichhornia, Lemna, Nymphaea y Pistia*; pradera subacuática: *Chara, Miriophyllum y Potamogeton.* Ictiofauna característica: el género *Chirostoma* se caracteriza por su abundancia, así como las familias Atherinidae (pez blanco y charales), Catostomidae (boquinetes o carpas hociconas), Cyprinidae (carpas nativas, como la acúmara y la popocha), Goodeidae (cheguas y pintolillas) y Petromyzontidae (lampreas); especies como *Algansea tincella, Alloophorus robustus, Chirostoma aculeatum, C. arge, C. chapalae*, *C. estor, C. humboldtianum, C.*

labarcae, C. lucius, C. ocotlanae, C. promelas, C. sphyraena, Moxostoma austrinum, Skiffia multipunctata, Xenotoca variata, Xiphophorus helleri, Yuriria alta, Zoogonecticus quitzeoensis. Las principales especies de aves acuáticas, las cuales llegan a invernar, son *Anas acuta, A. americana, A. clypeata, A. crecca, A. discors, Aythya affinis* y *Fulica americana* entre otras. Endemismos de crustáceos *Procambarus chapalanus, P. prolixus y Pseudothelphusa* sp.*;* de peces *Algansea avia, A. popoche, Chapalichthys encaustus, Chirostoma consocium, C. jordani, Goodea atripinnis, G. gracilis, Ictalurus dugesi, Lampetra geminis, L. spadicea Poeciliopsis infans, P. presidionis, Skiffia bilineata*; de anfibios y reptiles *Rana megapoda, R. montezumae, R. neovolcanica*; de aves *Atlapetes pileatus, A. virenticeps, Atthis heloisa, Dendrortyx macroura, Lepidocolaptes leucogaster, Pipilo ocai.* Todas las especies antes mencionadas junto con las aves *Asio stygius, Buteo jamaicensis, Circus cyaneus, Falco mexicanus,* el bolsero cuculado *Icterus cucullatus y Myadestes townsendi* se encuentran amenazadas por desecación, contaminación y pérdida del hábitat. Los quironómidos indican alta concentración de materia orgánica, así como los leptocéridos y *Nectopsyche* sp., que además son indicadoras de aguas estancadas.

Problemática:

- Modificación del entorno: las cuencas bajas están muy alteradas por las prácticas agrícolas y los asentamientos humanos, la parte media y alta presentan diversos grados de conservación, siendo éstos mayores a medida que se alejan de los centros urbanos y agrícolas. Los lagos, además de la desecación por extracción, están sumamente degradados por la contaminación y el mal uso del agua. Se encuentra impactado por contaminación de origen doméstico, agrícola e industrial y por asentamientos humanos. El agua proveniente del río Lerma es de volumen variable y de mala calidad; el río Duero pierde calidad al pasar por la ciénega. Desecación, pérdida de suelos y crecimiento urbano en la periferia. Deforestación, construcción de presas y canales de riego. Proliferación de malezas acuáticas.

- Contaminación: por basura, contaminantes provenientes de la zona del Bajío, de la Ciénega de Chapala y de la zona industrial de Toluca y Querétaro. Fuerte impacto proveniente de agroquímicos, aguas residuales y contaminantes industriales.

- Uso de recursos: extracción de agua para riego en la agricultura. Peces godéidos y aterínidos en riesgo. Especies introducidas de carpa dorada *Carassius auratus,* carpa hervíbora *Ctenopharyngodon idella,* carpa *Cyprinus carpio,* lirio acuático *Eichhornia crassipes,* bagre *Ictalurus punctatus,* mojarra azul *Lepomis macrochirus,* lobina negra *Micropterus salmoides,* tilapia negra *Oreochromis mossambicus,* tilapia del Nilo *O. niloticus,* guppy *Poecilia reticulata.* Sobreexplotación de mantos acuíferos. Ausencia de ordenamiento pesquero.

Conservación: los lagos de la cuenca cerrada de Sayula-Atotonilco forman parte de los lagos endorréicos del eje neovolcánico. En especial estos lagos tienen importancia regional por el uso del agua, y que por la desecación, ponen en riesgo la integridad de la zona. Se requiere garantizar un volumen adecuado del afluente al lago de Chapala, mejorar la calidad del agua y un control adecuado de las malezas acuáticas. Es necesario el ordenamiento de la actividad pesquera en cuanto al número de pescadores, de embarcaciones, artes de pesca, áreas de pesca y días laborables. También se requiere organizar a los prestadores de servicios para cuidar las condiciones ambientales de las playas, establecer acciones de vigilancia y protección a las zonas de anidación y a las aves acuáticas, reptiles y mamíferos de las islas y sus alrededores. Evitar la tala de árboles y la introducción de ganado a ellas. En Jalisco y Michoacán preocupa el uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura y la sobreexplotación de aguas superficiales y mantos acuíferos. El Lago de Camécuaro está considerado Parque Nacional. Sistemáticamente en los lagos de la región se han venido realizando trabajos de investigación, desarrollo tecnológico y control de malezas acuáticas por la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, el Instituto de Limnología, el Centro de Estudios Limnológicos y el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Rural. Estudios puntuales por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM y la Universidad Autónoma Metropolitana. Existen estudios preliminares de la zona realizados por el CRIP-Pátzcuaro y la Estación Ecológica de Chapala de manera coordinada con la Universidad de Baylor, Texas. Comprende parte del Parque Nacional Nevado de Colima donde personal del Instituto de Manantlán trabaja en colaboración con la Universidad de Arizona.

Tabla III.43 Comparativo de superficies del proyecto dentro del RHP 58			
Superficie del área de estudio (ANP)	**Superficie de la RHP**	**Superficie traslapada del área de estudio con la RHP**	**Superficie traslapada del área del proyecto con la RHP**
30 500 ha	6 150,42 km^2 (615 042 ha)	4 499,78 ha	0 ha (1)

(1) El área de ocupación del proyecto se encuentra fuera del RHP

Medidas que garantizan la no afectación a la RHP

En la ejecución del proyecto no se tiene contemplada la utilización o aprovechamiento de los recursos bióticos, tal es el caso de flora y fauna; por otra parte, las obras a construir estarán ubicadas preferentemente en terrenos con uso actual no forestal (central generadora y vaporductos) por lo que su ejecución implicaría el derribo de en poca cantidad de arboles (la mayoría de plantaciones forestales reforestadas por la CFE), con la consecuente pérdida en la calidad de los servicios ambientales que actualmente brindan estas áreas forestales. Por otra parte, la LST 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. En el diseño, se procuró utilizar el derecho de vía de caminos existentes que conducen al campo geotérmico, así como aprovechar la trayectoria de una línea de distribución (13,8 kV) existente, dentro de la cual se sustituirán las estructuras de soporte (postes de madera por torres de acero o postes troncocónicos).

Considerando que el objetivo de crear estas Regiones Hidrológicas es precisamente preservar la biodiversidad en cuencas y sistemas acuáticos, el proyecto interviene de manera positiva al recabar y generar conocimiento del sistema ambiental (por ejemplo, los estudios hidrológicos, de erosión y de conservación de suelos que se han hecho por parte de CFE en la ZAE) que serán de utilidad en los planes de conservación, uso y manejo sostenido.

El desarrollo del proyecto no implicará impactos significativos o sinérgicos que actúen en conjunto con los impactos que actualmente se presentan en el ANP a causa de otras actividades humanas, que a decir de la CONABIO son:

- *Alteración de cuencas bajas por prácticas agrícolas y asentamientos humanos.*
- *Extracción de agua de los lagos, con la consecuente desecación de éstos.*
- *Deforestación, construcción de presas y canales de riego.*
- *Proliferación de malezas acuáticas.*
- *Contaminación por basura, contaminantes provenientes de la zona del Bajío, de la Ciénega de Chapala y de la zona industrial de Toluca y Querétaro.*
- *Fuerte impacto proveniente de agroquímicos, aguas residuales y contaminantes industriales.*
- *Extracción de agua para riego en la agricultura.*
- *Especies introducidas de peces*
- *Sobreexplotación de mantos acuíferos.*

Por la naturaleza del proyecto, sus actividades y obras derivadas no contribuirán con la problemática ambiental que se presenta en la RHP.

En cuanto al rubro de conservación que establece la CONABIO, no se interferirá con los estudios que sistemáticamente se realizan en los lagos de la región, donde se han venido realizando trabajos de

investigación, desarrollo tecnológico y control de malezas acuáticas por la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, el Instituto de Limnología, el Centro de Estudios Limnológicos y el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Rural. Estudios puntuales por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM y la Universidad Autónoma Metropolitana. Existen estudios preliminares de la zona realizados por el CRIP-Pátzcuaro y la Estación Ecológica de Chapala de manera coordinada con la Universidad de Baylor, Texas. Comprende parte del Parque Nacional Nevado de Colima donde personal del Instituto de Manantlán trabaja en colaboración con la Universidad de Arizona.

Finalmente, es procedente destacar que dentro del área de estudio, en las microcuencas hidrológicas de El Huilustre y El Caracol, la CFE ha contratado estudios a detalle para conocer los componentes edafológicos, hidrológicos y estimación cuantitativa de la erosión presentada en estas microcuencas, con el objeto de diseñar programas de conservación de suelo y agua y de restauración de la cubierta forestal. Esto, como condicionantes derivadas de una auditoría ambiental voluntaria realizada por la PROFEPA y que una vez verificadas en su cumplimiento, le han favorecido para obtener el Certificado de Industria Limpia por parte de la dependencia. Estos estudios se pueden consultar en el anexo III.9.

Resultado de los estudios anteriormente citados y como parte del compromiso de CFE con la Autoridad Ambiental, de manera permanente se ejecutan actividades de conservación del suelo y agua, así como trabajos de restauración de las áreas forestales afectadas por la apertura de caminos y construcción de plataformas de los pozos. Estos trabajos deberán continuar de manera que se asegure que el proyecto no afecte las condiciones ambientales y sobre todo, de biodiversidad dentro de esta porción de la RHP. Estas acciones, se detallan junto con otras medidas que se detallan en el capítulo VI de este estudio y garantizan la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible del recurso geotérmico para cubrir parcialmente los requerimientos energéticos de la zona metropolitana de Guadalajara.

III.3.8.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Para identificar las AICAS en el territorio mexicano, se invitó a especialistas e interesados en la conservación de las aves para proponer de manera regional Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. Se identificaron 170 áreas, mismas que se difundieron, invitando a más personas a participar para conformar 193 áreas nominadas durante 1996-1997. Estas áreas fueron revisadas por la coordinación del programa AICAS y se constituyó una base de datos. La estructura y forma de la base de datos fueron adecuándose a las necesidades del programa. La información gráfica recabada en el taller que incluía los mapas dibujados por los expertos de todas las áreas que fueron nominadas, se digitalizó y sistematizó en CONABIO incorporándose en su sistema de información geográfica.

En mayo de 1997, durante una reunión del Comité Consultivo, la Coordinación y técnicos de la CONABIO, se revisaron, con el apoyo de mapas de vegetación, topografía e hidrografía, las 193 áreas propuestas, revisando los polígonos, coordenadas y límites. Durante 1998 el programa entró a una segunda fase en la cual se regionalizó, con el apoyo financiero del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C., (FMCN) formándose 4 coordinaciones regionales (Noreste, Noroeste, Sur y Centro). En cada región se organizaron dos talleres para revisar las AICAS, anexándose y eliminándose aquellas áreas que de acuerdo con la experiencia de los grupos de expertos así lo ameritaron, concluyendo con un gran total de 230 AICAS, las

cuales quedaron clasificadas dentro de alguna de las 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves; dichos criterios resultaron de discusiones trilaterales y se adaptaron a partir de los utilizados por BirdLife International. Igualmente se concluyó una lista de 5 áreas de prioridad mayor por Región, en donde se tienen identificados los grupos locales que son capaces de implementar un plan de conservación en cada AICA.

Análisis geográfico: El proyecto no se encuentra dentro de alguna poligonal correspondiente a AICAS, la más cercana es el AICA 147 "Laguna de Chapala" a unos 31,5 km hacia el sureste del área de estudio (anexo III.10).

construyeron unidades habitacionales, en algunos casos con criterios poco claros y sin una vigilancia adecuada por parte de las autoridades.

El crecimiento demográfico acelerado inicia en la década que va de 1970-1980, periodo en el que aumenta la población 42% en términos relativos. En esta época comienza la llegada de colonos en asentamientos irregulares alrededor de las agencias y delegaciones, que aparecen como fincas campestres, además de trabajadores agrícolas en las zonas con esta vocación, ocupándose principalmente en las áreas hortícolas.

La explicación del incremento en la variable poblacional no corresponde a la oferta de empleos en los corredores industriales que se establecieron en el municipio en ese mismo periodo, sino que es consecuencia de la disminución de las tasas de crecimiento de los cuatro grandes municipios que conforman la Zona Metropolitana de Guadalajara: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá, que prácticamente "cedieron" población a Tlajomulco en la última década del pasado siglo.

La dinámica de crecimiento poblacional en Zapopan en los últimos diez años consolidó al municipio como el segundo mayor poblado de la urbe. Los poco más de un millón de habitantes de la ex villa maicera representaron en el año 2000 el 27,94 por ciento de los habitantes de la zona metropolitana sólo por detrás de Guadalajara, en donde residen el 45,95 por ciento de los habitantes de la metrópoli. Sin embargo, si observamos el crecimiento poblacional, es claro que Zapopan ha vivido un rápido periodo de expansión en la última década. Tan sólo de 1990 al 2000 el número de habitantes aumentó 289 013 personas, mientras que en el mismo periodo hubo un decremento en el número de habitantes de Guadalajara de 3 886 personas. De seguir esta tendencia Zapopan se convertirá en algunos años en el municipio más poblado del estado de Jalisco, aún pese a que en los años recientes el ritmo de crecimiento de su población ha venido disminuyendo a la par con el de la zona conurbada. La explicación al crecimiento acentuado del número de habitantes de Zapopan se liga específicamente al rol que éste ha estado desempeñando dentro de la zona conurbada de Guadalajara en los últimos años. Primeramente, el municipio se ha convertido en un oferente de suelo urbano y vivienda para los profesionistas y las familias que llegan a residir a la metrópoli. Algunas cifras muestran que tan sólo en 1998 el 95 por ciento de las licencias expedidas para construcción en el municipio fueron para uso habitacional, mientras que en Guadalajara tan sólo el 14 por ciento del total de las licencias expedidas se destinaron al mismo uso. (Plan de Desarrollo Municipal, 2004-2006)

IV.2.3.9. Procesos migratorios

El proyecto por su naturaleza no contempla la realización de obras que impliquen la urbanización del área de estudio (viviendas y sus servicios), además se piensa aprovechar la infraestructura caminera existente. Los flujos migratorios en las comunidades ubicadas en el área protegida se dan de manera regular y constante hacia las cabeceras municipales que conforman la Zona Metropolitana de Guadalajara, esta situación es evidente en el núcleo poblacional agrario Ejido Adolfo López Mateos, ya que del total de ejidatarios únicamente residen cuatro en la comunidad. Concluyendo, el proyecto no provocará emigración significativa; la inmigración (temporal) sucederá cuando lleguen las cuadrillas de trabajadores que se emplearán como mano de obra en los procesos de preparación del sitio y etapa constructiva. Una vez operando el proyecto, lo más factible es que el personal que labore en las instalaciones radique en la Zona Metropolitana, dada su cercanía y disponibilidad de todos los servicios.

IV.2.3.10. Tipos de organizaciones sociales predominantes

En los municipios de estudio, excepto Tlajomulco de Zúñiga, existen organizaciones civiles que muestran el interés de la ciudadanía, así como su participación en temas relacionados con la protección ambiental (Tabla IV.46).

Tabla IV.46
Organismos con causas ambientales en los municipios de Tala y Zapopan, Jal.

Municipio	Organismo	Causa Básica	Servicios	A quien dirige sus servicios
Tala	Dirección Ejecutiva de Protecc6n de Flora Y Fauna	Ecología	Preservación y desarrollo sustentable de los recursos naturales del bosque	Bosque de La Primavera
	Patrulla Forestal Universitaria A.C.		Promoción y fomento de una cultura ambiental generalizada	Comunidad en general
Zapopan	APRODA	Ecología	Ambiental	A la Comunidad
	Asociación de ayuda social, Ecológica y Cultural A.C.		Realizar labores de servicio social a favor de la comunidad	Población en general
	Asociación Proderechos del animal y protección del medio ambiente A.C.		Asesoría legal y trabajo social	A la Comunidad
	Dirección Ejecutiva del Bosque de La Primavera		Al ciudadano	Ciudadano
	Fomento y Protección Ecología del Bosque de La Primavera A.C.		Promover y desarrollar actividades encaminadas a generar la cultura y concencia ambiental	Población en general
	Grupo Ecológico del Instituto de Ciencias		Reciclado de papel, excursiones ecológicas	Población en general
	Guardias forestales de ecología Jalisco, Nacional e Internacional A.C.		Auxilio en siniestros	Protección del medio ambiente
	Los Guayabos, Comunidad Ecológica		Generan mecanismos de capacitación y vinculación entre los educadores ambientales del estado	Educadores ambientales
	Natxalli		Conservación del medio ambiente	Comunidad en general
	Red Jaliscience de educadores ambientalistas A.C.		Protección del medio ambiente	Población en general
	Sociedad de Ingeniería ambiental del estado de Jalisco		Educación ecológica utilizando la naturaleza	Todos

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano para las Regiones II y XII del Estado de Jalisco

Específicamente participando activamente en el APFFLP, existe la Asociación Civil "Fomento y Protección del Bosque La primavera", autodefinido como *Un movimiento ciudadano que cada día cobra más fuerza y que ha resultado vital para la gestión por La Primavera.*

Fomento y Protección del Bosque La Primavera, AC, surge el mes de Octubre del 2000, con la misión de "Cumplir con el objeto social de promover y desarrollar diversas actividades encaminadas a generar la cultura y conciencia ambiental en la población general, obtener los recursos materiales y financieros necesarios para la protección, restauración, conservación y desarrollo sustentable del Área Natural Protegida, para todo lo que fue constituida como asociación, dentro de lo señalado en sus estatutos, de manera tal, que la contribución de la AC en la protección y desarrollo del Bosque la Primavera, sea de lo más altamente significativa". Año con año ha ido fortaleciéndose con cada uno de los nuevos asociados, sumando en este 2007 la cantidad de 100 asociados y amigos de la Primavera.

IV.2.3.11. Vivienda

En toda el área de estudio la tenencia de la vivienda es fundamentalmente privada. Cuenta la mayoría de las mismas con los servicios de energía eléctrica y agua entubada y en menor proporción con drenaje. El tipo de construcción es con base en losa de concreto, bóveda de ladrillo o teja en los techos, y, tabique, block o adobe en los muros (Tablas IV.47 y IV.48).

Tabla IV.47
Total de viviendas en cada municipio

Municipio	Total de viviendas		
	1990	1995	2005
Tala	8 980	10 773	13 671
Tlajomulco de Zúñiga	12 487	19 400	50 989
Zapopan	146 442	197 031	276 305

Fuente: Enciclopedia de los municipios de Estado de Jalisco

Tabla IV.48
Total de viviendas en cada municipio

Servicios	Tlajomulco	Zapopan	Tala
Agua potable (%*)	80,28	92,25	93,76
Drenaje (%*)	93,27	96,97	97,28
Electricidad (%*)	98,24	98,95	98,93

*El porcentaje, se tomó del total de viviendas existentes
Fuente: Plan de desarrollo municipal para los tres municipios

IV.2.3.12. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Las ciudades más cercanas a la zona geotérmica son Guadalajara y Zapopan, algunas comunidades como Santa Ana Tepetitlán Cd. Bugambilias (fraccionamiento) y El Fortín al este; Santa Cruz del Astillero, La Venta del Astillero, Pinar de la Venta y La Primavera (Figura IV.40) al norte; Tala, Ahuislusco, San Isidro Mazatepec (Figura IV.41) al oeste y sur.

Figura IV.40. Vista de la Delegación La Primavera, municipio de Zapopan, al norte del APFFLP

Figura IV.41. Vista de San Isidro Mazatepec, municipio de Tala, fuera del APFFLP

Además de encontrarse rancherías y poblados menores entre ellos: rancho Las Toposas, rancho La Cebada, El 8½, rancho San José de La Montaña y el Ejido Adolfo López Mateos (Figura IV.42), donde territorialmente se ubica el campo geotérmico Cerritos Colorados.

Figura IV.42. Vista del núcleo ejidal Adolfo López Mateos (Zapopan), dentro de la Zona de Aprovechamiento Especial del APFFLP

Vías de acceso

El acceso a la zona geotérmica es a través del cruce del periférico poniente de la ciudad de Guadalajara, se toma la prolongación de la avenida Mariano Otero en dirección al poblado de San Isidro Mazatepec; a la altura del km 9,6 de este camino existe una desviación hacia el Norte que, con una trayectoria de 5 km, llega al campo geotérmico Cerritos Colorados. Dentro del campo geotérmico el acceso a las plataformas de los pozos y demás instalaciones de la CFE es a través de una red de caminos existentes cuya longitud total es de 13,8 km y un ancho de corona de 4 m de los cuales 11 km de asfaltado y 2,8 km de terracería (Figura IV.43 y IV.44).

Figura IV.43. Acceso al APFFLP por Prolongación Mariano Otero y acceso al Campo geotérmico Cerritos Colorados

Figura IV.44. Caminos de terracería a la altura de la entrada al Ejido López Mateos y carretera asfaltada en el acceso al pozo PR-5

IV.2.3.12.1 Medios de comunicación

Como primera instancia la comunicación entre el personal de campo así como de éste, con el personal que labora en las oficinas de la residencia, ubicada en Guadalajara, es actualmente a través de un sistema de radio-transmisión, propiedad de la CFE; sin embargo, se ha programado aprovechar las innovaciones tecnológicas, para que a través de cable de fibra óptica, que servirá como hilo de guarda en la línea de subtransmisión que se construirá para transmitir la energía que se genere en el campo geotérmico, sea el medio de comunicación entre el personal que labore en el campo con las oficinas de la Residencia La Primavera ubicada en la ciudad de Guadalajara, por lo que no se requerirá de infraestructura de soporte adicional para dicho cable.

IV.2.3.12.2. Mano de obra

El personal requerido durante el tiempo que se realicen los trabajos en las etapas del proyecto preparación del sitio y construcción de la plataforma de la unidad de 25 MW y operación, se detalla en la Tabla IV.49. Debido a la cercanía con el medio urbano, el personal se transportará diariamente de la Ciudad de Guadalajara o de los ejidos cercanos a la obra. Prácticamente toda la mano de obra no calificada que se contratará a utilizar será de la región.

El horario de trabajo es un turno de 8 horas diarias (8:00 a 16:00 h) en cada una de las actividades que comprende la construcción del proyecto geotermoeléctrico de 25 MW.

Por lo anterior se puede asegurar que los servicios con los que cuentan las cabeceras municipales son suficientes para atender las necesidades del proyecto.

Tabla IV.49 Requerimientos de personal para las etapas de la Unidad de 25 MW a condensación						
Etapa	**Tipo de Mano de obra**	**Procedencia de mano de obra**		**Tipo de empleo**		**Tiempo del empleo**
		Local	**Externo**	**Eventual**	**Permanente**	
Preparación del sitio	Calificada	---	10	---	✓	60 (días)
	No calificada	40	---	---	---	60 (días)
Construcción: obra civil y perforación	Calificada	---	10	---	✓	45 (meses)
	No calificada	180	---	✓	---	45 (meses)
Equipamiento y puesta en servicio	Calificada	---	10	---	✓	90 (días)
	No calificada	30	---	✓	---	90 (días)
TOTAL		**250**	**30**	---	---	**3 000**

IV.2.3.12.3 Energía eléctrica

Con el objeto de contar con energía eléctrica en la unidad generadora durante los mantenimientos mayores, reparaciones o fallas en que se tenga que salir de servicio, así como servir de respaldo a los servicios esenciales de esta unidad, se le debe dotar de una fuente de energía eléctrica confiable e independiente. Esta fuente de energía será obtenida de un generador diesel, el cual se instalará dentro del mismo predio de la unidad de 25 MW. Asimismo, los consumos de energía eléctrica requeridos para los usos propios durante la operación de la unidad serán cubiertos en su totalidad por la misma.

Por otra parte, para alimentar de energía eléctrica al sistema de bombeo que se instalará en la plataforma del pozo PR-11, para la inyección de las aguas residuales que poduzcan los pozos geotérmicos (PR-11, CC-4 y CC-5), se instalará un generador diesel a un costado de dicha planta de bombeo.

En las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, no se utilizará la energía eléctrica, ya que la mayoría de los trabajos se llevarán a cabo durante el día y la maquinaria y equipo utilizados funcionan por medio de sistema de combustión interna.

IV.2.3.12.4. Agua cruda y potable

A diferencia de una central termoeléctrica, el sistema de enfriamiento de una central geotermoeléctrica no requiere agua de reposición debido a que el vapor que se condensa en el condensador, se incorpora al sistema de agua de circulación para reponer las pérdidas por evaporación, arrastre y purgas que se presenta en una torre de enfriamiento.

A través de las chimeneas de la torre se pierde una parte del agua de circulación por evaporación y arrastre, este porcentaje varía dependiendo de las condiciones ambientales (temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo) y el rango de enfriamiento. El vapor condensado pasa a formar parte del agua de circulación y es suficiente para reponer las pérdidas por arrastre y evaporación de la torre, por lo que no es necesario disponer de fuentes externas de abastecimiento de agua para el proceso.

Al iniciar la operación de la unidad de generación de 25 MW, se requieren de aproximadamente 429 m^3 de agua cruda para llenar la pileta de la torre de enfriamiento.

El consumo de agua cruda durante las obras civiles es variable, utilizándose principalmente, en las fases de construcción de la modificación del trazo del camino acceso aledaño a la plataforma del pozo PR-9 durante la compactación del terreno natural y construcción de la capa base, compactación de las plataformas, cimentación para el montaje de la unidad de generación, bases para soportes de líneas de vaporductos, y para la cimentación del campamento y seguimiento del programa de reforestación, operación del campo y las centrales de operación, así como mantenimiento de pozos (estimulaciones), instalaciones superficiales y unidad de generación,. El agua se obtendrá del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de la zona metropolitana de Guadalajara; se trasladará en carros tanque y se almacenará en los estanques de concreto existentes.

El consumo de agua potable durante las diferentes etapas de construcción de las nuevas obras se estima en aproximadamente 100 litros diarios que serán suministrados en garrafones de 20 a 50 litros de capacidad.

La demanda de agua no ejerce presión alguna sobre la oferta local del líquido.

IV.2.3.12.5 Combustibles y lubricantes

Las unidades geotermoeléctricas no utilizan combustible para su operación, ya que el vapor geotérmico suple al combustible, lo cual es una de las principales ventajas de las geotermoeléctricas.

Durante la ejecución de las obras civiles no se utiliza energía eléctrica, sino que se consume exclusivamente combustible diesel. El consumo para un equipo se estima en un total de 5 300 L de diesel para 30 días de trabajo de obra civil. Este combustible se repartirá todos los días en el frente de trabajo en una camioneta de tres toneladas de capacidad, mediante tanques de 200 litros cada uno, el vehículo se surtirá con la frecuencia necesaria desde las gasolineras comerciales de la zona metropolitana de Guadalajara. Lo mismo ocurre con el suministro de lubricantes. En esta etapa no hay almacenamiento dentro de la zona.

Para la etapa de perforación, el consumo de diesel en motores del equipo, se calcula en 6,5 m^3 por día, (incluye la planta de energía eléctrica) considerando la potencia total de los motores y turnos continuos. Esto da como resultado un consumo de 585 m^3 para tres meses de perforación en cada pozo.

El suministro de combustible se hará en pipas de PEMEX que acudirán al sitio dos veces por mes en promedio. El equipo de perforación cuenta con un tanque de almacenamiento de diesel el que asegura una reserva de combustible para la operación continua de los equipos.

IV.2.3.12.6 Drenaje

Se cuenta con un sistema de drenaje de agua pluvial formado por: 10,5 km de cunetas, 13 alcantarillas y 15 lavaderos.

IV.2.3.12.7 Agua de servicio y contra incendio

El agua de servicios y contra incendio se tomará del pozo PI-1 existente; en caso de requerirse, el agua será tratada para adecuarse a las necesidades del servicio para la unidad de generación.

IV.2.3.12.8 Materiales a utilizar durante la perforación de un pozo geotérmico

Los materiales a utilizar para la perforación de cada uno de los pozos y la cementación de las tuberías de revestimiento están estimados en el Capítulo II de este estudio.

IV.2.3.13. Salud y seguridad social

Como se ha mencionado con anterioridad, la zona de estudio tiene una cercanía a la Zona Metropolitana de Guadalajara, lo que le facilita a la población de esta zona tener acceso a los servicios primordiales, como es el caso de los servicios de salud. En la siguiente Tabla IV.50 se muestra la distribución de la población que tiene o no derecho a los servicios, así como la distribución en cuanto al tipo de institución en la que esta asegurada. Además se muestra la cantidad de Unidades o casa de salud que existen.

En el municipio de Tala dentro de la unidad de los servicios médicos municipales se ha buscado integrar dar servicios médicos de carácter integral que proporcionen a los pacientes calidad y calidez humana para que logren sentir satisfacción plena, además de brindar los servicios de manera eficaz y eficiente para satisfacer las necesidades mas especificas de cada una de las personas que acudan a solicitar un servicio.

Tabla IV.50
Población total de derechohabientes en el año 2000, a servicios de salud e instituciones en los municipios

Municipio	Población		Asegurados				Unidades de salud	Casas de salud
	Sin derecho	Con derecho	IMSS	ISSTE	POPULAR	No especif.		
Tala	21 365	33 726	29 119	1 034	3 616	-	7	5
Tlajomulco de Zúñiga	88 132	111 304	101 602	3 085	2 628	3 989	9	12
Zapopan	429 811	663 062	527 984	30 020	34 988	70 070	22	35

Fuente: Seijal, Cédulas municipales de Jalisco y II Conteo de Población y Vivienda, INEGI 2005

En el municipio de Zapopan, a pesar de la infraestructura que alberga una gran parte de la población carece de este beneficio, hasta el 2000, apenas poco más del 50 por ciento de la población estaba afiliada a alguna institución pública, el resto acudía al Hospital General de Occidente (sitio al que concurre gente de todo el estado), al Hospital General de Zapopan (que también es receptor de pacientes de los municipios vecinos), a las unidades de urgencias de la Cruz Verde y a casas de salud, los cuales resultaban insuficientes, o en su caso, a hospitales particulares, situación que no ha cambiado sustancialmente (Plan de Desarrollo Municipal de Zapopan 2004-2006).

IV.2.3.14. Educación

Tabla IV.51
Niveles de alfabetismo en los tres municipios estudiados

Municipio	Alfabetas				Analfabetas			
	6 a 14 años		15 años en adelante		6 a 14 años		15 años en adelante	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Tala	4 747	4 682	14 962	16 330	746	637	1 478	1 515
Tlajomulco de Zúñiga	12 148	11 867	34 153	35 631	1 880	1 614	2 561	2 749
Zapopan	89 695	88 490	305	331 179	8 390	7 264	9 525	14 077

Fuente: Seijal cédulas municipales, Estado de Jalisco

IV.2.3.15. Aspectos sociales

Aspectos culturales y estéticos

Historia

La evidencia más antigua de la presencia del hombre en el área proviene de tumbas que datan del año 350 a. C. La zona de Teuchitlán-El Refugio cubría aproximadamente 22 complejos arquitectónicos en 20 km^2 y su importancia reside en los sitios de observación astronómica-ceremonial de tipo circular. El sector Teuchitlán señala el punto donde comenzaron a desarrollarse complejos en montículo como los encontrados en Arenal; algunas cimentaciones modestas llegaron a crecer por añadiduras como el caso del Ixtépete junto al cerro El Colli, cuyo basamento exterior cubre por lo menos 5 construcciones piramidales interiores, considerándolo como un edificio del Horizonte Clásico. Los antiguos pobladores de México reconocieron la importancia económica del vulcanismo riolítico del eje neovolcánico, y desde comienzos del Preclásico se comerciaba extensamente con la obsidiana en Mesoamérica; esto cambió con la llegada de los españoles y la introducción de instrumentos de hierro; sin embargo floreció el uso de ignimbritas como material de construcción.

Los Tecuexes y los Cocas fueron dos grupos étnicos que vivían en la región cuando llegaron los españoles; estos dos grupos construían sus casas con madera de encino y pino proveniente de la región. Hacia el sur, los Tecuexes eran vecinos de la región coca y las relaciones de ambas etnias eran pacíficas y se aliaron contra los purépechas que invadieron su provincia; sin embargo ambos fueron adversarios durante la conquista, cuando las tropas españolas utilizaron aliados cocas para dominar al pueblo tecuexe. Después de la conquista las actividades se concentraron en Guadalajara y Tonalá. De esta época persiste una danza guerrera llamada *tastoanes* que dramatiza la conquista militar de los indígenas con el enfrentamiento y derrota de éstos en septiembre de 1541, cuando murieron más de 15 000 indios.

En el siglo XVIII, en Tlajomulco, una buena parte de la población se beneficiaba del corte de madera; la tala debió de practicarse con anarquía, ya que existe mención en esa época de los efectos graves que empezaba a causar esa actividad. El derribo de arbolado se realizaba para la obtención de carbón y de leña, usados como combustible casero o para hornos de ladrillo.

Durante el siglo XIX, en Guadalajara varios talleres se dedicaban al curtido de pieles, fabricación de sombreros estampados en zaraza y tejidos de lana y algodón; existía un gran número de artesanos especializados en todos los oficios, pero los más productivos eran los carpinteros. En San Pedro Tlaquepaque se fabricaba loza y ladrillo, utilizando leña como combustible, y en Tlajomulco se elaboraba carbón al igual que en Zapopan.

Estas actividades eran regularmente realizadas en terrenos de comunidades indígenas, al mismo tiempo que empezaban a extenderse sitios de ganado mayor dentro de los bosques, como sucedía en los terrenos de Santa Ana Tepetitlán, donde en esas fechas había 14 sitios de ganado mayor, equivalente a 25 000 ha aproximadamente.

Cultura

En lo referente a cultura, la participación de Zapopan se activa a escala internacional gracias al impulso que el ayuntamiento comienza a dar mediante el patrocinio de grupos y festivales artísticos contribuyendo a la profesionalización de jóvenes talentos, y más recientemente, a la construcción del Museo de Arte. Ésta se proyectará aún más, gracias a la construcción del Centro Cultural Universitario, foro que concentrará una gran parte de la participación universitaria en este ámbito, así como del resto de la metrópoli.

Monumentos Históricos en Tala

Miguel hidalgo y costilla, Benito Juárez García, José María Morelos y Pavón, Francisco y Madero, Cuauhtémoc. En lo relativo a imágenes se cuenta con, las del divino preso, la Virgen de nuestra Señora de la Asunción y un Cristo que se sabe tienen más de 200 años de antigüedad, San Francisco de Asís, bastantes cruces que existen en los cerros de las localidades.

Zonas arqueológicas, cuevas, sepulturas y restos de actos y recuerdos ceremoniales (Plan De Desarrollo Municipal *Tala, Jalisco* 2004 – 2020)

IV.2.3.16. Aspectos económicos mínimos a considerar

Principales actividades productivas

Zapopan es sin duda el municipio conurbado que ha presentado un mayor desarrollo económico en los últimos años y paulatinamente se ha convertido en uno de los polos con mayor atractivo para la inversión privada y extranjera. Tomando como referencia el ámbito metropolitano, el municipio se ha insertado a la perfección en la dinámica de la ciudad en la que la gran parte de la actividad económica gira alrededor de la provisión de servicios y la industria. Al respecto, es importante destacar que pese a que el municipio de Guadalajara es el que concentra el mayor porcentaje de su población ocupada en el sector terciario, es en Zapopan donde el desarrollo de estas actividades ha sido más dinámico en los últimos años. En la actualidad en Zapopan se encuentran los más modernos hospitales, clínicas, restaurantes, centros comerciales, supermercados y tiendas de autoservicio de la ciudad, así como las más modernas y competitivas empresas en el sector industrial, financiero y comercial.

De igual manera, gran parte de las transnacionales que operan en la ciudad se han establecido en el municipio, como es el caso de Kodak, Motorola, Flextronics, Bimbo, Coca-Cola, Hewlett Packard y Cannon, entre otras (Plan de Desarrollo Municipal de Zapopan 2004-2006).

PEA ocupada por rama productiva

En la siguiente tabla se muestra la distribución en porcentaje de la población económicamente activa que participa en alguno de los sectores productivos.

Tabla IV.52
Población ocupada en los municipios de estudio por zona o sector de actividad

Municipio	Primario	Secundario	Terciario
Zapopan	1,50%	32,13%	62,82%
Tala	24,4%	32,3%	4,16%
Tlajomulco	10,74%	46,80%	39,24%

Fuente: Cálculos del Ayuntamiento con base en datos del Sistema Nacional de Información Municipal

Para el municipio de Tala y en cuanto a la producción del sector primario, el área para esta actividad representa el 27 por ciento de la superficie total del municipio; el maíz es el principal producto cosechado con 16 mil 312 hectáreas sembradas ocupando el cuarto sitio en la producción estatal; otros de sus cultivos básicos son la caña de azúcar, el nopal verde y el mango. En ganadería, durante el 2000, el número de cabezas disminuyó con relación a 1994, la producción de bovinos sumó 50 mil, y la de porcinos poco menos de 80 mil. (Plan De Desarrollo Municipal Tala, Jalisco 2004 – 2020).

IV.2.4. Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional

A partir de la caracterización realizada en el apartado anterior, en este apartado se describe en forma cualitativa la estructura del sistema ambiental regional donde se pretende desarrollar el proyecto.

Como lo indica la Guía sectorial, se enfatiza en las principales interrelaciones detectadas y en los flujos principales; asimismo, se comienzan a identificar aquellos componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas en el funcionamiento del sistema.

IV.2.4.1. Descripción cualitativa del sistema ambiental regional

El área de estudio regional se ubica en la porción central del estado de Jalisco, abarca parcialmente los municipios de Tala, Tlajomulco de Zúñiga y Zapopan; que incluye el APFFLP y una pequeña extensión en áreas suburbanas de la zona metropolitana de Guadalajara, fuera del ANP.

El componente característico del área de estudio es su origen geológico, ya que al ubicarse en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico ha tenido manifestaciones recientes de vulcanismo explosivo (el más reciente hace 27 000 años); de hecho, es considerada como la manifestación riolítica más reciente y compleja de toda la provincia. Consecuencia de lo anterior, se tiene uno de los relieves volcánicos con más diversidad en México en el que se combinan domos anulares, mesetas, cerros y montañas que siguen las líneas de fractura de la caldera volcánica, y colinas irregulares modeladas por erosión; producto de esta fisiografía, se tienen dos máximas elevaciones: el Cerro Las Planillas y el Cerro San Miguel, situados en la parte sur del APFFLP y que alcanzan los 2 200 metros, aunque también se presentan altitudes de 1 400 metros en el oeste.

Como remanente de esta actividad volcánica prevalece una actividad hidrotermal en la zona que se manifiesta como fumarolas, manantiales de agua caliente y suelos calientes, aflorantes en diversas partes de esta sierra (Figura IV.45). Por lo anterior, la región representa un potencial geotérmico empleado con fines turísticos de las manifestaciones termales naturales, donde se localizan balnearios como los de la zona norte, Cañón de las Flores, Las Tinajitas y La Presa.

Figura IV.45. Manifestaciones geotérmicas en el área conocida como Cerritos Colorados

Otro gran potencial de aprovechamiento de las manifestaciones geotérmicas, es la factibilidad de generación de electricidad a través de campos geotermoeléctricos, para esto, la CFE ha realizado estudios geológicos, geoquímicas y geofísicos de cobertura regional y a detalle, como principal conclusión de esta detallada secuencia de estudios, se identificaron como áreas de alto interés geotérmico la porción centro-sur de la caldera volcánica denominada La Primavera, en la porción conocida como Cerritos Colorados y el cráter del domo Las Planillas, cerro ubicado al sur, fuera del límite de la caldera. En ambas áreas, los estudios concluían que era factible la existencia en el subsuelo de sendos sistemas geotérmicos que podrían ser comercialmente aprovechables para la generación de electricidad, con la ventaja de utilizar fuentes renovables en sustitución de los combustibles fósiles.

El material altamente permeable que conforma la litología del área son rocas ígneas extrusivas ácidas en la siguiente proporción: toba (46%), pómez (34%), riolita (10%), obsidiana (8%) y andesita basáltica (2%) que permite la rápida infiltración del agua y la consecuente recarga de los acuíferos de los valles Atemajac-Tesistán, Toluquilla y Etzatlán-Ahualulco, y de manera indirecta a los del Valle de Ameca, ya que existen aproximadamente 20 corrientes permanentes que nacen en el bosque y que drenan hacia la cuenca del río Ameca, al oeste. La captación media anual de agua de lluvia es de 240 millones de metros cúbicos, lo cual genera un potencial hídrico superficial y subterráneo que es aportado a tres cuencas hidrológicas de suma importancia para el estado de Jalisco. Los alumbramientos naturales de agua más abundantes se dan en la zona de Agua Brava, donde nace el río Salado con una temperatura de 70 a 80ºC. Asimismo, de las recargas de esta área dependen una importante superficie con infraestructura de riego, algunas industrias como los ingenios de Tala, Ameca y Bella Vista, así como un gran número de pozos, manantiales y norias de importancia vital para los pobladores del bosque y de su área de influencia.

Derivado del intemperismo de la toba, pómez y riolita, se han formado suelos de tipo regosol, que conforma el 92% del ANP, el 80% del suelo involucrado en el ANP presenta valores de contenido de materia orgánica menores al 2%. Uno de los factores que han intervenido en la formación de suelos regosoles en la región es el clima, representado por dos tipos: templado subhúmedo y semicálido subhúmedo, ambos con lluvias en verano e invierno con precipitaciones anuales que fluctúan entre 800 y 1 000 mm, por sus características torrenciales, el 77% de las lluvias se consideran de tipo erosivo. La temperatura media anual es de 20,6º C, siendo el mes más frío enero y el más cálido junio. El promedio anual de humedad es de 63% y los vientos dominantes provienen del suroeste, con una velocidad máxima de 53 km/h.

Por supuesto, la fisiografía, clima y suelos han determinado los tipos de vegetación que actualmente podemos ver aún, comunidades vegetales conformadas por bosques de encino-pino, encino, pino, vegetación riparia y bosque tropical caducifolio (Figura IV.46), esta diversidad vegetal hace que la Primavera es el área de distribución de una gran cantidad de especies de flora, entre las que se ubican 11 especies de encinos, 5 de pino y varias especies de orquídeas. La zona representa un reservorio de algunas especies de flora endémicas de la región de Nueva Galicia tales como *Agave guadalajarana*. En la zona de protección se reportan al menos 29 especies de mamíferos destacando la presencia de puma *Felis concolor*, el jaguarundi (*Felis yagouaroundi*), especie amenazada de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, y otros mamíferos mayores como el gato montés (*Linx rufus*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Figura IV.46. Diversidad de las asociaciones vegetales en el área de estudio

IV.2.4.2. Principales interrelaciones y flujos detectados

En general, el APFFLP se puede identificar como una corriente de bienes y servicios ambientales principalmente para la Ciudad de Guadalajara, proporcionando protección a la cuenca y subcuencas hidrológicas en que se ubica, representando uno de los principales aportes de agua a la región, en particular a la ciudad de Guadalajara; funcionando como fundamental sitio para la captación, filtración, transporte y saneamiento de aguas superficiales y subterráneas. Como "pulmón" de la ciudad de Guadalajara, es discutible la función de La Primavera, al menos temporalmente lo es, ya que el oxígeno emitido por la vegetación es transportado en dirección noreste, que es hacia donde se dirigen los vientos dominantes.

Por la conformación, composición y grado de conservación de su macizo boscoso, el área representa valores ecológicos relevantes evitando la erosión y controlando la sedimentación, regulando la composición química de la atmósfera, mediante la captura de carbono y la fijación de nutrientes, así como del clima en la región, al funcionar como amortiguador y catalizador de las fluctuaciones provocadas por el área urbana adyacente al APFFLP.

Funciona como hábitat crítico para especies de la flora y fauna representativa de la región y reservorio genético de la región, al mantener la diversidad biológica y el patrimonio genético y favorecer la continuidad de los procesos evolutivos; lo que lo convierte en un laboratorio vivo para el desarrollo de la investigación científica y la educación ambiental.

Asimismo, representa valores escénicos y paisajísticos de vital trascendencia que permiten la generación de oportunidades para la implementación y desarrollo de actividades de recreación y ecoturismo.

En cuanto a flujos, se pueden mencionar los que suceden al interior del área de estudio y que corresponden a un "equilibrio" existente entre los componentes ambientales y sus interrelaciones; sin embargo para fines de este estudio los más importantes son los que se dan del exterior hacia dentro del ANP y viceversa; los primeros consisten en una serie de impactos ocasionados por los visitantes y por las actividades humanas que se realizan dentro del área de estudio, los segundos corresponden a la gran variedad de servicios ambientales y bienes tangibles que proporciona el bosque a las comunidades y ciudades aledañas. De manera esquemática, estos flujos se pueden explicar en la Figura IV.47.

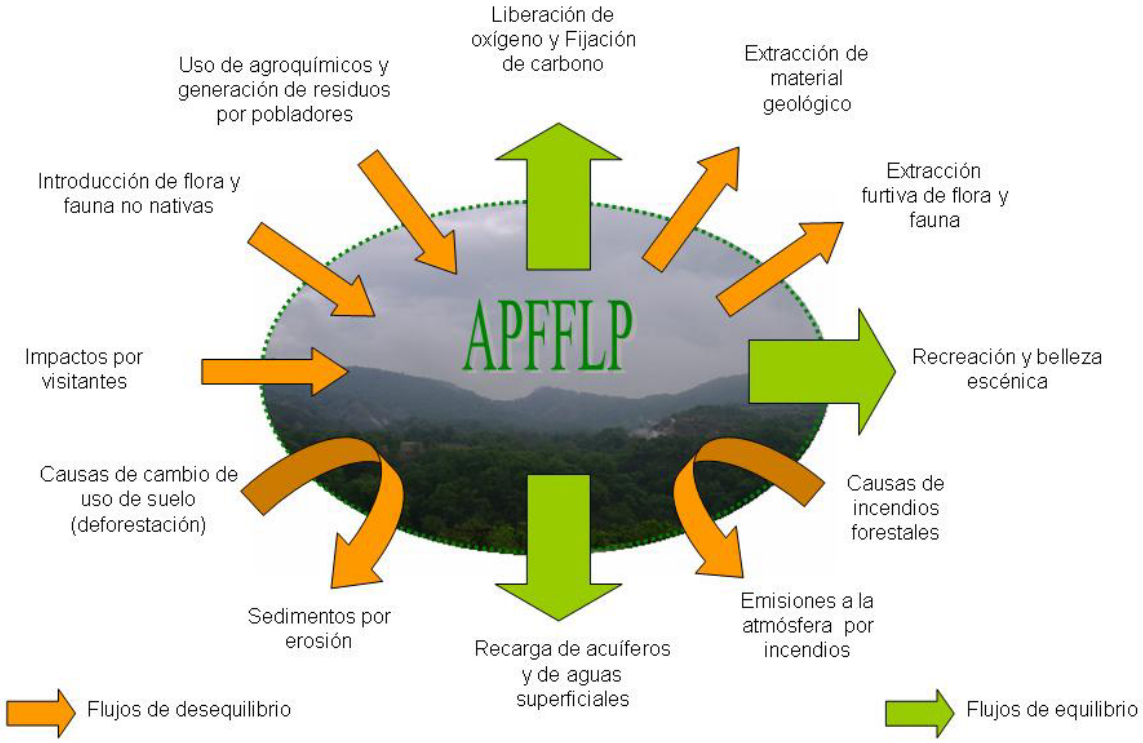


Figura IV.47. Identificación y dirección de las interrelaciones y flujos del área de estudio con el exterior, el tamaño de la flecha indica la magnitud del flujo.

La figura representa básicamente que el ANP como ecosistema regional proporciona a los habitantes y visitantes una serie de bienes y servicios ambientales, aunque algunos de ellos, los obtiene la gente de manera ilegal. En cambio, existen una serie de amenazas e impactos ambientales que provienen del exterior y que en algunos casos se revierten consecuentemente a las poblaciones aledañas, como respuesta del sistema ambiental ante un estímulo, convirtiéndose esta relación bosque-pobladores en un proceso negativo, como lo muestran las flechas donde el impacto al bosque retorna al exterior.

IV.2.4.3. Identificación preliminar de los componentes, recursos o áreas relevantes en el funcionamiento del sistema

Una vez que se terminó la caracterización del sistema ambiental regional, se realizó un ejercicio con el grupo de especialistas con el objeto de identificar de manera preliminar los componentes y las áreas relevantes en el funcionamiento del sistema que conforma el área de estudio.

Ante la remoción de la cobertura vegetal a consecuencia de las actividades humanas sobre suelos que presentan una alta proporción de arenas pomáceas y la ocurrencia de lluvias torrenciales, el área de estudio está caracterizada por tener una alta vulnerabilidad a la erosión. Esta tal vez sea la relación más importante en la estructura del sistema ambiental regional, siendo la vegetación y el suelo los componentes relevantes pues al perderse la cubierta vegetal, disminuye la protección de ésta ante el efecto erosivo de las lluvias torrenciales y tiende a degradarse el recurso suelo, con esto, merma también la capacidad de recarga de acuíferos, la aportación de oxigeno al aire, lo que conlleva a una paulatina pérdida del hábitat de la fauna silvestre y un cambio en percepción de la calidad del paisaje natural.

En este orden de ideas, las lluvias torrenciales resultan ser un factor relevante en la funcionalidad del sistema ambiental regional. Por otra parte, la marcada estacionalidad de las lluvias y los descuidos de visitantes y agricultores han originado uno de los principales problemas que se presentan en el ANP, los incendios forestales que representan otro factor relevante y que han dañado grandes superficies, disminuyendo la salud de los bosques y la calidad de los servicios ambientales que proporcionan.

La tenencia de la tierra dentro del APFFLP es propiedad privada y ejidal, limitando a las autoridades e instituciones que administran el área a actuar como instituciones reguladoras, pero sin la capacidad de obligar a los poseedores de la tierra a acatar algunas disposiciones y políticas de conservación dentro del ANP. Consecuencia de esta situación, es la apertura de áreas a las actividades agropecuarias y la presencia de viviendas y asentamientos irregulares (por ejemplo el asentamiento denominado El 8 ½) que carecen de servicios básicos y que no disponen de sus residuos de manera adecuada, éstos representan otros factores relevantes en el área de estudio.

Otro factor relevante, por el impacto que actualmente ocasionan en el APFFLP, son la presencia de visitantes es común tanto en áreas con manifestaciones hidrotermales como en zonas boscosas y es visible el impacto de estas actividades, principalmente contaminando el suelo.

Como resultado de este ejercicio inicial, se determinó por otro lado, que las áreas relevantes son las que por el estado de conservación de sus componentes deben ser consideradas y evitar en ellas la incidencia de impactos ambientales existentes y de impactos que generará el desarrollo del proyecto. De este modo se definieron en primera instancia como áreas relevantes los polígonos clasificados en el Programa de manejo como zonas de Protección y de Uso restringido, así como la zona de Aprovechamiento especial, la relevancia de esta última radica en el estado de recuperación y restauración en que se encuentra.

En resumen y derivado del análisis preliminar del grupo de especialistas, se identificaron los siguientes componentes relevantes en el área de estudio:

- Vegetación
- Suelo

Porque representan el sostén de otros componentes ambientales, su degradación conlleva a una disminución de los servicios ambientales que presta el área de estudio.

Como los factores relevantes:

- Lluvias torrenciales
- Incendios forestales
- Cambio de uso del suelo forestal
- Tenencia de la tierra
- Impacto de los visitantes

Porque son factores significativos de cambio en el sistema ambiental regional.

Finalmente, se definieron las áreas relevantes, de acuerdo con la zonificación del ANP:

- Las zonas de protección (ZP)
- Las zonas de uso restringido (ZUR)
- La zona de aprovechamiento especial (ZAE)

Debido al estado de conservación que presentan o por su condición de recuperación y restauración de los ecosistemas, la localización geográfica de estas áreas se muestra en el Anexo III.1.

IV.2.5. Análisis de los componentes y áreas críticas

En el apartado anterior se definieron los componentes, los factores y las áreas relevantes, en las cuales se debe poner especial atención en el momento de identificar y evaluar impactos ambientales posteriormente. En esta fase previa a impactos ambientales, se analizan estas variables de relevancia, para lo cual cada equipo de especialistas examinó cual será el potencial de afectación en esos elementos, considerando la caracterización que ya se tiene del sistema ambiental, así como el conocimiento que se tiene de la naturaleza del proyecto y del conocimiento del área de estudio, basado en los recorridos en campo donde se visitaron las diferentes zonas del APFFLP. Al final de este análisis, se pretende establecer la magnitud e importancia de los posibles impactos ambientales y los parámetros a utilizar para la construcción de escenarios futuros.

IV.2.5.1. Análisis de los componentes relevantes (suelo y vegetación)

Por las condiciones geológicas y edafológicas de la zona, de acuerdo con el INEGI (1980) y lo observado en campo actualmente se considera lo siguiente:

Es una zona vulnerable debido a que la topografía y topoforma del área en estudio forma parte de Sierras de laderas abruptas con cañadas, y los suelos corresponden al tipo regosoles éutricos y cambisoles éutricos (Re-Be) en su mayor parte de textura media y dominando los suelos arenosos, por ello se explica esa fragilidad del terreno, es decir, el área es susceptible a constantes deslaves por lo que se hace indispensable conservar la cubierta vegetal. De lo contrario, si se presenta un cambio drástico de uso de suelo, se provocará en principio, una pérdida de biodiversidad y densidad de especies, sobre todo en las cañadas y barrancas.

Un área de importancia, por ejemplo, es la cañada con bosque de encino cerrado situada en la parte norte del campamento CFE (Pozo PR-8), donde aún podemos encontrar especies propias del clima templado como los *Pinus oocarpa, Arbutus xalapensis* y *Vaccinium stenophyllum* entre otras.

Otra área importante es la zona de recuperación ubicada en la parte norte de la plataforma PR-6, donde las laderas de las cañadas hacia el río se ven los acantilados con poco arbolado nativo y abundante reforestación tanto con *Agave* spp (magueyes) como con *Pinus* spp., dentro de las especies nativas en esa zona sobresale el *Pinus luzmariae* cuya población es escasa y solamente se le ha encontrado en esa localidad, por ello, se requiere de acciones de recuperación, reforestando con esa especie ésta área.

En el lugar donde serán instaladas las centrales generadoras, existe un árbol de roble (*Quercus coccolobifolia*) y varios de roble amarillo (*Quercus resinosa*), lo que nos indica, que la zona ha sido afectada por la tala y quema, como medida de recuperación en los alrededores, se han plantado *Pinus douglasiana* y *Punus halepensis,* especies introducidas que no se han podido adaptar a las condiciones actuales, estas acciones han debilitado la propagación natural del roble y otras especies asociadas, por ello, se requiere protegerla y recuperarla con medidas de mitigación como la recolecta de semilla y propagación en vivero para su reintroducción cuando la obra se termine.

Todas las zonas con vegetación secundaria derivada del Bosque Tropical Caducifolio, que se encuentran en lomeríos y las partes bajas de la zona sur (Cerro La Campana, C. Los Tabacos, sur de C. San Miguel y parte de San Isidro), conservan varias especies características de climas tropicales y que conviven con encinares de

ambientes templados, estas comunidades son una transición y constituyen un ecotono. Por esta condición especial de amortiguamiento, sirven de refugio a varias especies de flora y fauna.

Retomando la identificación preliminar de componentes y factores relevantes en el área de estudio, se presenta la Figura IV.48, donde se indica de manera esquemática como factores y procesos de cambio identificados actúan sobre los componentes relevantes suelo y vegetación, poniendo en riesgo la aportación de todos los bienes y servicios derivados de un bosque saludable.

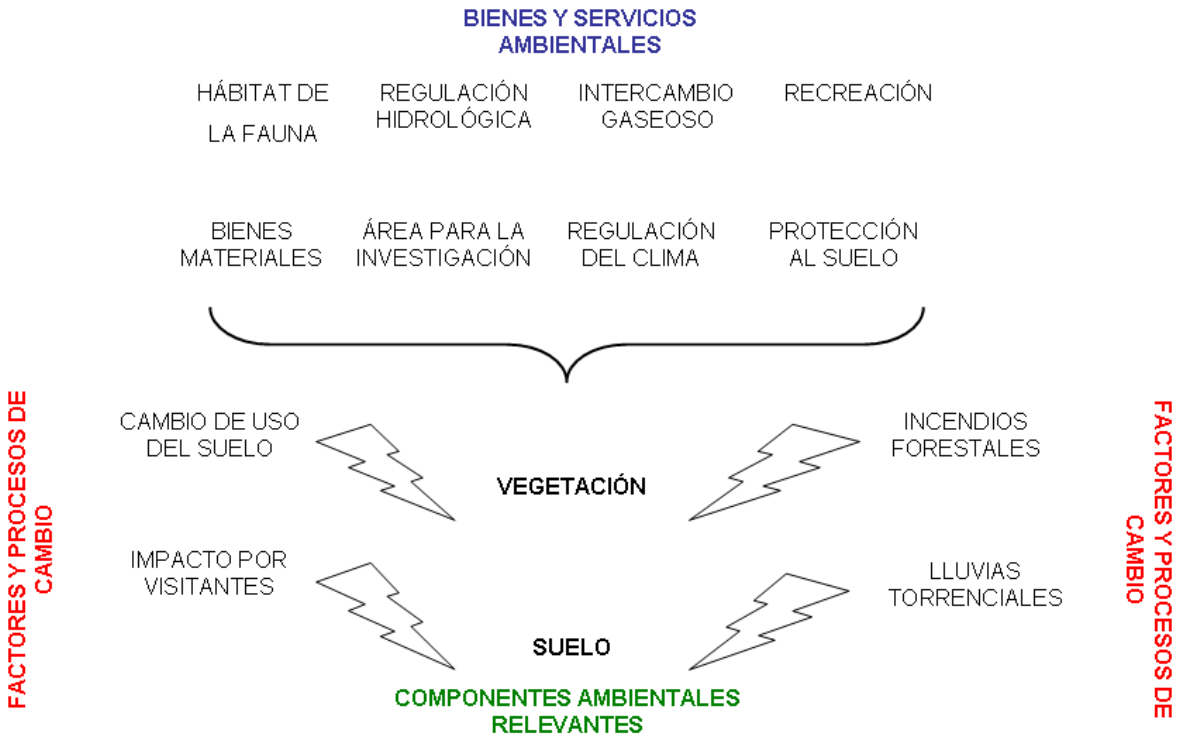


Figura IV.48. Componentes relevantes identificados

Esta situación como ya se determinó anteriormente, se acentúa cuando llega a presentarse en las zonas identificadas como relevantes (Unidades ambientales ZP, ZUR y ZAE).

En síntesis, el principal factor de degradación del suelo en la región es la erosión ocasionada básicamente por el cambio de uso del suelo, con su consecuente eliminación de la cubierta vegetal, lo cual, ha propiciado la pérdida de hasta un 75% del horizonte superficial del suelo. En la región, de manera general, se presentan dos grados de erosión, la ligera con menos de 10 ton/ha/año, afectando el 27% de la superficie y el 73% con erosión moderada con una pérdida de suelo de hasta 50 ton/ha/año (SEMARNAT, 2000).

IV.2.5.2. Análisis de las áreas críticas

Además de las áreas relevantes identificadas en los apartados anteriores se han identificado áreas críticas, esta condición se les asigna por la tendencia de deterioro que se presenta en ellas y por la creación de un escenario en el cual estas áreas serían las más afectadas a consecuencia de los impactos originados por los procesos de cambio, también identificados con anterioridad, con base en el ejercicio realizado en el apartado IV.2.5.1.

La magnitud e importancia de los posibles impactos ambientales se aborda en el apartado IV.4.1 y los parámetros a utilizar para la construcción de escenarios futuros se mencionan en el apartado IV.5 de este capítulo.

IV.3. Diagnóstico Ambiental Regional

En esta fase del estudio, se presenta un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización, con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental regional. Este diagnóstico pretende proporcionar un marco de referencia de la situación ambiental actual en que se encuentra el área de estudio, enfatizando en la problemática ambiental regional observada.

Se retoma el diagnóstico que con el mismo objetivo se presenta en el Programa de manejo del APFFLP, con aportaciones de los especialistas en cada uno de los componentes ambientales y concluyendo que en términos generales, el diagnóstico aquí presentado concuerda con el diagnóstico y la problemática detectados por el equipo multidisciplinario que participó en la elaboración del Programa de manejo.

IV.3.1. Vegetación

En el periodo comprendido entre 1910 a 1960 el macizo forestal conocido como La Primavera fue objeto de aprovechamiento intensivo de los recursos naturales tanto forestales maderables como no maderables. Resaltan la obtención de resinas con el establecimiento de una planta de producción de aguarrás; obtención de madera para la elaboración de carbón y para el establecimiento de vías férreas cercanas al Bosque.

Posteriormente y de manera intermitente durante el periodo 1968-1987 se desarrollan áreas urbanas específicamente fraccionamientos, los cuales involucraron la apertura de caminos de acceso. Además, durante este periodo se establece la exploración geotérmica realizada por la Comisión Federal de Electricidad, la cual produjo importantes impactos ambientales, principalmente por la apertura de caminos de acceso y construcción de plataformas para los pozos, lo que determinó la suspensión de esta actividad hasta la restauración de las áreas involucradas.

Colateralmente se realizó la apertura de bancos de material involucrando una extensa superficie, lo cual contribuyó a acentuar los problemas ambientales. Actualmente, la PROFEPA ha validado las actividades de restauración y recuperación de las áreas afectadas por la CFE (Figura IV.49) y otorgó en mayo de 2004, el Certificado de Industria Limpia al campo geotérmico de Cerritos Colorados, con lo que quedó concluido el compromiso de la CFE de restaurar los impactos ambientales causados por el desarrollo del proyecto en la década de los ochenta.

Figura IV.49. Actividades de restauración por la CFE en una zona afectada por la apertura de un banco de material

La afectación sobre la vegetación también ha sido ocasionada por el desarrollo de actividades agropecuarias (Figura IV.50), con la cría extensiva de ganado vacuno.

Figura IV.50. Cambio del uso de suelo de forestal a agropecuario dentro del ANP, cerca de Tala.

Otro impacto significativo en la vegetación son las actividades de uso público, sobre todo por la generación de incendios que han llegado a afectar más de once mil hectáreas en un año (SEMARNAP, 1988), dañándose en forma prioritaria por esta situación estratos arbustivos y herbáceos y renuevo del arbolado, y afortunadamente en menor proporción el estrato arbóreo (Figura IV.51).

Figura IV.51. Daños al estrato herbáceo, sotobosque y capa orgánica por los incendios forestales

El derribo directo de los árboles para la obtención de postería, leña, para la agricultura, asentamientos humanos, bancos de material, zonas de recreación y autódromo entre otros, han dado como resultado una pérdida importante de la cubierta vegetal, afectando prioritariamente el estrato arbóreo.

IV.3.2. Suelo

Los suelos que constituyen el APFFLP presentan, como característica común, la escasa capacidad para formar agregados, por lo que son muy susceptibles a la erosión, registrándose valores permisibles de pérdida de suelo en menos del 1% del área, mientras que en el 7%, las pérdidas son irreversibles. El valor de la erosividad de la lluvia en el bosque es de 300 MJ/mm/ha/año, lo cual es considerado como erosividad moderada mientras que la erodabilidad del suelo varia de 0,2 a 0,6 ton/ha-h-MJ-mm (SEMARNAT, 2000). Las variaciones de la cobertura vegetal y la topografía, son los factores determinantes de las áreas degradadas (Figura IV.52).

Las variaciones de permeabilidad del suelo explican en un mayor porcentaje (40%), las diferencias en la resistencia del suelo a la erosión y los coeficientes de escurrimiento. Estas variaciones son el resultado de los diferentes grados de transformación de la estructura por sobrepastoreo e incendios.

Figura IV.52. Proceso erosivo en taludes producto de la apertura de caminos

Otro factor de afectación al suelo es la contaminación por la generación y disposición inadecuada de residuos sólidos, esta es una problemática que originan tanto los visitantes como los pobladores (Figura IV.53), ya que en el área protegida no se cuenta con un servicio municipal de colecta de residuos.

Figura IV.53. Manejo y disposición inadecuados de residuos sólidos dentro del APFFLP

IV.3.3. Fauna

Este recurso se ha visto afectado desde la época prehispánica por la caza, que proveía de alimento, vestido y ofrendas religiosas a los antiguos pobladores. La perturbación actual de los diferentes hábitats ha dado como consecuencia un incremento en las poblaciones de especies asociadas al hombre y a sus actividades. Por la cercanía de centros de población humana y desarrollos agropecuarios, la presencia de especies ferales es un factor de amenaza para la estabilidad de las poblaciones de fauna silvestre.

Es importante mencionar que el APFFLP amenaza con convertirse en un ecosistema aislado, al ser cortados los contactos físicos que aún tiene con otras áreas naturales, que permiten el libre transito de la fauna y los procesos de intercambio genético. Lo anterior se debe principalmente a la autopista Guadalajara-Tepic, a las carreteras federales y estatales que rodean al bosque y a apertura de áreas de cultivo en los valles que lo rodean. Además, la gran cantidad de construcciones a lo largo de las carreteras, se convierten también en barreras físicas muy importantes.

Afortunadamente, la presión demográfica no ha logrado abatir la diversidad faunística que se tiene en la zona, aunque es indiscutible que las actividades antrópicas que ocasionan incendios, tales como agricultura, ganadería y recreación entre otras, han impactado en forma notoria las poblaciones de animales silvestres, así como también operación de autódromos, asentamientos humanos, vías de comunicación, balnearios, contaminantes generados por la exploración geotérmica, abuso de caminos internos, motociclismo y caza han causado importantes efectos sobre los hábitat de la fauna silvestre del área.

Lo anterior ha causado un efecto negativo en las cadenas alimenticias, corredores de fauna, distribución y daños al hábitat de las especies silvestres.

Dada la situación de aislamiento de la APFF La Primavera con respecto a otras áreas de vegetación natural, la presencia de estas especies adquiere más relevancia, ya que por sus características morfológicas (animales pequeños principalmente), su limitado potencial de dispersión y la posibilidad de intercambio genético con otras poblaciones fuera de esta zona es limitada. Esto representa un problema futuro para su viabilidad, sobre todo si la superficie y calidad de su hábitat natural disminuye como consecuencia de las perturbaciones antropogénicas.

Esta problemática se puede considerar incluso dentro de la APFF, ya que las zonas de Protección, que en teoría son las unidades ambientales mejor conservadas se encuentran separadas unas de otras y la potencial dispersión de sus poblaciones de vertebrados y el consecuente intercambio genético entre ellas dependerá igualmente de sus capacidades morfológicas y genéticas, en cuanto a tolerancia ecológica se refiere, para hacer uso de las áreas con cierto grado de perturbación controlado que pudieran servir de corredores biológicos como se propone en el Programa de Manejo de la APFF La Primavera (SEMARNAT, 2000).

La dificultad para acceder a esas áreas y la presencia de cañadas que potencialmente podrían comunicar esas áreas como corredores biológicos las hace relevantes desde el punto de vista de conservación de la diversidad biológica de la APFFLP.

Figura IV.54. Fauna silvestre alimentada por los visitantes

Además de las especies endémicas antes mencionadas, existen otras 9 con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001 que deben considerarse como relevantes, aunque la situación de sus poblaciones en el APFF se desconoce. Cabe mencionar que los inventarios faunísticos en la zona aún están incompletos y que el número de especies de vertebrados endémicos a México, puede ser mayor a la información recabada en este estudio.

IV.3.4. Tenencia de la Tierra

La región presenta una afectación por el crecimiento de la mancha urbana de Guadalajara, cuyos límites ya inciden en el área boscosa y en el valle agrícola de Zapopan con asentamientos irregulares (Figura IV.55), propiciados principalmente por la venta de terrenos ejidales.

Figura IV.55. Asentamientos humanos irregulares dentro del ANP

Figura IV.56. Cambio se uso de suelo por fraccionamientos urbanos en las inmediaciones del APFFLP

En los años de 1950 a 1966 se confirman cuatro ampliaciones ejidales sin haber recibido resoluciones de ellas. En total son trece los ejidos mencionados, con más de 2 644 beneficiarios dentro del bosque y en sus límites. En la década de los sesenta se inicia el establecimiento de fraccionamientos urbanos, contando con un total de cuatro (Figura IV.56).

También se observan algunos asentamientos humanos de manera aislada como rancherías y casas campestres las cuales sólo están habitadas en épocas de siembra y/o fines de semana. Últimamente han sido varios los intentos de establecer núcleos campestres o casas de campo en lugares cada vez más dentro del bosque, a través de la venta de pequeños lotes, tanto de propiedad privada como ejidal.

Después del impacto por fraccionamientos, la mayor causa de afectación son los campos de cultivo que han sustituido al bosque, sobre todo en los extremos oeste y norte.

IV.3.5. Turismo

Dentro del Bosque La Primavera existen áreas de recreo con poca planificación como los balnearios que aprovechan las manifestaciones de agua de origen geotérmico, mismas que presentan una alta afluencia turística, al igual que las áreas boscosas, en las cuales se practica el motociclismo a campo traviesa sin control.

El turismo ha ocasionado presiones considerables sobre los ecosistemas. Los impactos del mismo pueden agruparse de la siguiente manera:

- Suelos: Contaminación debida a la disposición inadecuada de residuos sólidos y compactación del mismo.
- Aire: Emisiones de gases, ruido y polvo por vehículos motorizados.
- Agua: Contaminación de cauces por residuos de origen doméstico.
- Paisaje: Pérdida de hábitat y valores estéticos.
- Recursos biológicos: Pérdida de cobertura boscosa, incendios forestales, cacería furtiva de especies silvestres y perturbación de la fauna silvestre.

IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional

Con apoyo en los resultados generados en el diagnóstico ambiental regional, en este apartado se identifican y analizan las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural del área de estudio, se hace énfasis en los componentes identificados como relevantes (suelo y vegetación). Por otra parte, se analiza si existirá un deterioro en la calidad de vida que pudieran presentarse en la zona por el aumento demográfico y la intensificación de las actividades productivas, considerando su comportamiento en el tiempo y el espacio.

Debido a que ya se cuenta con unidades ambientales definidas, y se tiene la caracterización de ellas, así como la identificación de unidades ambientales relevantes, este tema se abordará en el mismo contexto de unidades ambientales, con el objeto de brindar al estudio una secuencia lógica en la caracterización, análisis, diagnóstico y construcción de escenarios.

IV.4.1. Tendencias de deterioro ambiental en el área de estudio

IV.4.1.1. Para el componente relevante vegetación

Como ocurre de manera generalizada en nuestro país y con otros recursos naturales, en el área de estudio la población ha ejercido una presión histórica sobre la vegetación con el objetivo primordial de obtener un beneficio económico.

A continuación se presenta una reseña de esta situación histórica, extraída del Programa de manejo del APFFLP (SEMARNAT, 2000).

Desde el siglo XVIII, en Tlajomulco, una buena parte de la población se beneficiaba del corte de madera; la tala debió de practicarse con anarquía, ya que existe mención en esa época de los efectos graves que empezaba a causar esa actividad. El derribo de arbolado se realizaba para la obtención de carbón y de leña, usados como combustible casero o para hornos de ladrillo.

Durante el siglo XIX, en Guadalajara varios talleres se dedicaban al curtido de pieles, fabricación de sombreros estampados en zaraza y tejidos de lana y algodón; existía un gran número de artesanos especializados en todos los oficios, pero los más productivos eran los carpinteros.

En San Pedro Tlaquepaque se fabricaba loza y ladrillo, utilizando leña como combustible, y en Tlajomulco se elaboraba carbón al igual que en Zapopan. Estas actividades eran regularmente realizadas en terrenos de comunidades indígenas, al mismo tiempo que empezaban a extenderse sitios de ganado mayor dentro de los bosques, como sucedía en los terrenos de Santa Ana Tepetitlán, donde en esas fechas había 14 sitios de ganado mayor, equivalente a 25 000 ha aproximadamente.

A principios del siglo XX las grandes haciendas controlaban sus propias áreas boscosas, en donde se proveían de madera para sus carretas, arados y otros utensilios de labranza, así como para diversas construcciones; además de la explotación directa por el resinado de los árboles. La extracción de estos productos continuó hasta los años treintas. En general, se puede decir que esta actividad, junto con la de carpintería y producción de carbón no provocaba gran daño, comparado con la afectación iniciada por la introducción del ferrocarril, ya que era necesaria una gran cantidad de madera para durmientes.

Por otra parte, el tren facilitaba el acarreo de madera hacia los centros de consumo y comenzó así una tala creciente; en 1920, ya eran demasiados los taladores y aserraderos que extraían tablones o simplemente que cortaban árboles para embarcarlos hacia las ciudades. Existían también los que se dedicaban a resinar los pinos para la obtención de aguarrás y otros derivados, consumidos por la industria jabonera que se encontraba en expansión.

Con estos antecedentes de aprovechamiento intensivo del bosque y cambio de uso del suelo, el área de estudio llegó a sobrevivir al Siglo XX, cuando en su segunda mitad, se generó una vasta cantidad de información acerca de los procesos de deterioro o degradación de los componentes ambientales. El apoyo de las imágenes satelitales, fotografías aéreas y los inventarios forestales fueron herramientas de gran utilidad que permitieron percibir las tendencias de deterioro en la región, principalmente de la extensión y composición de la cubierta forestal, un buen indicador de la situación ambiental del ANP.

Una fuerte causa de deterioro debido a su intensidad y frecuencia en el bosque son los incendios, los cuales se conoce afectan mayormente al pino, registrándose 24% de árboles muertos por fuego o bien hasta 55% de árboles adultos y 113 renuevos muertos/ha, después de un suceso. Desde 1940 a la fecha se presentan en el APFFLP un promedio de 5 incendios por año, siendo particularmente críticos los de 1984, 1987, 1995 y 1998, tanto por la superficie afectada como por su intensidad.

La época de mayor intensidad de incendios coincide con la de anidación y reproducción de algunas aves y mamíferos, los cuales se ven obligados a abandonar sus crías, nidos o madrigueras o bien perecen víctimas del humo y el fuego.

El establecimiento de la caña de azúcar implica el uso periódico del fuego, mismo que destruye no sólo las hojas del cultivo durante la zafra, sino también toda la vegetación que lo rodea. Estas superficies con caña aumentan cada año y con ello la frecuencia de incendios forestales. Con los incendios aumenta la cantidad de algunos nutrimentos disponibles, pero simultáneamente aumentan las probabilidades de que éstos sean arrastrados con facilidad por la lluvia.

La ocurrencia y magnitud de los incendios en el área de estudio no observa un comportamiento regular, sin embargo, es digno de mencionar los siniestros más recientemente ocurridos durante el año 2005, cuyo reporte oficial indica que *el incendio en el bosque afecto en diversas formas el área, en total la superficie afectada es como sigue: 8 478 hectáreas afectadas de las cuales 7 799 ha corresponden a pastos nativos e inducidos 423 ha a arbustos y matorrales y 254 ha de arbolado adulto y renuevo* (Figura IV.57).

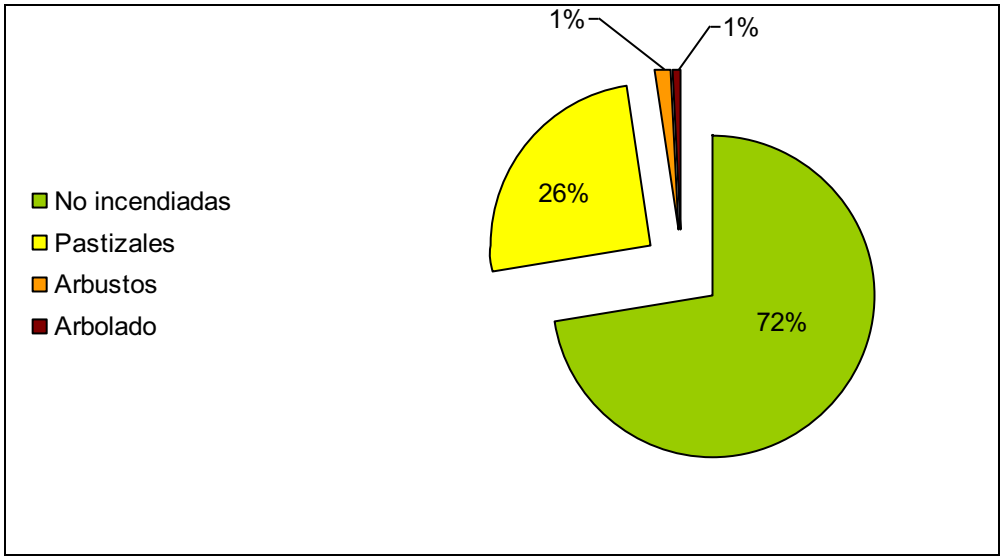


Figura IV.57. Superficies del APFFLP afectadas en el incendio del 2005, por tipo de vegetación

IV.4.1.2. Para el componente relevante suelo

La presión histórica que se ha ejercido sobre los recursos vegetales en el área de estudio ha repercutido en una disminución de la calidad del recurso suelo.

En cuanto al grado de erosión en los suelos del bosque, Geocónsul, (1993) presenta la información de la Tabla IV.53, para la totalidad de La primavera.

Tabla IV.53 Superficies afectadas por algún grado de erosión en La Primavera		
Grado de erosión	**Superficie (ha)**	**%**
Erosión nula (horizontes completos)	4 680	13,0
Erosión leve (horizonte A afectado en 15 %)	20 700	57,5
Erosión moderada (horizonte A afectado en 70%)	9 180	25,5
Erosión fuerte (horizonte B afectado en 50%)	1 080	3,0
Erosión muy fuerte (sólo queda el horizonte C)	360	1,0
TOTAL	**36 000**	**100**

Estos grados de erosión en el área de estudio, se precian en términos gráficos en la Figura IV.58.

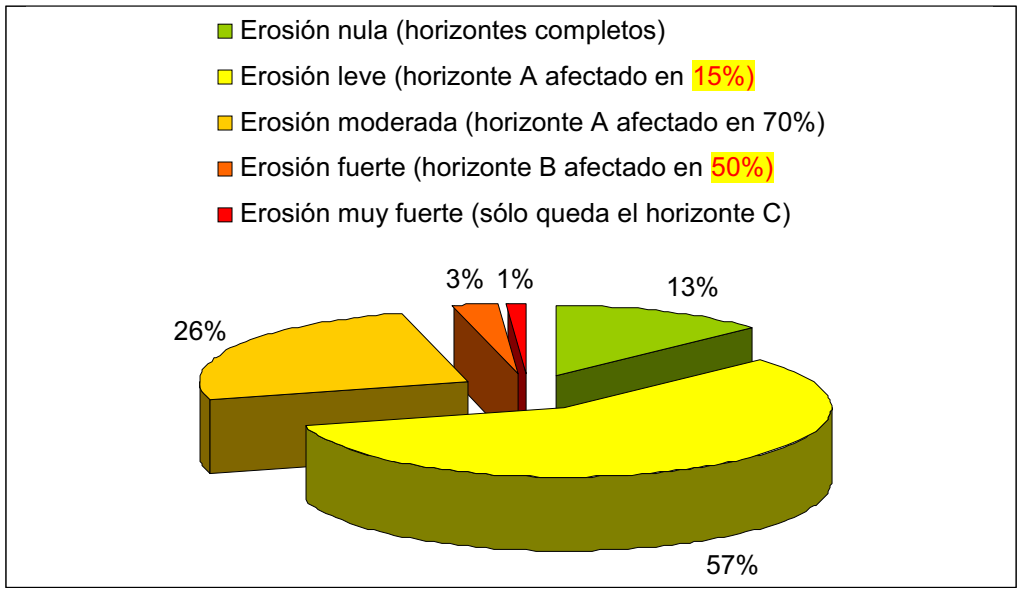


Figura IV.58. Superficies afectadas por algún grado de erosión en La Primavera

También se realizaron algunos estudios aplicando modelos de predicción basados en la ecuación universal de pérdida de suelo en su modalidad RUSLE, obteniendo los valores que se presentan en la Tabla IV.54 para la microcuenca El Caracol.

Tabla IV.54 Parámetros obtenidos para la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)					
Parámetros	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
R	300	300	300	300	300
K	0,5	0,55	0,45	0,4	0,4
Pendiente (%)	35	33	40	30	2
Cobertura (%)	40	25	65	5	5
Altura de árboles (m)	7	7	7	7	7
Raíces (g/m^2)	40	15	400	150	80
Erosión (t/ha/año)	108	196	30	107	20

Lugares:

A y C: Ladera de bosque en la microcuenca
B: Material balconeado en la microcuenca
D: Talud de la plataforma del pozo PR-8
E: Cauce del arroyo El Caracol

Concluyendo en este estudio en general, *la estabilidad edafológica del Bosque La Primavera es buena, sin presentar riesgos de desplazamientos de masa o desplazamiento de materiales de derrubio. Por lo que se refiere a la susceptibilidad a la erosión, el bosque presenta variaciones debido a la amplitud de los rasgos topográficos y a la variación en la madurez de los suelos. El coeficiente medio de erodabilidad se calculó en 0,5.*

En resumen, los principales procesos de cambio identificados son:

- Pérdida de la cubierta forestal (cambio de uso del suelo por diferentes causas) y pérdida de suelo (erosión hídrica a consecuencia del proceso anterior).

Así como otros factores:

- Incendios forestales
- Lluvias torrenciales
- Impactos por visitantes
- Tenencia de la tierra

IV.5. Construcción de escenarios futuros

Sobre la base de la información compilada y analizada en las secciones anteriores, formular y aplicar modelos predictivos de los escenarios posibles para la región de estudio, sin considerar el proyecto como una variable de cambio. Para la predicción se considerarán tres plazos: corto (hasta cinco años), mediano (de seis a 15 años) y largo (de 16 años en adelante): Para la presentación cartográfica se utilizará una escala 1:20 000 o mayor.

De acuerdo con la U. de G. (1988) han sido varias las causa por las cuales la vegetación forestal del Bosque La Primavera ha disminuido a través de tiempo; la causa principal de deterioro del bosque y la pérdida de cobertura vegetal se ha debido, entre otros factores, a la intensidad y frecuencia de los incendios, la creación de fraccionamientos y asentamientos irregulares en los linderos del bosque, la explotación de bancos de material, la exploración geotérmica por parte de CFE, y la deforestación constante, entre otras (Figura IV.59).

Así, la U. de G. (*op cit*) incluye en su estudio diferentes escenarios del Bosque La Primavera, y realiza la proyección de la cobertura vegetal del bosque al año 2000, sin manejo del bosque y con manejo del mismo. En la Figura IV.60 se esquematizan estos escenarios.

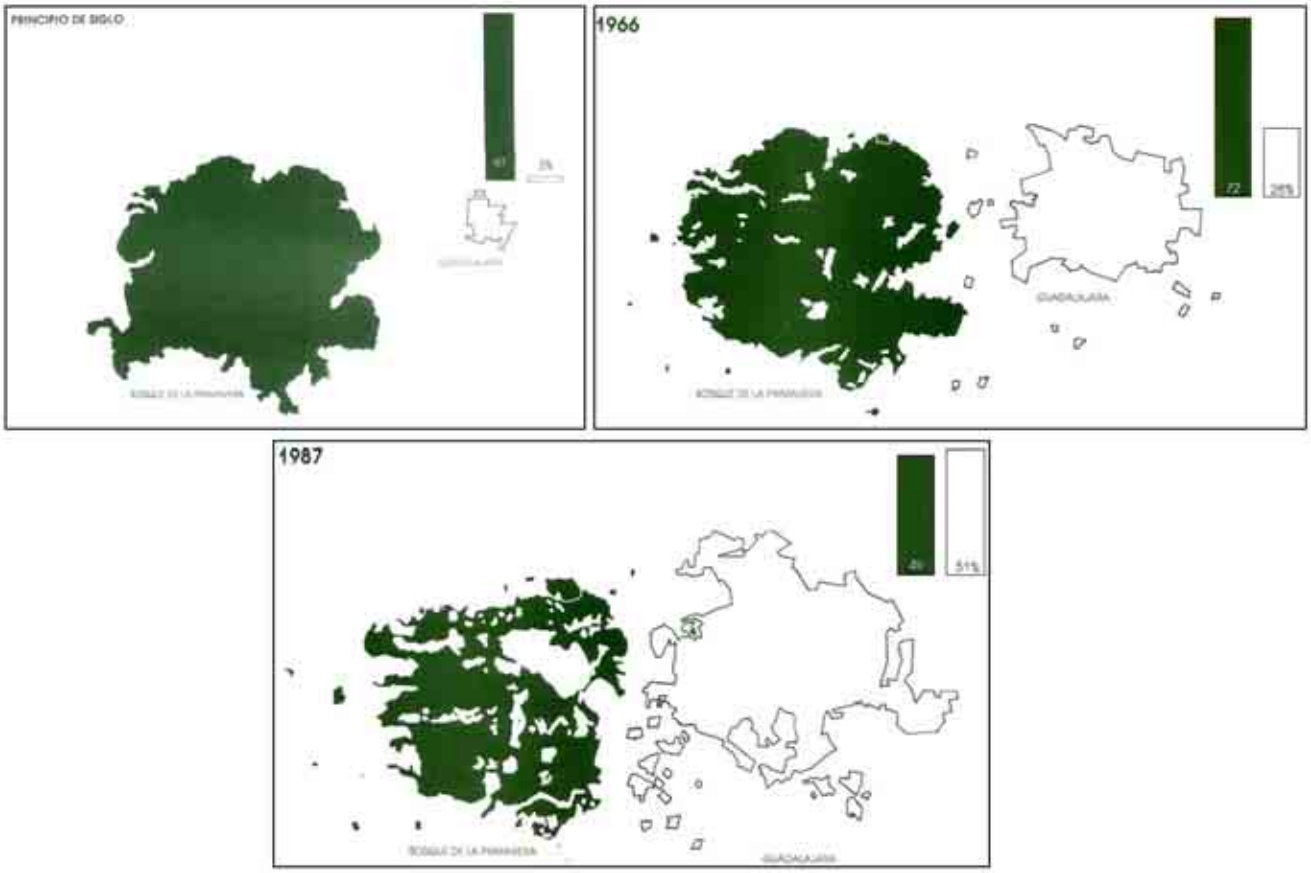


Figura IV.59. Comparativo de superficies ocupadas por el Bosque La Primavera y la ciudad de Guadalajara en diferentes períodos

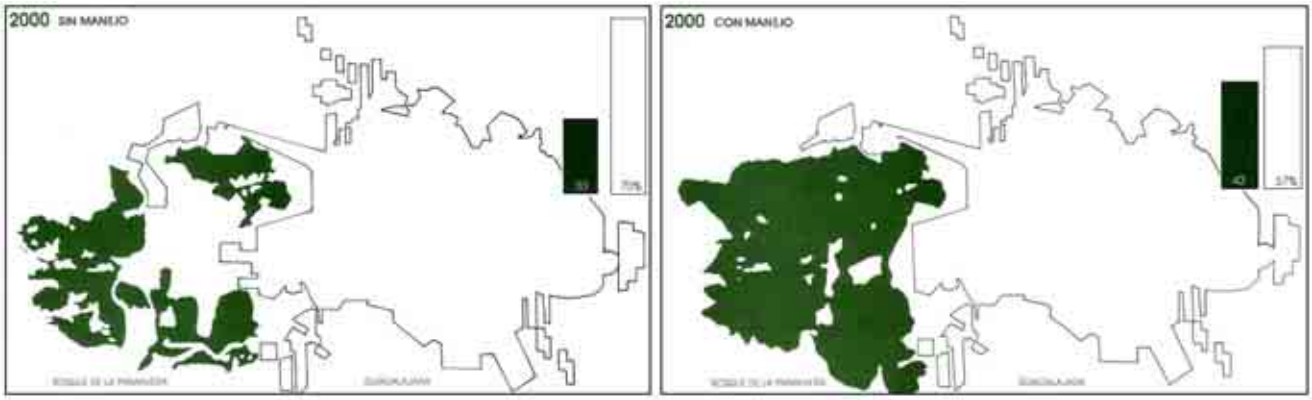


Figura IV60. Evolución del Bosque La Primavera y escenario planteado para el año 2000 sin un programa de manejo del bosque

Afortunadamente, la proyección planteada por la U. de G. del bosque para el año 2000 sin manejo del mismo no ocurrió, ya que de haber sido el caso, alrededor de 70% de la cobertura vegetal del bosque (Área de Protección de la Flora y Fauna La Primavera) habría sido sustituida para otros usos distintos al forestal.

Por otro lado, se ha observado que a partir de la creación del Comité Técnico para la Administración del Bosque La Primavera, en 1996, y de la publicación del Programa de Manejo del APFFLP, en el año 2000, se han eliminado y controlado sustancialmente los cambios de uso de suelo en dicho bosque. En este sentido, el pronóstico y escenario planteado por la U. de G. (Figura VII.3) es el esperado para los próximos años.

b) Cuenca hidrográfica El Caracol

En 1999, CFE solicitó a la PROFEPA de manera voluntaria la realización de una Auditoría Ambiental del campo geotérmico Cerritos Colorados, a fin de que se verificaran y en su caso, validaran, las actividades de restauración implementadas de 1989 a 1996 en las áreas afectadas con la finalidad de disminuir el grado de erosión y reestablecer la cubierta vegetal en las zonas desprovistas de ella.

Derivado de esta auditoría ambiental, se estableció un Plan de Acción, con una serie de compromisos, entre los cuales, CFE debía realizar un estudio hidrológico de las microcuencas El Caracol y El Huilustre, enfocado éste a la erosión hídrica de las mismas. Así, en el 2002, la Comisión Federal de Electricidad contrató al Colegio de Postgraduados para la realización del "*Estudio Hidrológico de las Microcuencas El Caracol y El Huilustre, Edo. de Jalisco, 2da. Etapa, Erosión Hídrica*".

En el 2004 la PROFEPA otorgó a CFE el Certificado de Industria Limpia para el campo geotérmico Cerritos Colorados, (en el Anexo VIII.II-1 se anexa copia).

En el estudio referido se determinó la evolución histórica del uso del suelo y de la erosión hídrica en la microcuenca del Caracol mediante la aplicación de sensores remotos (Imágenes de satélite), durante la década de los setentas, ochentas, noventas y año 2000. Para determinar el uso del suelo de la décadas 70's, 80's y 90's se utilizaron imágenes de satélite del sensor Landsat MSS (Multi Spectral Scanner) que contiene de 4 a 6 bandas del espectro electromagnético; se utilizaron las firmas espectrales obtenidas con los sitios de entrenamiento geoposicionados para la imagen del año 2000; es decir, primeramente se clasificó la imagen actual y posteriormente se obtuvieron las clases para cada tipo de uso del suelo. Para el año 2000 se utilizaron imágenes de satélite del sensor Landsat 7 TM (Thematic Mapper), y para determinar el uso de suelo se hizo mediante clasificación supervisada.

<u>Evolución del cambio de uso de suelo en la microcuenca El Caracol</u>

Como resultado del análisis de las imágenes de satélite se determinaron los usos de suelo en la microcuenca y las superficies de los mismos.

- **Década de los setentas (Imagen de satélite del 11 de febrero de 1973)**

La superficie en hectáreas y los porcentajes relativos de cada una de las clases del uso del suelo clasificado para la década de los setenta se reportan en Tabla VII-1. Nótese que el Bosque de encino y pino cerrado es el de mayor superficie para la microcuenca El Cararol.

- **Década de los ochenta (Imagen de satélite del 12 de marzo de 1986)**

La superficie en hectáreas y los porcentajes relativos de cada una de las clases del uso del suelo clasificado para la década de los ochentas se reportan en Tabla IV.55. Nótese que el Bosque de encino y pino cerrado es el de mayor superficie para la microcuenca El Cararol. La imagen clasificada para esta década se puede ver en la Figura IV.61.

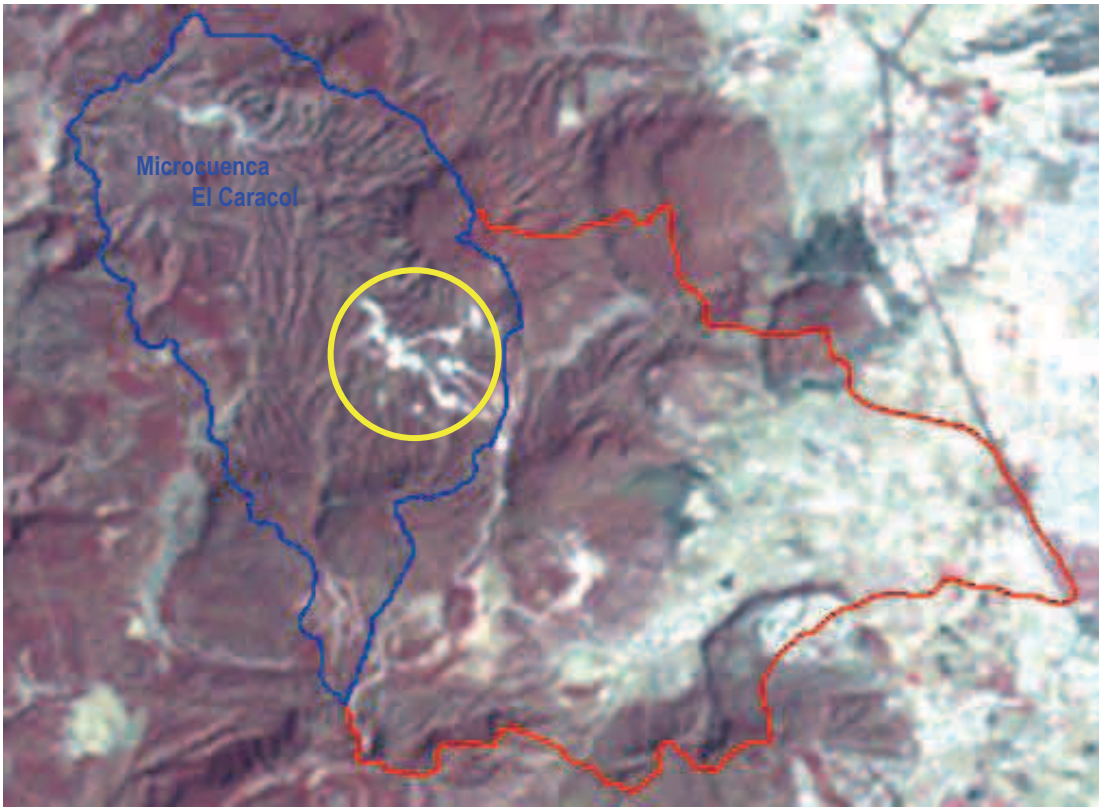


Figura IV.61. Imagen de satélite en falso color de la década de los 80's (12/III/1986)

Es importante resaltar que en esta década es cuando se llevan a cabo las obras de la Comisión Federal de Electricidad en lo que respecta a la apertura de caminos de penetración al proyecto de Cerritos Colorados y Planillas, así como la construcción de plataformas y la perforación de pozos geotérmicos.

Las áreas afectadas por la construcción de caminos y plataformas de los pozos se clasificaron como áreas sin vegetación aparente; es decir, que son suelos desprovistos de cualquier tipo de vegetación. Desde el punto de vista de la erosión hídrica, esta clase presenta alta susceptibilidad a ser erosionada, lo cual indica que la erosión hídrica en esta década fue la mayor para la zona impactada por las obras de la Comisión Federal de Electricidad.

Tabla IV.55
Uso del suelo en la microcuenca El Caracol en diferentes décadas

Década	Uso de suelo	Pixeles	Cte	Unidad de medida	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
70's	Bosque de pino y encino cerrado	1 873	0,36	ha	674,2800	17,29
	Bosque de encino y pino cerrado	4 600	0,36	ha	1 656,0000	42,46
	Bosque de encino y pino abierto	3 212	0,36	ha	1 156,3200	29,65
	Areas sin vegetación aparente	1	0,36	ha	0,3600	0,01
	Agricultura de temporal	70	0,36	ha	25,2000	0,65
	Pastizal	1 077	0,36	ha	387,7200	9,94
Total de la microcuenca:					**3 899,8800**	**100,00**
80's	Bosque de pino y encino cerrado	1 100	0,36	ha	396,0000	10,15
	Bosque de encino y pino cerrado	4 665	0,36	ha	1 679,4000	43,06
	Bosque de encino y pino abierto	3 588	0,36	ha	1 291,6800	33,12
	Areas sin vegetación aparente	917	0,36	ha	330,1200	8,46
	Agricultura de temporal	108	0,36	ha	38,8800	1,00
	Pastizal	346	0,36	ha	124,5600	3,19
	Afectación por incendios	109	0,36	ha	39,2400	1,01
Total de la microcuenca:					**3 899,8800**	**100,00**
90's	Bosque de pino y encino cerrado	3 014	0,36	ha	1 085,0400	27,82
	Bosque de encino y pino cerrado	1 849	0,36	ha	665,6400	17,07
	Bosque de encino y pino abierto	4 584	0,36	ha	1 650,2400	42,32
	Areas sin vegetación aparente	7	0,36	ha	2,5200	0,06
	Agricultura de temporal	71	0,36	ha	25,5600	0,66
	Pastizal	544	0,36	ha	195,8400	5,02
	Afectación por incendios	660	0,36	ha	237,6000	6,09
	Zonas urbanas	104	0,36	ha	37,4400	0,96
Total de la microcuenca:					**3 899,8800**	**100,00**
2000	Bosque de pino y encino cerrado	2 305	0,09	ha	207,4500	5,32
	Bosque de encino y pino cerrado	8 482	0,09	ha	763,3800	19,57
	Bosque de encino y pino abierto	11 022	0,09	ha	991,9800	25,44
	Areas sin vegetación aparente	1 506	0,09	ha	135,5400	3,48
	Agricultura de temporal	162	0,09	ha	14,5800	0,37
	Afectación por incendios	1	0,09	ha	0,0900	0,00
	Zonas urbanas	82	0,09	ha	7,3800	0,19
	Bosque de encino y pino abierto con pastizal	19 733	0,09	ha	1 775,9700	45,54
	Pastizal	14	0,09	ha	1,2600	0,03
Total de la microcuenca:					**3 899,8800**	**100,00**

- **Década de los noventa (Imagen de satélite del 21 de abril de 1992)**

La superficie en hectáreas y los porcentajes relativos de cada una de las clases del uso del suelo clasificado para la década de los noventas se reportan en el Tabla IV.55. Nótese que el Bosque de encino y pino abierto es el de mayor superficie para la microcuenca El Caracol. La imagen clasificada para esta década se presenta en la Figura IV.62.

La clasificación de la imagen de satélite de la década de los noventas arroja un resultado bastante importante con respecto al cambio del uso del suelo en las áreas afectadas por los trabajos de la Comisión Federal de electricidad. Esto significa que la eficiencia de los trabajos de reforestación y pastización realizados por CFE es buena y ha cumplido con el requisito de recuperar las zonas impactadas por la apertura de caminos, plataformas y bancos de préstamo, lo cual ha sido detectado desde el satélite que se localiza a varias decenas de kilómetro de altura sobre la superficie de la tierra.

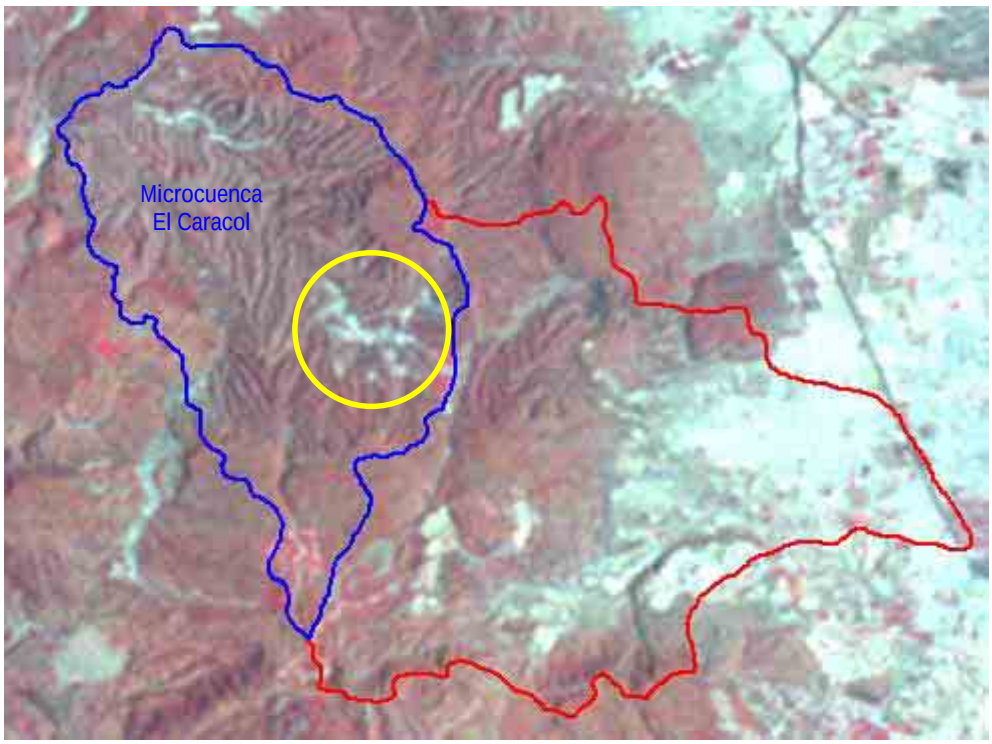


Figura IV.62. Imagen de satélite en falso color de la década de los 90's (21/IV/1992)

- **Uso del suelo en el año 2000**

El resultado final de la clasificación supervisada de la imagen de satélite para el área de la microcuenca El Caracol. La superficie en hectáreas y su porcentaje relativo se reporta en la Tabla VII-1 para la microcuenca en estudio. Por otro lado la imagen clasificada para el año 2000 es la que se puede ver en la Figura IV.63.

De la Tabla IV.55 se concluye que las clases de uso del suelo para el año 2000 en la microcuenca El Caracol con mayor superficie son las correspondientes al Bosque de encino pino abierto con pastizal (45,54 %), el Bosque de encino pino abierto (25,44 %), el Bosque de encino pino cerrado (19,57 %), el Bosque de pino encino cerrado (5,32 %) y las áreas sin vegetación aparente (3,48 %). Las clases de agricultura de temporal, afectación por incendios, zonas urbanas y pastizales representan un porcentaje muy bajo (0,65 %).

Finalmente, es importante resaltar que la clasificación del uso del suelo para el año 2000 en las áreas de impacto de las obras de CFE es la equivalente a pastizales y a Bosque de pino y encino con pastizales; con lo cual se concluye que a la fecha se ha incorporado la zona afectada al ecosistema natural del Bosque de la Primavera con las acciones de conservación de suelo y agua que ha realizado la Comisión durante varios años.

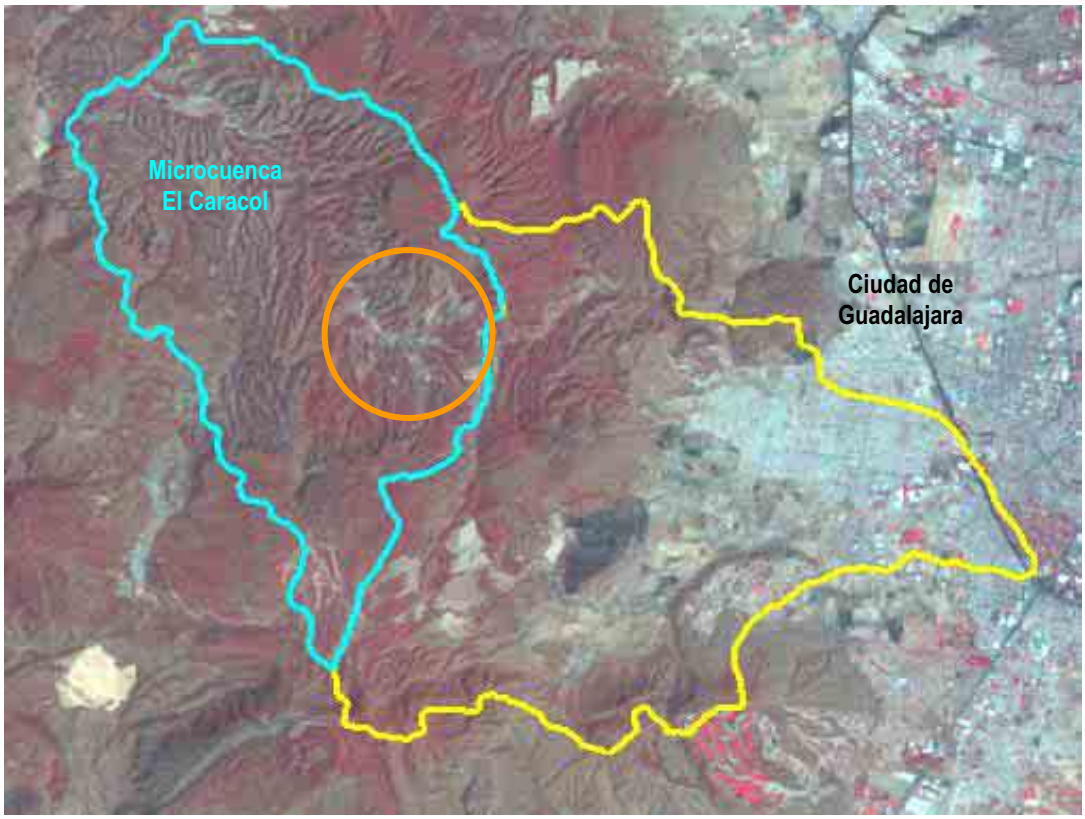


Figura IV.63. Imagen de satélite en falso color en el 2000

Escenario del cambio de uso de suelo en la microcuenca El Caracol con la ejecución del proyecto

Tomando en cuenta la superficie que el proyecto geotermoeléctrico requerirá, de 23 000 m^2 (2,3 ha) para la construcción de la plataformas donde se construirá la Unidad de 25 MW y el patio y/o almacén de tubería, equipo y maquinaria, respectivamente, el escenario actual de la microcuenca poco cambiará. Por el contrario, de llevarse a cabo el proyecto, CFE tendrá que estar comprometido a evitar en lo posible la afectación sobre la vegetación, mediante el seguimiento del programa de vigilancia ambiental propuesto en el Capítulo VII, en el que se incluyen diversas acciones y programas específicos, enfocados algunos a la prevención, y otros a la mitigación, compensación y/o control.

Es importante señalar que actualmente el campo geotérmico cuenta con la infraestructura suficiente para su desarrollo, es decir, ya cuenta con una red caminos de acceso en buen estado, así como con las plataformas para la perforación de nuevos pozos, además de los ya existentes. La tecnología de la perforación direccional permite que sobre una plataforma se perforen varios pozos geotérmicos, evitando con ello la construcción de nuevas plataformas y caminos de acceso con el consecuente cambio de uso de suelo.

- **Uso del suelo en el año 2004**

Por otra parte desde el punto de vista social, la presión antrópica a la que esta siendo sujeta el área natural protegida ANP, debido al crecimiento suburbano y urbano en creciente desarrollo, se ve reflejado en la perdida de la superficie del BLP, lo cual puede denotarse en la Figura IV.64 correspondiente a la Imagen-2004, donde se resaltan las tendencias de cambio a las que ha sido sujeto el Bosque La Primavera.

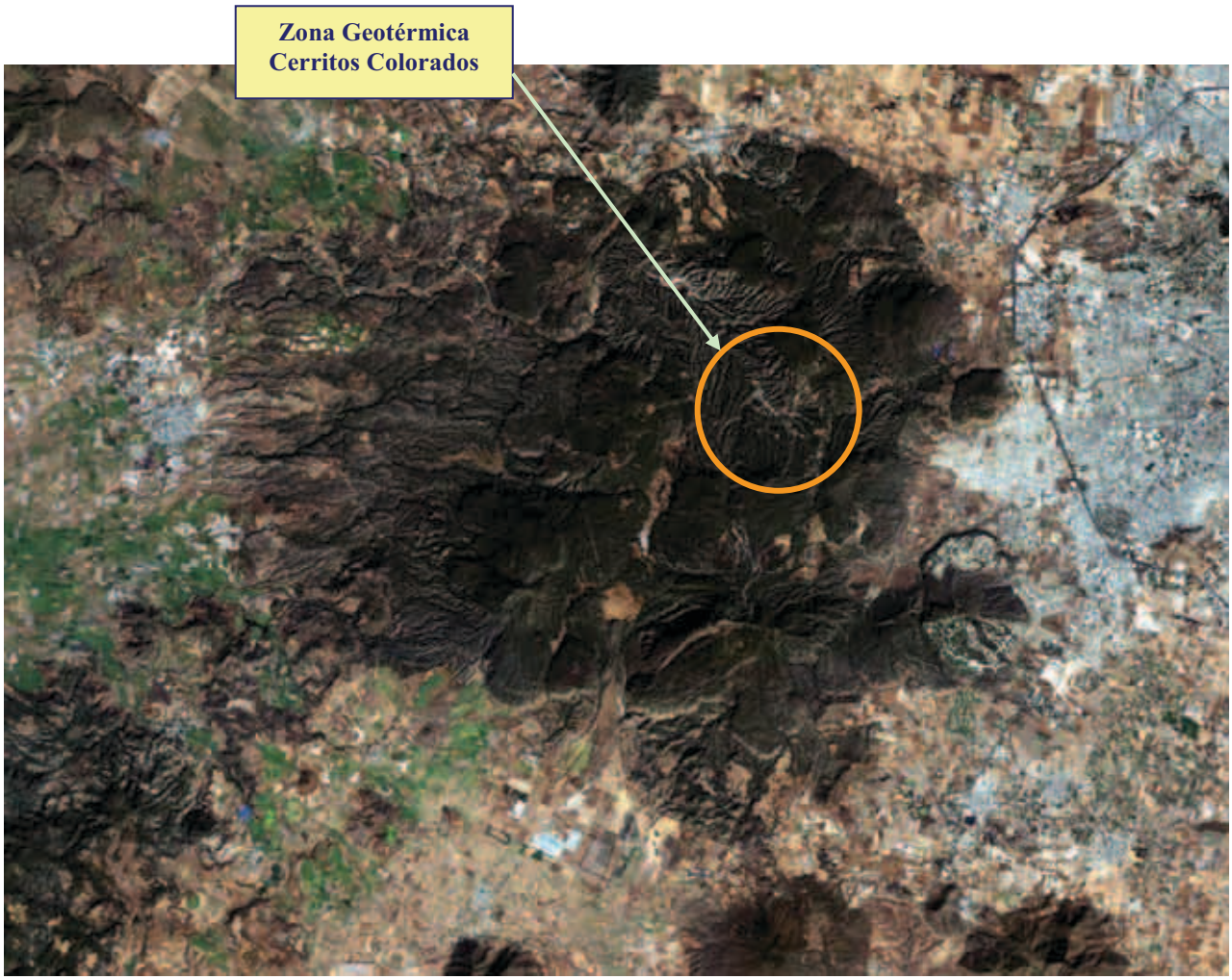


Figura IV.64. Imagen de satélite del 2004

Evolución de la erosión hídrica en la microcuenca El Caracol

El proceso erosivo en un sistema de drenaje, en el cuál interviene de manera decisiva el factor de erosividad de la lluvia y de protección de la cubierta vegetal es dinámico en el tiempo, por lo cuál es necesario realizar su estimación en diferentes periodos de tiempo con la finalidad de tener elementos de comparación que permitan establecer la incidencia de estos factores en dicho proceso ligado a un determinado manejo en áreas específicas o como consecuencia de algunos efectos propiciados por las acciones del hombre.

En este sentido para la microcuenca El Caracol se realizó una estimación de la erosión hídrica para 4 décadas: 1970, 1980, 1990 y 2000, manteniendo constantes algunos factores de la EUPS, tales como el factor de erosionabilidad (K) y el factor topográfico (LS), e integrando la erosividad de la lluvia y la cobertura vegetal de dichos años para realizar estas estimaciones, lo cuál permite establecer la variación de este proceso en el tiempo y detectar las áreas más afectadas; sin embargo, es importante señalar que la variación de la precipitación y como consecuencia la variación de la erosividad de la lluvia en estos 4 años no permite establecer el impacto en el cambio de uso de suelo en el proceso erosivo, por lo que además se realizó una estimación de la erosión hídrica en las 4 décadas integrando la erosividad promedio calculada para cada una de las microcuencas y las condiciones de la cobertura vegetal de cada año evaluado.

Con respecto a la erosividad de la lluvia, ésta varía desde los 5 748 MJ mm ha^{-1} hr^{-1} $año^{-1}$ en 1970 hasta los 7 841 MJ mm ha^{-1} hr^{-1} $año^{-1}$ en 1990, producto de una precipitación de 919,4 mm y de 1 081,4 mm, en los mismos años, respectivamente (Tabla VII.2). Por otro lado, la erosividad promedio considerando los registros históricos e incluyendo la información de la estación climatológica de la CFE es de 4 505 MJ mm ha^{-1} hr^{-1} $año^{-1}$ para la microcuenca El Caracol y de 4 784 MJ mm ha^{-1} hr^{-1} $año^{-1}$ para El Huilustre, de lo cuál se puede apreciar que es necesario realizar estos dos análisis para establecer la evolución de la erosión hídrica en la zona de estudio y determinar el efecto del cambio de uso de suelo.

Tabla IV.56
Variación de la erosividad de la lluvia por décadas en la microcuenca El Caracol

Año	Factor R (MJ mm ha^{-1} hr^{-1} $año^{-1}$)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. estándar
1970	5 418,9	6 007,1	5 748,1	121,0
1980	6 663,9	7 353,1	7 104,8	144,6
1990	7 615,2	8 080,0	7 841,1	96,2
1998	5 370,4	6 008,8	5 785,3	121,3

En lo que se refiere a la cobertura vegetal en las microcuencas en estas 4 décadas, y derivado del análisis realizado en el inciso anterior de este apartado, el año de 1970 se caracteriza por la existencia de una vegetación más densa y prácticamente sin perturbación, representada principalmente por especies forestales de los géneros *Quercus* y *Pinus*. La información generada permite señalar al respecto, que para la microcuenca El Caracol el 60% se encontraba ocupado con un bosque de encino-pino[1] cerrado y solo un 29% de este tipo de bosque se encontraba en condición de bosque de encino-pino abierto. (Tabla IV.57).

En 1980 es cuando se registran los mayores cambios de cobertura del suelo en la microcuenca, en este año el 53% estaba ocupado por bosque de encino-pino cerrado, se incrementa en un 5% la superficie de bosque de encino-pino abierto (alcanzando un 33%) y aparece una superficie importante de poco más de 300 ha considerada sin vegetación aparente (8%) y que se localiza principalmente en la zona de apertura de caminos de acceso y en el área de perforación de pozos geotérmicos, aunque también esta condición se observa en otras áreas de esta microcuenca.

El año de 1990 presenta para la microcuenca El Caracol una mejor fisonomía en lo que se refiere a la cobertura del suelo con respecto a las áreas desnudas, dado que ahora representa menos del 1%, aunque continua de manera paulatina el aumento en la superficie de bosque de encino-pino abierto en detrimento de las áreas de bosque de encino-pino cerrado, y en esta escena aparece un 6% de la superficie con afectación por incendios.

[1] Considera el bosque de encino-pino y de pino-encino

Tabla IV.57
Evolución de superficies por uso de suelo y vegetación en la zona de estudio Microcuenca El Caracol

Uso de suelo y vegetación	1970		1980		1990		2000	
	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Afectación por incendios	0,00	0,00	39,24	1,01	237,60	6,09	0,09	0,002
Agricultura de temporal	25,20	0,65	38,88	1,00	25,56	0,66	14,58	0,37
Áreas sin vegetación aparente	0,36	0,01	330,12	8.,6	2,52	0,06	135,54	3,48
Bosque de encino y pino abierto	1 156,32	29,65	1 291,68	33.12	1 650,24	42,32	991,98	25,44
Bosque de encino y pino abierto con pastizal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1 775,97	45,54
Bosque de encino y pino cerrado	1 656,00	42,46	1 679,40	43,06	665,64	17,07	763,38	19,57
Bosque de pino y encino cerrado	674,28	17,29	396,00	10,15	1 085,04	27,82	207,45	5,32
Pastizal	387,72	9,94	124,56	3,19	195,84	5,02	1,26	0,03
Zonas urbanas	0,00	0,00	0,00	0,00	37,44	0,96	7,38	0,19

Para el año del 2000, se detecta sólo un 25% de bosque de encino-pino cerrado en comparación con el 60% registrado en 1970, hay una disminución importante de la superficie de bosque de encino-pino y aparece la combinación de bosque de encino-pino abierto más pastizal en más del 45% del área de la microcuenca, además vuelve a resurgir con un 3% las áreas sin vegetación aparente. Esta dinámica analizada del cambio de uso de suelo en la microcuenca en estudio se muestra en la Figura IV.65.

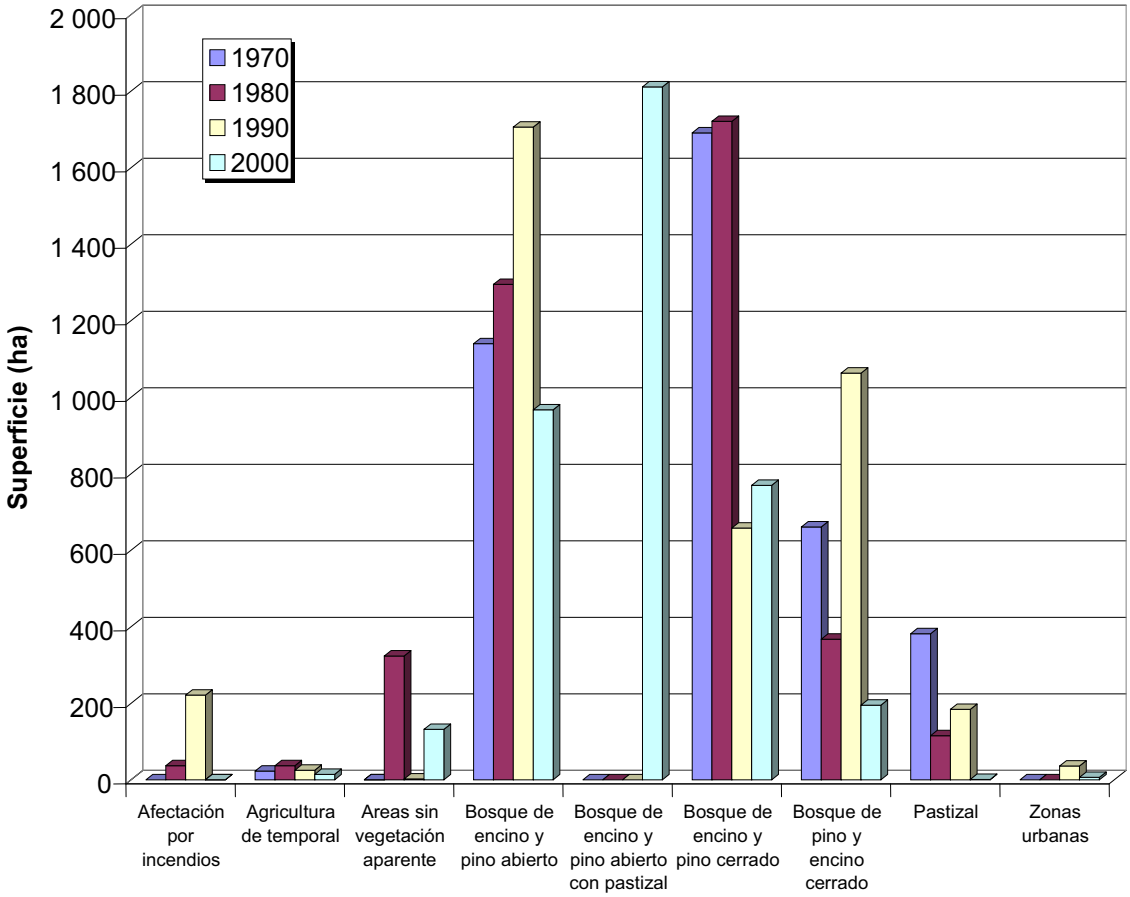


Figura IV.65. Evolución de los usos de suelo en la microcuenca El Caracol

En esta secuencia de cambios importantes registrados en la cobertura del suelo en las dos microcuencas en estudio, es evidente el impacto que se ha generado en estos sistemas naturales lo que trasciende de manera directa en la tasa de erosión hídrica como se observa en los resultados generados al respecto. Los resultados numéricos se muestran en el Tabla IV.58 y a continuación se describen las situaciones más relevantes encontradas para cada escenario.

Tabla IV.58
Erosión hídrica estimada considerando factor R y C de cada década

Microcuenca/	1970		1980		1990		2000[1]	
Grado de erosión	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
El Caracol								
Ninguna-Ligera	2 515,3	64,5	2 137,7	54,9	1 603,7	41,1	1 608,7	41,3
Moderada	1 023,8	26,3	759,0	19,5	1 168,3	30,0	1 718,1	44,1
Alta	345,5	8,9	708,4	18,2	986,1	25,3	479,1	12,3
Muy alta	12,5	0,3	292,0	7,5	139,1	3,6	91,2	2,3

[1] Considera la erosividad del año de 1998 y el factor C del 2000.

a) Escenario de 1970

Para el año de 1970 y considerando la precipitación pluvial anual registrada así como la cobertura vegetal obtenida, se estima que en la microcuenca El Caracol el 64,5% de su área presentó una tasa de erosión hídrica menor de 10 t ha^{-1} y un 26,3% presentaba una erosión hídrica moderada (de 10 a 50 t ha^{-1}) y es mínima la superficie con erosión hídrica alta y muy alta. Como punto de partida se puede señalar que las condiciones de cobertura de suelo en 1970 eran las más favorables, dado que aún con la alta erosionabilidad de su suelo, la erosión hídrica se mantenía en tasas de pérdida moderadas y dentro de los límites tolerables de pérdida de suelo.

b) Escenario de 1980

Considerando la erosividad del año de 1980 y su cobertura vegetal correspondiente, se encontró en el plano de erosión hídrica un cambio drástico comparado con el año de 1970. El primer cambio está relacionado con el valor de la erosividad ya que se incrementa en un promedio de 20% y el segundo está dado por el cambio en la cobertura vegetal y de la aparición de importantes áreas sin vegetación.

Las áreas con mayor erosión hídrica corresponden a las laderas de los cauces naturales, pero el impacto generado en la zona de construcción de las plataformas de los pozos geotérmicos y de los cortes realizados para la construcción de caminos de acceso, además de una parte importante de la zona conocida como río caliente. De los resultados obtenidos, se puede indicar para esta microcuenca que el 55% presentó una erosión hídrica ligera (menos de 10 t ha^{-1}) y un 19,5% con erosión hídrica moderada, pero a diferencia de 1970, en esta década se duplicó la superficie con erosión hídrica alta representando hasta un 18% de la microcuenca y se observa además un incremento en la superficie con erosión hídrica muy alta (con pérdidas que superan las 200 t ha^{-1}) el cuál representa el 7,5% de la microcuenca El Caracol.

c) Escenario de 1990

La erosividad de la lluvia en 1990 se incrementó en promedio en un 10% en las dos microcuencas con respecto al año de 1980, de 36% para la microcuenca El Caracol con respecto al año de 1970, lo que de antemano sugiere una mayor tasa de erosión hídrica aún manteniendo constantes la cobertura del suelo.

A raíz de los impactos generados en la zona de construcción de plataformas, de la perforación de los pozos geotérmicos y de la apertura de caminos de acceso por parte de la CFE se vio la necesidad de implementar diversas acciones para la restauración de las áreas afectadas, mismas que tienen su mejor manifestación en la escena de 1990 con respecto a la erosión hídrica. En las fotografías de la Figura IV.66 se puede observar, a manera de ejemplo, la restauración realizada en los alrededores de la plataforma del pozo PR-9, observándose

en ellas la excelente recuperación de la cobertura vegetal en el sitio, reflejándose en una erosión hídrica menor de 10 t ha^{-1}. Por otro lado, es importante señalar que en la microcuenca se aprecia una disminución de las áreas sin vegetación, y aunque se haya aumentado la superficie de bosque de encino-pino abierto, éstos ofrecen una buena protección al suelo lo cuál se refleja en la disminución de las áreas de erosión hídrica alta y muy alta, aunque dista mucho de la condición que prevalecía en 1970 propiciado por los cambios en el uso de suelo anteriormente descritos.

Figura IV.66(a)

Figura IV.66(b)

Figura IV.66 (c)

Figura IV.66 (d).

Figura IV.66 (e).

Figura IV.66. Secuencia de actividades realizadas para la restauración de los taludes del pozo PR-9. En ellas se observa la situación inicial del sitio, el afinamiento de los taludes, su pastización en rollo y la reforestación con especies de pino nativas de la región

d) Escenario del 2000

Para estimar la erosión hídrica para el año 2000, se utilizó la información de precipitación pluvial del año de 1998, al cuál corresponde una erosividad de la lluvia muy similar al de 1970, sin embargo, en lo relacionado con la cobertura vegetal en la microcuenca El Caracol se han incrementado las áreas de bosque de encino-pino abierto y nuevamente se tiene la presencia de importantes áreas desprovistas de vegetación, correspondientes principalmente a los cauces naturales con presencia de sedimentos y muy probablemente en los cortes realizados en los caminos de acceso construidos por la CFE.

En la escena del 2000 se puede observar que existen algunas áreas cercanas a la zona de construcción de plataformas y de perforación de pozos geotérmicos, al igual que una parte de la zona de río caliente, ambas en la microcuenca El Caracol, y una franja transversal muy bien definida en la microcuenca El Huilustre que aún presentan una alta tasa de erosión. Para esta década, en la microcuenca El Caracol se estima que 41% de su área presenta erosión hídrica ligera y con respecto a 1990 se observa un incremento en las áreas con erosión hídrica moderada representando el 44% de esta microcuenca. Un punto importante en este escenario, es que se reducen de manera importante las áreas con erosión hídrica alta y muy alta, representando solo el 14,6% de la microcuenca El Caracol. En la Figura IV.67 se presenta la dinámica de la erosión en la microcuenca en estudio para las 4 décadas analizadas considerando la erosividad de cada década.

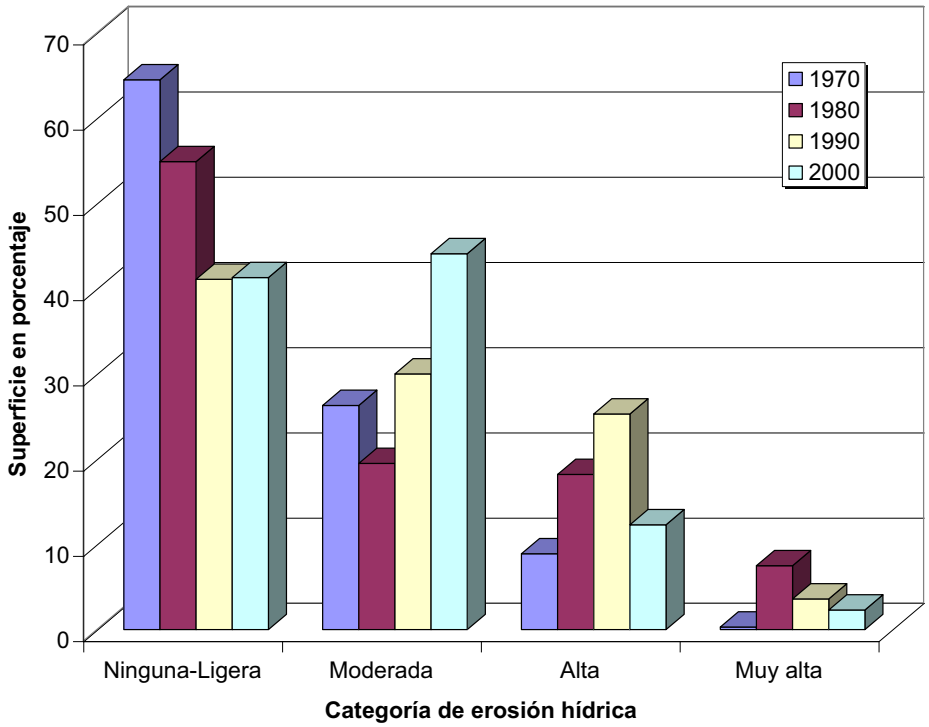


Figura IV.67. Dinámica de la erosión hídrica en la microcuenca El Caracol en 4 décadas considerando la erosividad de la lluvia de cada década

En el análisis anterior se hace énfasis que se está comparando la erosión hídrica teniendo dos variables importantes, la erosividad de la lluvia de cada año (Factor R) y la cobertura vegetal (Factor C), sin embargo, dado que el valor de R es dinámico en el tiempo y con el interés de observar el impacto del cambio de uso de suelo en la erosión hídrica en las dos microcuencas, se realizó una comparación de la erosión hídrica estimada con la erosividad promedio de la zona de estudio y el efecto de la cobertura del suelo de cada una de las 4 décadas consideradas.

De acuerdo con los planos generados en este análisis y de los resultados numéricos obtenidos, se encontró un patrón muy similar al utilizar los factores R y C de cada año en particular, aunque de entrada por la menor erosividad considerada (de 4 505 MJ mm ha^{-1} hr^{-1} $año^{-1}$ para El Caracol y de 4 784 MJ mm ha^{-1} hr^{-1} $año^{-1}$ para El Huilustre), es evidente que las áreas de las categorías más bajas de erosión hídrica hayan aumentado.

Con los resultados comparativos presentados la Tabla IV.59, se pueden apreciar un efecto directo del cambio del uso de suelo en la erosión hídrica estimada, concluyéndose que conforme se aumentan las áreas desprovistas de vegetación, cuando las áreas de bosque cerrado dan lugar a un bosque abierto, así como un aumento en las áreas afectadas por incendios, y en general un incremento en las áreas con condiciones de cobertura vegetal que no permiten amortiguar la fuerza erosiva de la precipitación pluvial tanto a través del impacto de las gotas de lluvia como de los escurrimientos superficiales generados, propicia que se genere un incremento en la tasa de erosión hídrica estimada.

Tabla IV.59
Erosión hídrica estimada por décadas para la microcuenca El Caracol*

Grado de erosión	1970		1980		1990		2000	
	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Ninguna-Ligera	2 741,4	70,3	2 315,8	59,4	2 017,7	51,8	1 849,6	47,5
Moderada	915,4	23,5	896,4	23,0	1 251,7	32,1	1 644,8	42,2
Alta	229,1	5,9	455,1	11,7	587,9	15,1	325,0	8,3
Muy alta	11,1	0,3	229,8	5,9	39,7	1,0	77,7	2,0

* Considera una erosividad promedio para los 4 años y un factor C de cada año.

Así mismo, se puede concluir que en 1980 hubo un mayor disturbio en la vegetación y uso del suelo que impactó muy fuertemente en la tasa de erosión hídrica observándose un incremento importante de la superficie con erosión hídrica superior a las 200 t ha^{-1}, el cuál se manifiesta en muchas otras zonas de ambas microcuencas, incluyendo al área de plataformas construidas por la CFE.

Por otro lado se puede señalar que en 1990, la situación que prevalecía en el escenario de 1980 se revierte casi por completo incluyendo de manera muy importante a la zona impactada por la CFE, aunque sigue la tendencia gradual de una transición en el bosque de encino-pino cerrado a un bosque de encino-pino abierto y sus consecuencias directas en un aumento en las áreas con mayores daños por el fenómeno de erosión hídrica.

En las Figuras IV.68 a IV.71 se presentan los planos de la erosión hídrica por década

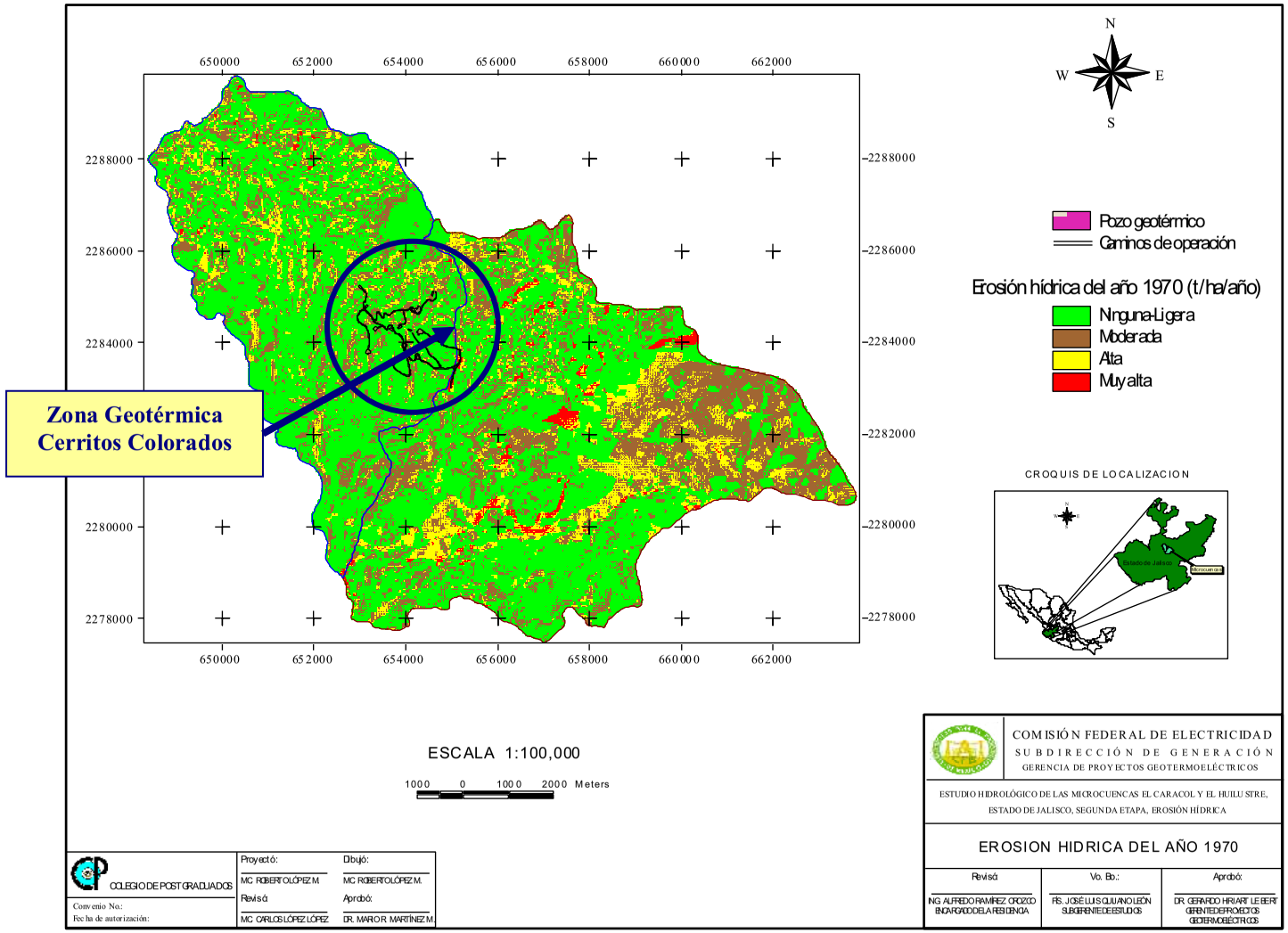


Figura IV.68. Plano de erosión hídrica en el año de 1970

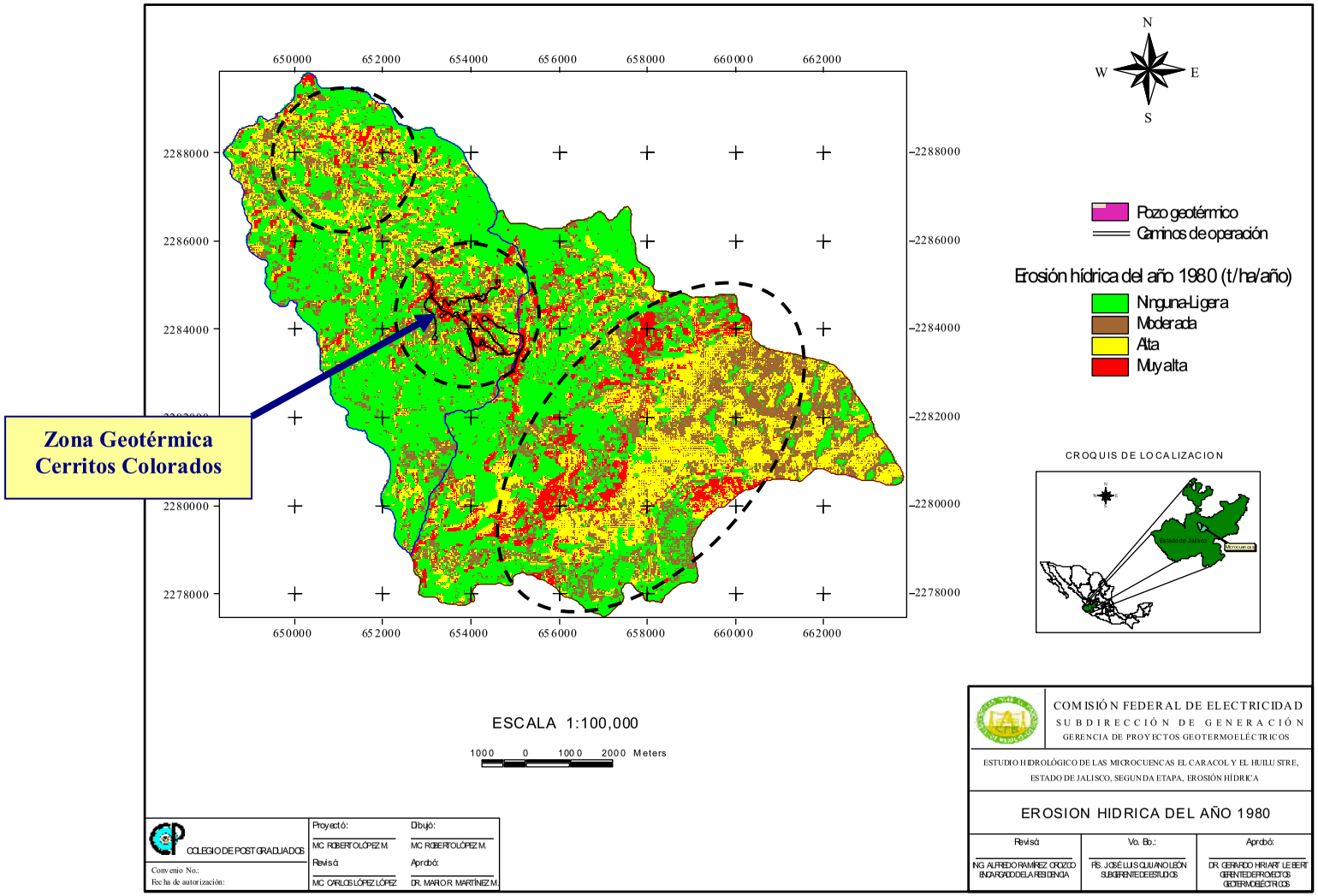


Figura IV.69. Plano de erosión hídrica en el año de 1980

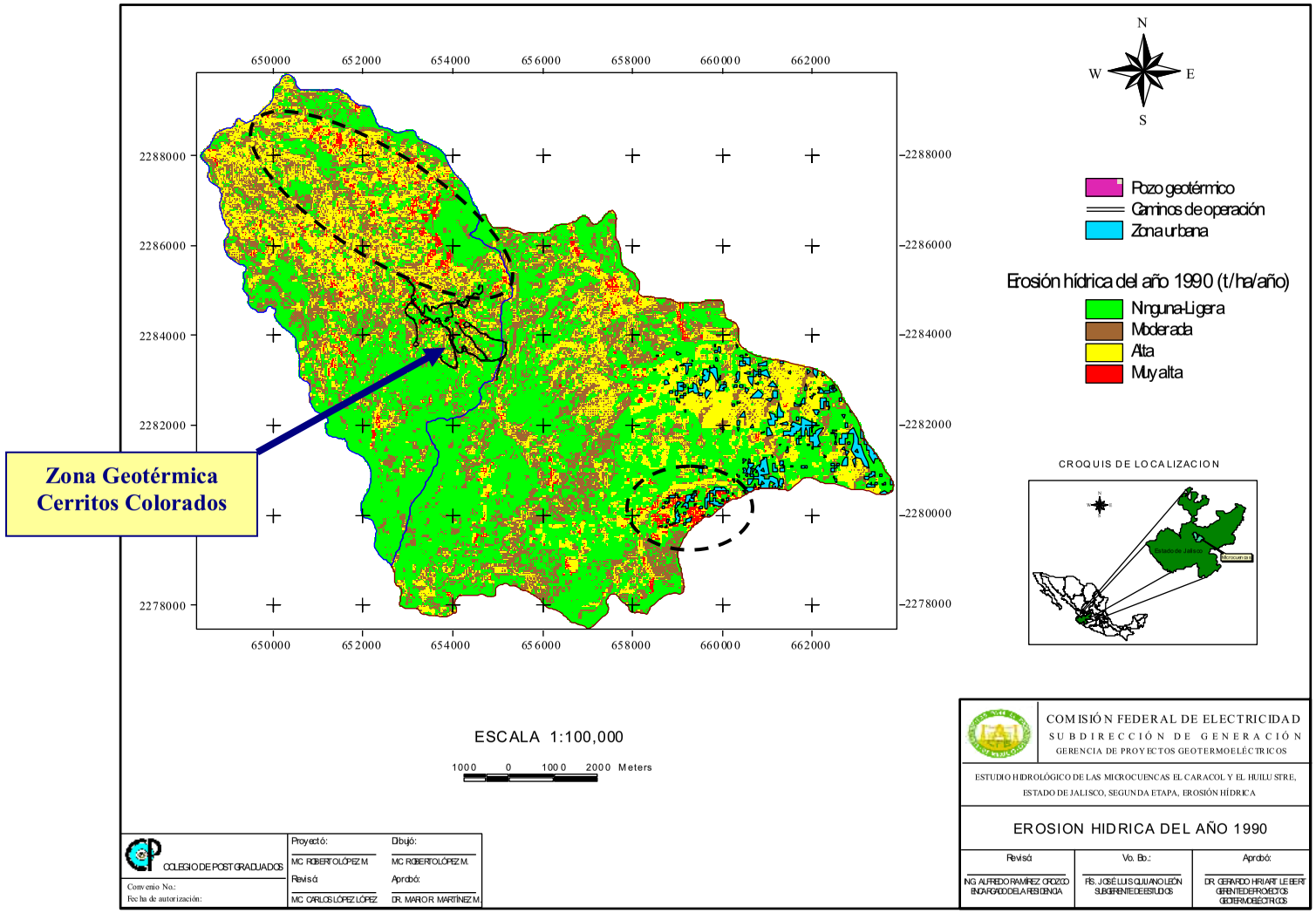


Figura IV.70. Plano de erosión hídrica en el año de 1990

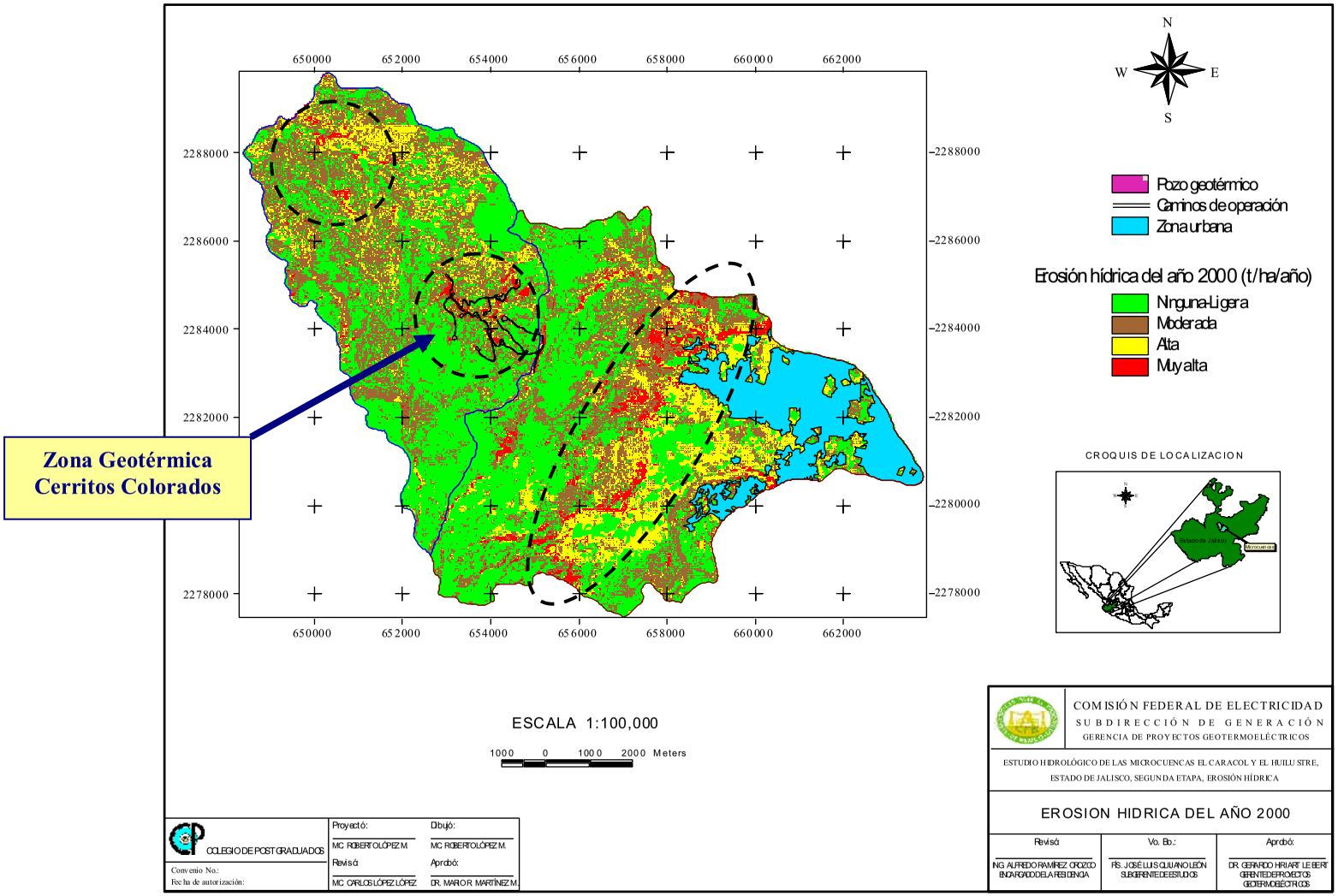


Figura IV.71. Plano de erosión hídrica en el año 2000

Escenario de la erosión hídrica del suelo en la microcuenca El Caracol con la ejecución del proyecto

En el área del proyecto, y en general en el Bosque La Primavera, uno de los factores relevantes que intervienen en la erosión del suelo es la cobertura vegetal, es decir, cuanta más cobertura vegetal presente la superficie del suelo, menor será la erosividad de suelo ocasionada por la intensidad del agua de lluvia. En este sentido, en el programa de vigilancia ambiental propone dos programas que tienen como objetivo controlar la erosión del suelo:

1) Programa de conservación de suelos, y
2) Programa de reforestación.

Al margen de que CFE realice el pago correspondiente por concepto de compensación por el cambio de uso del suelo al Fondo Forestal Mexicano, se tiene programado llevar a cabo campañas anuales de reforestación así como de mantenimiento de las mismas de manera permanente, que se implementen tanto dentro del área geotérmica como fuera de ella.

Por lo anterior, se prevé que la erosión hídrica en el área del proyecto no incrementará, y se estima que ésta podrá reducirse conforme los programas señalados en el primer párrafo se lleven a cabo.

Capítulo V

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Regional
Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados

(25 MW - Primera Etapa)

CONTENIDO

V.	**IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**	**V-3**
V.1	**Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional**	V-3
V.1.1	Construcción del escenario modificado por el proyecto	V-3
V.2	**Metodología utilizada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales**	V-6
V.2.1	Actividades y/o aspectos más relevantes del proyecto	V-9
V.2.2	Definición de los factores y componentes ambientales	V-13
V.2.3	Identificación de interacciones de impacto ambiental	V-15
V.2.4	Definición de las interacciones identificadas	V-15
V.2.5	Evaluación de las interacciones identificadas	V-25
V.3	**Impactos ambientales generados**	V-34
V.3.1	Descripción de los impactos ambientales significativos y de algunos cercanos a los valores de significativos	V-34
V.3.2	Análisis de los impactos ambientales identificados sobre los factores físicos y bióticos por etapa del proyecto	V-42
V.4	**Delimitación del área de influencia**	V-48

INDICE DE TABLAS

Tabla V.1	Actividades y/o aspectos principales para la instalación de la Unidad de 25 MW que pueden ocasionar impactos en el ambiente	V-9
Tabla V.2	Actividades y/o aspectos principales para la construcción de la línea de subtransmisión que pueden ocasionar impactos en el ambiente	V-12
Tabla V.3	Factores y componentes ambientales y sociales susceptibles de afectarse por las actividades del proyecto	V-14
Tabla V.4	Matriz de interacciones de impacto ambiental (Exploración del campo geotérmico Cerritos Colorados -1980-1989)	V-17
Tabla V.5	Matriz de interacciones de impacto ambiental (Unidad de generación de 25 MW)	V-18
Tabla V.6	Matriz de interacciones de impacto ambiental (LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I-El Sol)	V-19
Tabla V.7	Definición de las interacciones identificadas en la Tabla V.4a. (Unidad de Generación)	V-20
Tabla V.8	Definición de las interacciones identificadas en la Tabla V.4b (LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol)	V-22
Tabla V.9	Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar la significancia de impactos	V-25
Tabla V.10	Parámetros y escala de evaluación utilizada	V-26
Tabla V.11	Ecuaciones aplicadas para la evaluación y significancia de los impactos	V-27
Tabla V.12	Evaluación de las interacciones identificadas para la instalación de la unidad de generación (25 MW)	V-28
Tabla V.13	Evaluación de las interacciones identificadas para la construcción de la línea subtransmisión (69 kV)	V-30
Tabla V.14	Matriz de interacciones de impacto ambiental (Unidad de generación 25 MW)	V-32
Tabla V.15	Matriz de interacciones de impacto ambiental (LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I-El Sol)	V-33
Tabla V.16	Efecto del ácido sulfhídrico sobre humanos	V-49
Tabla V.17	Efectos del ácido sulfhídrico sobre vegetación	V-50

INDICE DE FIGURAS

Figura V.1	Unidad de 25 MW instalada en el campo geotermoeléctrico los Azufres, Mich.	V-4
Figura V.2	Equipo de perforación utilizado para la construcción de un pozo geotérmico	V-4
Figura V.3	Tubería utilizada para la conducción de vapor geotérmico y para la inyección del agua separada	V-5
Figura V.4	Equipo utilizado para la separación del fluido geotérmico (agua-vapor)	V-5
Figura V.5	Curvas de isoconcentración de posibles emisiones de H_2S. Escenario 1	V-51
Figura V.6	Curvas de isoconcentración de posibles emisiones de H_2S. Escenario 3	V-52
Figura V.7	Curvas de isoconcentración de posibles emisiones de H_2S. Escenario 5	V-53

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Como lo indica la *Guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional, de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica*, el objetivo de este capítulo es identificar, describir y evaluar los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos significativos que generará el proyecto sobre el sistema ambiental regional. Una vez realizado lo anterior, se contará con la información técnica que permitirá delimitar el área de influencia del proyecto y proponer el escenario posible con el desarrollo del proyecto.

V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional

En este apartado se identificaron y analizaron las posibles afectaciones que sufrirán la estructura y las funciones del sistema ambiental regional.

V.1.1. Construcción del escenario modificado por el proyecto.

La elaboración de este apartado se consiguió insertando las acciones que componen el proyecto en el escenario ambiental regional actual (desarrollado en el Apartado IV.3 del Capítulo IV), con el propósito de determinar cuáles son las acciones que por su magnitud o importancia serán las que potencialmente modificarán al sistema ambiental.

En primera instancia y derivado de las reuniones con el grupo de especialistas, se identificaron tres grupos de acciones del proyecto, que al ser insertadas en el sistema ambiental regional actual son las que podrían modificarlo. Estas se describen a continuación y se justifican por parte de cada especialista en el tema:

a) **Presencia de personal, equipo, vehículos y maquinaria.** Este grupo de acciones se presentará con mayor auge durante un período mayor a un año, el cual comprende las etapas de preparación del sitio y construcción. Para la etapa de operación este grupo de acciones es menor pero de mayor duración.

b) **Instalación de infraestructura.** Se deriva de insertar en el sistema ambiental actual una serie de instalaciones destinadas a la conducción y reinyección de vapor, infraestructura de generación y transmisión de energía eléctrica. Esta acción cobra importancia pues representa una modificación al sistema de manera permanente, en el espacio que ocuparán dichas instalaciones.

c) **Operación de la unidad generadora de 25 MW.** Representa el grupo de mayor potencialidad de afectación a las condiciones actuales del sistema ambiental, considerando que las emisiones a la atmósfera durante la etapa de operación podrían incidir a nivel regional y de manera permanente.

Para tener una mejor percepción del escenario que se creará con la construcción del campo geotérmico Cerritos Colorados, en las Figuras V.1 a V.4 se muestra parte de la infraestructura correspondiente a un proyecto similar, instalado en el campo geotermoeléctrico Los Azufres, Mich.

Figura V.1. Unidad de 25 MW instalada en el campo geotermoeléctrico los Azufres, Mich.

Figura V.2. Equipo de perforación utilizado para la construcción de un pozo geotérmico

Figura V.3. Tubería utilizada para la conducción de vapor geotérmico y para la inyección del agua separada (costados izquierdo y derecho del camino, respectivamente)

Figura V.4. Equipo utilizado para la separación del fluido geotérmico (agua-vapor), instalado sobre las plataformas de los pozos

Es importante señalar que el escenario actual del campo geotérmico Cerritos Colorados presenta las modificaciones realizadas anteriormente, durante las etapas de exploración del campo geotérmico y perforación de pozos (1980-1989), en las cuales se hicieron las siguientes obras, que suman una superficie total de 16,2494 ha (Anexo II-3, Anexo Fotográfico):

- ✓ 11 km de caminos de acceso, tipo D
- ✓ 2,8 km de camino de acceso de terracería
- ✓ Obras de drenaje:
  - 10,5 km de cunetas
  - 13 alcantarillas (100 m)
  - 20 lavaderos (1 600 m)
  - 50 cajas desarenadoras
- ✓ Trece plataformas para pozos
- ✓ Cuatro presas para el depósito de los lodos de perforación
- ✓ Cuatro cárcamos de concreto
- ✓ Doce pozos geotérmicos
  (PR-1, PR-2, PR-4, PR-5, PR-7, PR-8, PR-9, PR-10, PR-11, PR-12, PR-13 y PI-1)
- ✓ Un área de servicios (almacén de CFE)
- ✓ Una estación meteorológica, instalada sobre la plataforma del pozo PR-5

Como consecuencia de lo anterior y con el fin de establecer el escenario inicial del cual se parte para el desarrollo del actual proyecto, en la Tabla V.4 se presenta una matriz de interacciones en donde se señalan impactos ambientales que ocurrieron durante la etapa exploratoria del campo geotérmico en los años 1980-1989; la mayoría de los cuales ya fueron mitigados y/o compensados mediante un programa de restauración implementado por la CFE durante los años 1990 a la fecha; no obstante, algunos de ellos se presentan en la actualidad como impactos residuales, como lo es el cambio de uso de suelo que se realizó para la apertura de los caminos de acceso y la construcción de las plataformas y presas de lodos.

V.2. Metodología utilizada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se utilizó la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

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 (componentes ambientales, ***i***, *vs* actividades del proyecto, ***j***), las cuales se definieron brevemente para evitar confusiones y desviaciones en la evaluación que se hará posteriormente.

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 propuestos por Bojórquez *et al.* (*op. cit.*). 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 magnitud (del 0 al 9), dependiendo del efecto que una actividad o aspecto del proyecto tendrá sobre el componente ambiental.

Es importante señalar que para valorar los impactos ambientales del proyecto a partir de la escala ordinal mencionada (0 a 9), se llevaron a cabo reuniones con el personal de las Gerencias de Proyectos Geotermoeléctricos y de Protección Ambiental de la CFE, conjuntamente con los especialistas participantes en la elaboración de este documento de la Universidad Autónoma de Chapingo, conformándose así un grupo multidisciplinario en diversos temas. Los parámetros y escala de evaluación utilizada se presentan en la Tabla V.10.

A continuación se describen brevemente los índices referidos.

a) Índice básico. Este índice se obtiene utilizando los 3 parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), mediante la siguiente ecuación:

$$IBij=1/27\ (Mij + Eij + Dij)$$

En donde: Mij = Magnitud del impacto
Eij = Extensión del impacto
Dij = 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:

$$0{,}111 \leq IB \leq 1$$

Cabe recordar que los impactos ambientales identificados siempre poseerán los tres parámetros básicos, por lo que su valor mínimo será 1 y el máximo 9.

b) Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$ICij = 1/27\ (Sij + Aij + Cij)$$

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:

$$IIij = IBij^{(1-ICij)}$$

Donde: IBij = Índice básico
ICij = Índice complementario

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 (Sij), tomando en consideración la existencia y, en su caso, la eficiencia esperada de las medidas de mitigación (Tij), utilizando la siguiente fórmula:

$$Sij = IIij*(1-1/9\ (Tij))$$

Donde: IIij = Índice de impacto
Tij = 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.

Así mismo, 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 proceso 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 (Sij) que se obtienen se clasificaron 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

Para apoyar la asignación de valores a los parámetros de los índices básico y complementario se hizo uso de los siguientes criterios calificadores:

Información:	Cantidad y calidad de los datos que soportan la predicción
Certeza:	Probabilidad de ocurrencia
Confianza:	Certidumbre o incertidumbre con respecto a la predicción del impacto
Estándares:	Regulaciones ambientales existentes (leyes, reglamentos, normas, etc.)

Estos criterios calificadores no agregan un valor cuantitativo a los citados parámetros, pero proporcionan una base para soportar la predicción de los posibles impactos.

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

a) No se duplican las actividades del proyecto con respecto a los impactos;
b) La información es organizada en un formato simple, no se elaboran matrices complejas;
c) Los enjuiciamientos sobre los impactos son rastreables, no queda sujeta a la subjetividad del evaluador;

d) Es un procedimiento sistemático y objetivo, en el que todos los impactos se evalúan bajo los mismos criterios;
e) Existe mayor certidumbre en los resultados y se facilita la racionalidad en la toma de decisiones.
f) Los datos reales, más fácilmente obtenidos para los criterios básicos, pueden ser separados de los valores más subjetivos enjuiciados para los criterios complementarios; y
g) 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.

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. Los criterios calificadores no modifican el impacto, pero indican la capacidad predictiva de la evaluación. De esta manera, los criterios básicos definen las características directas e inmediatas, los complementarios toman en cuenta las relaciones de orden superior y los calificadores relacionan a los otros dos con el fundamento técnico de la predicción.

Cuando se tiene incertidumbre para determinar el valor de un parámetro, se asigna el mayor. Esta regla es consistente con una racionalidad precautoria 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.

V.2.1. Actividades y/o aspectos más relevantes del proyecto

En este apartado se identificaron las actividades y aspectos del proyecto que pueden ocasionar impactos en el ambiente con base en lo descrito en el Capítulo II, utilizando esta información se elaboró una lista de verificación, ordenándose de acuerdo con las etapas de cada una de las dos obras principales que componen el proyecto: la instalación de la unidad de generación y la construcción de la línea de subtransmisión (ver Tablas V.1 y V.2).

Tabla V.1
Actividades y/o aspectos principales para la instalación de la Unidad de 25 MW que pueden ocasionar impactos en el ambiente

ETAPA	ACTIVIDAD/ASPECTO		DEFINICIÓN
PREPARACIÓN DEL SITIO	1	Desmonte y despalme	El desmonte consiste en eliminar la vegetación en forma manual y el despalme en remover la capa superficial del suelo mediante una motoconformadora y su acopio y carga con cargador frontal.
	2	Excavación, compactación y nivelación	De acuerdo con los estudios geotécnico, geofísico y topográfico del proyecto, se reportan taludes de alturas variables desde 2 m hasta 40 m, con inclinación máxima de 70°. Como referencia se tienen algunos taludes excavados durante la construcción de caminos, con las mismas pendientes que los naturales, lo que demuestra que el tipo de suelo existente soporta taludes verticales sin problemas, por lo que no se requerirán métodos especiales de excavación, compactación o nivelación para prevenir la erosión o para garantizar la estabilidad de los taludes

Tabla V.1
Actividades y/o aspectos principales para la instalación de la Unidad de 25 MW que pueden ocasionar impactos en el ambiente

ETAPA	ACTIVIDAD/ASPECTO		DEFINICIÓN
	3	Cortes y rellenos	Los cortes se efectuarán por medio de un trascavo ligero; no existen taludes que estabilizar, debido a que las áreas del proyecto son relativamente planas, éstas serán compactadas para su posterior relleno. Se requerirá de un volumen de corte de terreno estimado en 13 000 m^3. Para los rellenos requeridos, se utilizará material de banco, de preferencia tepetate, o cualquier otro material recomendado por el "Estudio de mecánica de suelos" realizado por la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la CFE, de cuyos resultados se presentan en el Informe 04/94/SGM/S, del 10 de noviembre de 2004. El volumen estimado de relleno será de aproximadamente 8 000 m^3, que será dispuesto con cargador frontal para ser trasladado en camiones de volteo de 6 a 7 m^3.
CONSTRUCCIÓN	1	Construcción de la unidad de generación	Para la construcción de la unidad de generación se contemplan las siguientes actividades: ❖ Instalación de equipo para la generación de energía eléctrica (turbogeneradores, condensadores, precalentadores, evaporadores, eyectores, bombas, tuberías, cables e instrumentos de medición y control). ❖ La instalación del equipo superficial para la etapa de conducción y acondicionamiento de vapor (tuberías, separadores, secadores, silenciadores e instrumentos de medición y control de nivel, presión, temperatura y flujo). ❖ La instalación de estructuras y equipo para la conducción e inyección del agua separada (vertedores, tuberías, bombas e instrumentos de medición). ❖ Las cimentaciones y estructuras de concreto serán construidas con los métodos convencionales, previamente armadas con acero de refuerzo y cimbradas con láminas metálicas o de madera, para posteriormente proceder al colado. ❖ Se utilizarán revolvedoras de concreto, vibradores de concreto y herramientas propias para el habilitado de cimbras, colados y descimbrados. En la colocación de acabados se utilizará herramienta menor. ❖ Los equipos y tuberías en áreas exteriores, serán soportados por cimentaciones de concreto; donde se requiera, para alcanzar las alturas de los equipos, las tuberías serán soportadas por estructuras metálicas. ❖ Para las vialidades interiores de la central, se colocará una sub-base y una base de rodamiento, utilizando una motoconformadora, compactadora o rodillos vibratorios, según se requiera. ❖ Las obras del predio contarán con un drenaje pluvial mediante pendientes de desagüe en las losas de piso terminado, que será conducido a cunetas perimetrales en todas las áreas del proyecto, para posteriormente conducirlo al cauce natural del sitio.
	2	Construcción de la torre de enfriamiento	Se instalará una torre de enfriamiento que consta de una pileta de 27 x 11 m construida a base de concreto armado desplantada superficialmente y la torre de enfriamiento consta de una estructura a base de madera tratada, contando en su interior con relleno de PVC. En la parte superior se instalarán dos ventiladores accionados con motor eléctrico y con chimeneas para mejorar el tiro de la pluma de aire caliente. En la parte superior de la torre se descargarán los gases incondensables que se extraerán del condensador, mezclándolos inmediatamente con el volumen de aire que maneja la torre. Esta medida permitirá abatir las concentraciones de gases, al diluirse y dispersarse en la torre de enfriamiento. Así mismo, se instalarán diversos equipos para servicios auxiliares (compresores, generadores de energía diesel, inyección de bactericidas al agua de enfriamiento, sistema contra incendios y de comunicación).
	3	Construcción de subestación elevadora	Para la subestación eléctrica elevadora de potencia, la cimentación será a base de una estructura de concreto armado para desplantar el transformador de potencia y equipos auxiliares. La zona de la subestación se protegerá con una malla ciclónica de alambre galvanizado y con tres hilos de alambre de púas recubierto con PVC en la parte superior.

Tabla V.1
Actividades y/o aspectos principales para la instalación de la Unidad de 25 MW que pueden ocasionar impactos en el ambiente

ETAPA		ACTIVIDAD/ASPECTO	DEFINICIÓN
	4	Instalación de equipo superficial	La separación y acondicionamiento del vapor se llevará a cabo en la plataforma de cada pozo, por lo que éste se equipará con un separador centrífugo tipo webre y un silenciador (Figura IV.4). En este último equipo la separación de vapor se enviará a la atmósfera y el agua a la presa de enfriamiento con el objeto disminuir su temperatura y favorecer la depositación de sólidos, para posteriormente enviarse por las líneas de inyección hacia los pozos inyectores. Todos los equipos y tuberías de proceso se instalarán sobre la plataforma del pozo, por lo que no se requieren áreas adicionales.
	5	Construcción de vaporductos	El vapor separado se enviará desde el pozo hasta las unidades de generación a través de vaporductos soportados con estructuras cimentadas a intervalos regulares de 10 m; se construirán a un costado de los caminos de acceso existentes. Para la absorción de esfuerzos térmicos se utilizarán omegas de expansión en posición vertical. Se estima una longitud total de vaporductos de 2,5 km; serán construidos de acero al carbono, la tubería se cubrirá con un aislamiento térmico y con lámina galvanizada, la cual se pintará de color verde olivo para mimetizar la estructura con el entorno (Figura V.3).
	6	Tendido de la tubería de inyección	El agua separada se conducirá desde las presas de enfriamiento de los pozos productores hasta los pozos inyectores mediante tuberías de polipropileno de alta densidad, la cual tiene la característica de seguir fácilmente la topografía del terreno, sin necesidad de soportes (Figura V.3). En el caso del proyecto Cerritos Colorados la tubería de inyección tendrá una longitud total aproximada de 3,5 km; la cual se colocará sobre terreno natural, paralela a los vaporductos y a un costado de los caminos de acceso.
	7	Planta de tratamiento de aguas residuales	Para tratar el agua de servicios de la unidad de generación se instalará una planta de tratamiento paquete.
	8	Modificación del camino de acceso	Debido a que el predio de la unidad de generación se ubicará sobre un tramo de un camino ya existente (en el entronque que comunica a los pozo PR-2 y PR-7 y a los pozos PR-4, PR-10 y PR-12); será necesario construir un tramo de camino de unos 250 m, que rodeará el predio de la unidad de 25 MW. Éste tendrá un ancho de corona de 7 m, incluyendo las cunetas y los bordillos, y ocupará una superficie de 1 750 m^2.
PERFORACIÓN	1	Impermeabilización de las presas de lodos (PR-2 y PR-11)	La impermeabilización consiste en el recubrimiento de interior de la presa de lodos con polietileno de alta densidad. Estas presas tendrá una capacidad de 800 a 1 000 m^3; durante la perforación, éstas almacenarán un total de aproximado de 300 m^3 de recortes y lodos de perforación, que es el volumen máximo estimado para estos pozos; durante la evaluación de los pozos y la operación de la unidad de generación. Éstas se utilizarán como presas de enfriamiento del agua separada, para posteriormente enviarla a los pozos inyectores.
	2	Instalación del equipo de perforación	Una vez acondicionada la presa de lodos, se instala el equipo de perforación sobre la plataforma. Esta actividad se lleva a cabo en aproximadamente una semana y consiste en la instalación de los cinco sistemas que conforman el equipo de perforación. Además de estos sistemas, el equipo de perforación cuenta con las subestructuras de soporte; casetas de mandos; casetas de refacciones, reparación eléctrica y mecánica; tanques verticales de almacenamiento de agua y remolques-habitación con letrina.
	3	Perforación de pozos geotérmicos	Consistirá en la construcción de nueve pozos productores y cinco inyectores, así como la intervención y rehabilitación de cuatro pozos geotérmicos existentes.
	4	Rehabilitación o reparación de pozos existentes	De los pozos actualmente perforados y que han estado cerrados por más de 15 años, no se tiene conocimiento de su estado actual, considerando varios aspectos; estado mecánico, incrustaciones en la zona permeable del yacimiento, y a través de la tubería de ademe y revestimiento, etc. Se intervendrán un total de cuatro pozos, incluyendo un inyector.
OPERACIÓN Y MANTENI-MIENTO	1	Operación de las unidades de generación	Es la puesta en servicio y operación de la unidad de generación de 25 MW; esta actividad conlleva las emisiones a la atmósfera, la generación de aguas residuales, de residuos sólidos, la emisión de ruido y generación de energía, entre otros aspectos.

Tabla V.1
Actividades y/o aspectos principales para la instalación de la Unidad de 25 MW que pueden ocasionar impactos en el ambiente

ETAPA		ACTIVIDAD/ASPECTO	DEFINICIÓN
	2	Mantenimientos de las unidades ❖ Generación de residuos sólidos ❖ Sustitución de equipos	Mantenimiento preventivo. Que consiste en evitar las interrupciones de la generación eléctrica, como consecuencia de inspecciones programadas. Mantenimiento correctivo. Es el que se realiza en condiciones de emergencia, quedan fuera del control del mantenimiento preventivo. Mantenimiento predictivo. Es una combinación de los dos tipos de mantenimiento anteriores, exige un control más riguroso que permite la planeación correcta para efectuar las inspecciones y pruebas verdaderamente necesarias.
ABANDONO	1	Desmantelamiento de las unidades de generación	Consiste en desalojar del área los equipos e infraestructura que componen la unidad de generación de 25 MW
	2	Retiro de equipos, tubería y materiales	Retiro de equipos, tubería y materiales diversos del campo geotérmico, incluyendo lozas de concreto construidas en las edificaciones de las unidades e instalaciones.
	3	Acondicionamiento de plataformas	Acondicionamiento del terreno en las áreas de plataformas y predios ocupados, para la restauración del suelo.
	4	Limpieza de residuos sólidos	Colecta y disposición adecuada de los residuos sólidos que se generen por las actividades de desmantelamiento
	5	Rehabilitación de las áreas ocupadas	Consiste en actividades de pastización, revegetación y /o reforestación.
	6	Mantenimiento de la rehabilitación	Esta actividad consiste en implementar un programa de mantenimiento de la rehabilitación realizada, por un período de cinco años.

Tabla V.2
Actividades y/o aspectos principales para la construcción de la línea de subtransmisión que pueden ocasionar impactos en el ambiente

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 línea de subtransmisión (LST).
	2	Estudio geotécnico	Durante esta actividad se realizan muestreos de suelos a lo largo de la trayectoria de la LST, se efectúa un estudio de mecánica de suelos para determinar las condiciones edáficas y estratigráficas del subsuelo a lo largo del trazo, y proporcionar las recomendaciones de diseño y construcción adecuadas para las cimentaciones de sus estructuras.
	3	Actividades en el derecho de vía	Por lo general, la construcción de una línea de substransmisión requiere la apertura de una brecha de maniobras y patrullaje; no obstante, para este proyecto se evitará la construcción de dicha brecha, para lo cual se aprovechará en lo posible los caminos de acceso ya existentes. Así, esta actividad sólo consistirá en realizar la poda selectiva de los árboles que puedan interferir con el tendido y tensado de los árboles, sólo en caso necesario se derribarán aquellos que se encuentre dentro de la franja de los 4 m de ancho, dentro del derecho de vía. En esta franja no se permitirá realizar el desmonte a matarrasa temporal ni permanente; de igual manera, para las maniobras de mantenimiento y de vigilancia se utilizarán los caminos de acceso vecinos.
CONSTRUCCIÓN	1	Excavación de cepas y cimentación de estructuras de soporte	Durante la excavación se extraerán aproximadamente 18,5 m^3 de material por pata de cada una de las torres, por lo que se extraerán un total de 1 628 m^3, aproximadamente. Para el caso de los 74 postes troncocónicos se extraerán por poste 6,8 m^3 que en total serían 503,2 m^3, La mayor parte del volumen extraído será utilizado en el relleno y compactado de las áreas de estructuras de soporte, sólo en el caso de que el material no sea compatible se empleará material de algún banco de préstamo. El material sobrante residual será dispersado en el área o se trasladaría como material de relleno para algunas cárcavas.

Tabla V.2
Actividades y/o aspectos principales para la construcción de la línea de subtransmisión que pueden ocasionar impactos en el ambiente

ETAPA	ACTIVIDAD/ASPECTO		DEFINICIÓN
	2	Hincado y armado de estructuras de soporte	Consiste en la colocación de los postes o el armado de las estructuras sobre las cepas excavadas. Para la instalación de los postes troncocónicos se utilizará una grúa y niveladas, se colocarán las estructuras de soporte previamente armadas y posteriormente proceder al relleno con el mismo material producto de la excavación y su compactación. Para llevar a cabo las maniobras de armado de las estructuras de soporte (torres y postes troncocónicos), se requiere de una superficie aproximada de 6 936 m^2.
	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 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 máquina traccionadora en uno de los extremos y una máquina tensadora en el otro, las cuales se ubican sobre un terreno (patio) de unos 72,25 m (8,5 x 8,5 m). Se utilizarían cuatro patios para realizar esta actividad, preferentemente libres de vegetación arbórea.
	5	Sistema de tierras	Consiste en hincar a golpes unas varillas Copperweld de 16 mm de diámetro por tres metros de longitud en forma vertical, en las inmediaciones de las estructuras que indique el proyecto y conectar dichas varillas al cable de bajada mediante alambre de cobre No. 2 utilizando los conectores apropiados.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	Operación de la línea de subtransmisión	Esta etapa iniciará desde el momento en que LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol sea energizada y dada de alta en el Sistema Eléctrico Nacional. Su única función será la de transmitir y distribuir el flujo eléctrico, con una potencia de 69 kV, desde la SE Cerritos Colorados hasta el entronque de la LT Guadalajara I - El Sol, en forma permanente y continua. Este constante flujo eléctrico sólo se vería interrumpido cuando las actividades de mantenimiento de las obras así lo requieran o por algún accidente fortuito.
	2	Mantenimiento de la LST ❖ Control de maleza en la base de las torres ❖ Poda anual de la brecha de maniobras ❖ Sustitución de elementos de las estructuras ❖ Sustitución de cables	Mantenimiento preventivo. Consiste evitar las interrupciones de la transmisión del fluido eléctrico por las líneas, mediante inspecciones programadas. 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. Mantenimiento predictivo. 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. El control de malezas consiste en el chaponeo en las áreas de las bases de las torres y ocasionalmente en los costados de los postes troncocónicos. Esta actividad se realizará cada 2 ó 3 años, dependiendo de las condiciones naturales. Así mismo, anualmente se realizará la poda de las ramas de los árboles que se desarrollen dentro de la brecha de maniobras e interfieran con la operación de la línea.

V.2.2. Definición de los factores y componentes ambientales

De acuerdo con la metodología propuesta, en la Tabla V.3 se presentan los factores y componentes ambientales que pueden verse afectados por la ejecución del proyecto. En función de la relevancia del componente ambiental afectado, en el Capítulo VII se proponen algunos indicadores ambientales, los cuales serán monitoreados durante la construcción y operación del proyecto.

Los requisitos para la identificación y definición de los factores y componentes 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,* preferentemente que sean medibles de manera directa o indirectamente.

De acuerdo con la metodología propuesta, en la Tabla V.3 se presentan los factores y componentes ambientales que pueden verse afectados por la ejecución del proyecto.

Tabla V.3
Factores y componentes ambientales y sociales susceptibles de afectarse por las actividades del proyecto

FACTOR		COMPONENTE	DEFINICIÓN
AIRE	1	Calidad del aire	Composición del aire en el área de estudio del proyecto.
	2	Microclima	Condiciones de temperatura (ºC), precipitación (mm), evaporación (mm) y humedad relativa (%) en el área de estudio del proyecto.
	3	Nivel sonoro	Niveles de ruido en dB y su comparación con respecto a la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.
SUELO	4	Características físicas	Elementos que caracterizan físicamente a los suelos como el caso de textura, porosidad, compactación, permeabilidad, etc.
	5	Características químicas	Elementos que componen químicamente a los suelos como el caso del contenido de sales, iones solubles, cationes intercambiables, materia orgánica, etc.
	6	Erosión	Pérdida de suelo por la remoción del suelo superficial, modificación de su estructura, reducción de materia orgánica.
HIDROLOGÍA SUPERFICAL	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 da por parte de las localidades o asentamientos humanos 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 da por parte de las poblaciones humanas a las corrientes o cuerpos de agua subterráneas.
VEGETACIÓN	13	Cobertura vegetal	Superficie que cubren las comunidades vegetales en el área de estudio del proyecto.
	14	Diversidad de especies	Índice medido en función al número de especies presentes en un ecosistema y la abundancia de las mismas.
	15	Especies listadas en NOM-059-SEMARNAT-2001	Organismos vegetales listados en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
	16	Especies en riesgo MER	Organismos vegetales identificados en riesgo en función del Método para la Evaluación de Riesgo.

Tabla V.3 Factores y componentes ambientales y sociales susceptibles de afectarse por las actividades del proyecto			
FAUNA	17	Abundancia de especies	Cantidad de organismos por especies de fauna en el área de estudio.
	18	Riqueza de especies	Variedad de organismos por especies de fauna en el área de estudio.
	19	Pérdida de hábitat	Pérdida o modificación del lugar de residencia de las especies de fauna.
	20	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001	Organismos faunísticos listados en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
PERCEPTUAL	21	Calidad visual intrínseca	Atractivo visual derivado de las características propias del paisaje.
	22	Fragilidad visual	Susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una obra o actividad.
SOCIOECONÓMICO	23	Economía local (generación de empleo directo e indirecto)	Ocupación remunerada de los individuos de las poblaciones locales durante el desarrollo del proyecto.
	24	Demanda de servicios	Existencias actuales de vivienda, alimentación, transporte, salud, etc.
	25	Servicios básicos (demanda de energía)	Requerimientos de energía eléctrica por los diversos usuarios.
	26	Uso del suelo	Modificación de los usos productivos o naturales actuales del suelo.
	27	Percepción social del proyecto	Aceptación por parte de los individuos que directa o indirectamente se vean influenciados por el desarrollo del proyecto.

V.2.3. Identificación de interacciones de impacto ambiental

Para identificar los impactos, se elaboró una matriz de interacciones tipo Leopold, entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales (Tablas V.5 y V.6), ordenándose sobre las columnas las actividades y/o aspectos del proyecto que se listaron en las Tablas V.1 y V.2, y sobre las filas se incluyeron los componentes de los factores ambientales susceptibles de afectación por la ejecución del proyecto, listados en al Tabla V.3. 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.

V.2.4. Definición de las interacciones identificadas

De acuerdo con la matriz (Tablas V.5 y V.6) se identificaron un total de 194 interacciones de impacto ambiental, de los cuales, 114 corresponden a la instalación de la unidad de generación y 80 a la construcción línea de subtransmisión.

De los impactos identificados para la unidad de generación de 25 MW, 58 corresponden a impactos negativos. Las etapas con mayor número de interacciones identificadas fueron las de **Preparación del sitio** y **Construcción** (ambas con 32 interacciones); seguida por la etapa de **Abandono el sitio** (con 22 interacciones) **Perforación** y **Operación y mantenimiento** (12 interacciones ambas etapas). Asimismo, el medio que presentó la mayor cantidad de interacciones es el Socioeconómico, con 48 de ellas; la mayoría positivas.

Para el caso de la línea de subtransmisión, del total de los impactos identificados, 33 corresponden a impactos negativos. La etapa que mayor número de interacciones se identificaron fue la de **Abandono del sitio** (con 26 interacciones); seguida por las etapas de **Preparación del sitio** y **Construcción** (ambas con 20 interacciones) y **Operación y mantenimiento** (con 14 interacciones). Asimismo, el medio que presentó la mayor cantidad de interacciones es el Socioeconómico, con 38 de ellas; la mayoría positivas.

Para evaluar con mayor objetividad las interacciones identificadas en la matriz, en las Tablas V.7 y V.8 se presenta la definición de cada una de las ellas.

Comisión Federal de Electricidad

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Tabla V.4
Matriz de interacciones de impacto ambiental

EXPLORACIÓN DEL CAMPO GEOTÉRMICO CERRITOS COLORADOS (1980-1989)

Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	PREPARACIÓN DEL SITIO: Desmonte y despalme por la apertura de caminos de acceso y plataformas	PREPARACIÓN DEL SITIO: Compactación y nivelación de caminos de acceso y plataformas	PREPARACIÓN DEL SITIO: Cortes y rellenos por apertura de caminos de acceso y plataformas	CONSTRUCCIÓN: Construcción de caminos de acceso	CONSTRUCCIÓN: Construcción de plataformas y presas de lodos	CONSTRUCCIÓN: Construcción de cárcamos y estánques de concreto	CONSTRUCCIÓN: Instalación de almacenes y campamento	PERFORACIÓN: Instalación de equipo de perforación	PERFORACIÓN: Perforación de pozos geotérmicos	PERFORACIÓN: Equipamiento de pozos geotérmicos	EXPLORACIÓN DEL YACIMIENTO: Instalación de equipo superficial	EXPLORACIÓN DEL YACIMIENTO: Tendido de tubería de inyección	EXPLORACIÓN DEL YACIMIENTO: Acondicionamiento de la presa de lodos	EXPLORACIÓN DEL YACIMIENTO: Descarga de aguas residuales	EXPLORACIÓN DEL YACIMIENTO: Generación de ruido	EXPLORACIÓN DEL YACIMIENTO: Emisiones a la atmósfera (vapor y H2S)	EXPLORACIÓN DEL YACIMIENTO: Generación de residuos sólidos	RESTUARACIÓN (1990-2007): Acondicionamiento de caminos y plataformas para la restauración	RESTUARACIÓN (1990-2007): Reforestación, pastización	RESTUARACIÓN (1990-2007): Obras de drenaje (cunetas, lavaderos, cajas desarenadoras, bordillos, asfaltado)	RESTUARACIÓN (1990-2007): Obras mecánicas (presas para retención de azolves)	RESTUARACIÓN (1990-2007): Mantenimiento de la reforestación, de obras y pozos geotérmicos
FÍSICO	Aire	Calidad del aire																						
		Microclima																						
		Confort sonoro																						
	Suelo	Características físicas	R	R	R	R	R																	
		Características químicas																						
		Estabilidad edafológica																						
	Hidrología superficial	Calidad del agua																						
		Patrón de drenaje																						
		Aprovechamientos de agua																						
	Hidrología subterránea	Calidad del agua																						
		Recarga del acuífero																						
		Aprovechamientos de agua																						
BIÓTICO	Vegetación	Cobertura vegetal	R	R																				
		Diversidad en el sitio (ZAE)																						
		Especies identificadas en riesgo MER																						
		Especies listadas en la NOM-059																						
	Fauna	Abundancia en el sitio (ZAE)																						
		Riqueza en el sitio (ZAE)																						
		Disponibilidad de hábitats																						
		Especies listadas en la NOM-059																						
PERCEP-TUAL	Paisaje	Calidad visual intrínseca	R	R		R	R																	
		Fragilidad visual																						
SOCIOECONÓMICO		Economía local (empleo)																						
		Demanda de servicios																						
		Uso de suelo																						
		Percepción social				R	R																	

Interacción negativa Interacción positiva R= Impacto residual

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Comisión Federal de Electricidad

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Tabla V.5
Matriz de interacciones de impacto ambiental

PROYECTO CERRITOS COLORADOS –PRIMERA ETAPA –
Unidad de Generación 25 MW

Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	Desmonte y despalme	Excavación, compactación y nivelación	Cortes y rellenos	Uso de maquinaria y equipo	Construcción Unidad 25 MW	Construcción torre de enfriamiento	Construcción subestación elevadora	Instalación de equipo superficial	Construcción de vaporductos	Tendido de tubería de inyección	Instalacción de planta de tratamiento	Uso de maquinaria y equipo	Modificación camino de acceso	Impermeabilización presa de lodos	Instalación de equipo de perforación	Perforación de pozos geotérmicos	Rehabilitación de pozos existentes	Emisiones a la atmósfera	Generación de aguas residuales	Generación de ruido	Generación de residuos sólidos	Generación de energía	Generación de residuos sólidos	Sustitución de equipos	Desmantelamiento Unidad 25 MW	Retiro equipos, tubería y materiales	Acondicionamiento de plataforma	Rerestauración y mantenimiento	Uso de maquinaria y equipo	Interacciones por componente ambiental	Interacciones por factor ambiental
			Preparación del sitio				Construcción									Perforación				Operación y Mtto. – Operación					Operación y Mtto. – Mtto.		Abandono del sitio							
FÍSICO	Aire	Calidad del aire	■		■	■								■				■	■	■											■	8	13
		Microclima																		■												1	
		Confort sonoro				■								■								■									■	4	
	Suelo	Características físicas	■	■	■						■																		■	■		6	12
		Características químicas				■															■											2	
		Estabilidad edafológica	■	■	■																									■		4	
	Hidrología superficial	Calidad del agua																														0	2
		Patrón de drenaje	■		■																											2	
		Aprovechamientos de agua																														0	
	Hidrología subterránea	Calidad del agua																														0	4
		Recarga del acuífero	■	■																										■	■	4	
		Aprovechamientos de agua																														0	
BIÓTICO	Vegetación	Cobertura vegetal	■		■						■	■																		■		5	5
		Diversidad en el sitio (ZAE)																														0	
		Especies identificadas en riesgo MER																														0	
		Especies listadas en la NOM-059																														0	
	Fauna	Abundancia en el sitio (ZAE)				■								■				■				■								■		5	12
		Riqueza en el sitio (ZAE)				■								■				■				■								■		5	
		Disponibilidad de hábitats																												■		1	
		Especies listadas en la NOM-059																												■		1	
PERCEP-TUAL	Paisaje	Calidad visual intrínseca	■			■	■	■	■		■						■			■										■		9	18
		Fragilidad visual	■			■	■	■	■		■						■			■										■		9	
SOCIOECONÓMICO		Economía local (empleo)	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■							■	■	■	■	■		20	48
		Demanda de servicios	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■								■	■	■	■		20	
		Servicios básicos (demanda de energía)																						■								1	
		Uso de suelo	■								■																					2	
		Percepción social	■		■															■		■		■								5	

■ Interacción negativa ■ Interacción positiva

Comisión Federal de Electricidad

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Tabla V.6
Matriz de interacciones de impacto ambiental

PROYECTO CERRITOS COLORADOS
–PRIMERA ETAPA–
LST Cerritos Colorados Entq.Guadalajara I-El Sol

Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	Preparación del sitio: Levantamiento topográfico	Preparación del sitio: Estudio geotécnico	Preparación del sitio: Actividades en el derecho de vía	Preparación del sitio: Uso de maquinaria y equipo	Construcción: Excavación cepas y cimentación	Construcción: Hincado y armado de estructuras	Construcción: Vestido de estructuras	Construcción: Tendido y tensado de cables	Construcción: Sistema de tierras	Construcción: Uso de maquinaria y equipo	Operación y mantenimiento: Operación de la LST	Operación y mantenimiento: Control malezas en derecho vía	Operación y mantenimiento: Poda anual brecha de maniobras	Operación y mantenimiento: Sustitución de elementos en estructuras	Operación y mantenimiento: Sustitución de cables	Operación y mantenimiento: Uso de maquinaria y equipo	Abandono del sitio: Desmantelamiento de la LST	Abandono del sitio: Retiro de cables y estructuras	Abandono del sitio: Acondicionamiento de los sitios	Abandono del sitio: Rehabilitación y mantenimiento	Abandono del sitio: Uso de maquinaria y equipo	Interacciones por componente ambiental	Interacciones por factor ambiental
FÍSICO	Aire	Calidad del aire				−	−					−						−			−		−	6	10
		Microclima																						0	
		Confort sonoro				−						−						−						4	
	Suelo	Características físicas		−	−		−															+		4	9
		Características químicas				−						−						−					−	4	
		Estabilidad edafológica			−																			1	
	Hidrología superficial	Calidad del agua																						0	0
		Patrón de drenaje																						0	
		Aprovechamientos de agua																						0	
	Hidrología subterránea	Calidad del agua																						0	2
		Recarga del acuífero			−																	+		2	
		Aprovechamientos de agua																						0	
BIÓ-TICO	Vegetación	Cobertura vegetal			−																	+		2	2
		Diversidad en el sitio																						0	
		Especies identificadas en riesgo MER																						0	
		Especies listadas en la NOM-059																						0	
	Fauna	Abundancia en el sitio				−						−						−				+	−	5	7
		Riqueza en el sitio																						0	
		Disponibilidad de hábitats			−																	+		2	
		Especies listadas en la NOM-059																						0	
PERCEP-TUAL	Paisaje	Calidad visual intrínseca			−			−		−									+	+		+		6	12
		Fragilidad visual			−			−		−									+	+		+		6	
SOCIOECONÓMICO		Economía local (empleo)	+	+	+		+	+	+	+	+			+	+	+	+		+	+	+	+		16	38
		Demanda de servicios	+	+	+		+	+	+	+	+			+	+	+	+		+	+	+	+		16	
		Servicios básicos (demanda de energía)											+											1	
		Uso de suelo (cambio)			−																	+		2	
		Percepción social			−								+									+		3	

ACTIVIDADES Y/O ASPECTOS DEL PROYECTO

− Interacción negativa + Interacción positiva

Tabla V.7
Definición de las interacciones identificadas en la Tabla V.5 (Unidad de Generación 25 MW)

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
AIRE	Calidad del aire	Desmonte y despalme; cortes y relleno; y modificación del camino de acceso.	Estas actividades producirán levantamiento de polvo durante la etapa de preparación del sitio y la etapa de construcción.
		Uso de maquinaria y equipo	El uso de la maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio generará emisiones a la atmósfera como consecuencia de la combustión interna de sus motores.
		Perforación de pozos geotérmicos; e intervención y rehabilitación de pozos existentes	Estas actividades generarán emisiones a la atmósfera como producto de la combustión de los equipos y planta de generación de energía.
		Emisiones a la atmósfera (gases incondensables)	Las emisiones a la atmósfera de H_2S y CO_2, entre otros gases incondensables, modificarán la calidad del aire en la región.
	Microclima	Emisiones a la atmósfera	Con el aprovechamiento del recurso geotérmico y la operación de la central geotermoeléctrica se libera continuamente energía en forma de calor, así como vapor de agua (humedad).
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	El uso de la maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio incrementará los niveles sonoros localmente.
		Perforación de pozos geotérmicos	El equipo utilizado en las actividades de perforación incrementan los niveles de ruido.
		Generación de ruido	El funcionamiento de la central producirán ruido, aunque muy puntualmente.
SUELO	Características físicas	Desmonte y despalme; excavación, compactación y nivelación; cortes y relleno; y construcción de vaporductos	Por el movimiento de tierras que representan estas actividades en la preparación del sitio y construcción, se repercutirá en las características físicas del suelo.
		Acondicionamiento de áreas ocupadas	Como consecuencia del acondicionamiento de áreas ocupadas por el proyecto en la etapa de abandono del sitio, se estima que se repercutirá en las características físicas al rehabilitar dichas áreas a los usos originales o lo que correspondan al momento de terminar la útil del proyecto.
	Características químicas	Uso de maquinaria y equipo; y generación de aguas residuales	Como consecuencia de un posible derrame de combustible por el inadecuado mantenimiento del equipo y maquinaria que se utilice durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se podría tener una afectación hacia las características químicas del suelo. Asimismo, un manejo inadecuado de las aguas residuales durante la operación y mantenimiento podrían incidir sobre el componente ambiental.
	Estabilidad Edafológica	Desmonte y despalme; excavación, compactación y nivelación; cortes y rellenos.	Estas actividades conllevan a la pérdida de la cobertura vegetal y al movimiento de tierras, actividades que podrían acelerar el proceso de la erosión, si no se realizan las medidas adecuadas para su control.
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Patrón de drenaje	Desmonte y despalme; Excavación, compactación y nivelación; Acondicionamiento de áreas ocupadas	Por las actividades de desmonte y despalme, y excavación, compactación y nivelación en las etapas de preparación del sitio se removerá la vegetación cuando sea necesario, lo que repercute en la dirección local que se presenta en el drenaje. Este efecto se podría revertir como consecuencia del acondicionamiento de las áreas en la etapa de abandono del sitio.

Tabla V.7
Definición de las interacciones identificadas en la Tabla V.5 (Unidad de Generación 25 MW)

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	Recarga del acuífero	Desmonte y despalme; y acondicionamiento de las áreas ocupadas	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. Este efecto se podría revertir como consecuencia del acondicionamiento de las áreas en la etapa de abandono del sitio.
VEGETA-CIÓN	Cobertura vegetal	Desmonte y despalme; cortes y rellenos; construcción de vaporductos; tendido de tubería de inyección; y restauración y mantenimiento	Las actividades que se identificaron como impactantes en la preparación del sitio y construcción incidirán en la cobertura de la vegetación, ya que para su desarrollo se requiere de remoción de la vegetación. Este efecto se podría revertir como consecuencia de las acciones de restauración y mantenimiento que se contemplan en la etapa de abandono del sitio.
FAUNA	Abundancia y riqueza	Uso de equipo y maquinaria, perforación de pozos geotérmicos; y restauración y mantenimiento	El equipo y maquinaria que se utilizarían para el desarrollo de las diversas actividades en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, así como equipo de perforación de pozos, producirán ruido con lo cual los organismos se verán afectados en su distribución, abundancia y riqueza espacio-temporal. Esta situación se estima se podría revertir con las acciones de restauración y mantenimiento que se contemplan en la etapa de abandono del sitio.
	Disponibilidad de hábitat; especies listadas en la NOM-059	Desmonte y despalme; cortes y rellenos; y restauración y mantenimiento	Como consecuencia de la remoción de vegetación que se requiere para el desarrollo de algunas actividades en la preparación del sitio, se repercute en la disponibilidad del hábitat para la fauna. Con las acciones de restauración y mantenimiento que se contempla realizar en la etapa de abandono, se potencia la creación de lugares de residencia de la fauna en general, incluyendo aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
PERCEPTUAL	Calidad visual intrínseca; y fragilidad visual	Construcción de unidad de 25 MW y demás instalaciones (torre de enfriamiento; subestación elevada); construcción de vaporductos; instalación del equipo de perforación; emisiones a la atmósfera; desmantelamiento de la unidad de 25 MW; y retiro de equipos, tubería y materiales	Las actividades que se identificaron como impactantes en la construcción y perforación se consideran elementos ajenos al sistema ambiental en que se llevará a cabo el proyecto, por lo que dichos elementos causarían un impacto perceptual durante la vida útil del proyecto. Esta misma situación se presentaría por los gases incondensables y vapor de agua que se emiten a la atmósfera durante la operación del proyecto. La situación anterior se podría revertir por el retiro de dichos elementos ajenos al término de la vida útil del proyecto (desmantelamiento de la unidad de 25 MW y de retiro de equipos, tubería y materiales).
SOCIO-ECONÓMICO	Economía local; demanda de servicios	Todas las actividades de las etapas del proyecto, excepto las que se refieren a las emisiones a la atmósfera y generación de residuos y ruido durante la operación del proyecto.	Todas las actividades que se requieren para ejecutar el proyecto en general (etapas de preparación del sitio, construcción y perforación), así como para las actividades en la etapa de abandono del sitio, requieren de mano de obra calificada y no calificada, por lo que se tendría un impacto positivo local y directo por la contratación de obreros en las localidades cercanas al proyecto; esta situación conlleva a que el sector servicios también se ve beneficiado.
	Demanda de servicios	Generación de energía	Por la generación de energía, objetivo principal de este proyecto, se beneficiarán el sector vivienda e industrial, principalmente de la zona metropolitana de Guadalajara, lugar al que principalmente se dirigirá la producción de energía que se genere por el proyecto.

Tabla V.7
Definición de las interacciones identificadas en la Tabla V.5 (Unidad de Generación 25 MW)

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
	Uso del suelo	Desmonte y despalme; construcción de vaporductos; y restauración y mantenimiento	Como consecuencia del desarrollo de las actividades se requiere de un cambio de uso de suelo, por lo que la utilidad que presenta actualmente el suelo se desplaza por una actividad de infraestructura eléctrica; éste efecto se estima revertir por la actividad de restauración de los usos originales o los que prevalezcan en el momento del término de la vida útil del proyecto.
	Percepción social	Desmonte y despalme; cortes y rellenos; emisiones a la atmósfera; generación de ruido; generación de energía; y restauración y mantenimiento	Se estima que como consecuencia de las actividades que representan un impacto visual y auditivo, la comunidad permanente, temporal u ocasional podría tener una percepción negativa o positiva del proyecto, en especial de las actividades identificadas como perceptivas de la población.

Tabla V.8
Definición de las interacciones identificadas en la Tabla V.6 (LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol)

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
AIRE	Calidad del aire	Excavación de cepas y cimentación, acondicionamiento de los sitios durante el abandono.	Estas actividades producirán levantamiento de polvo durante la etapa de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio.
		Uso de maquinaria y equipo	El uso de la maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio generará emisiones a la atmósfera como consecuencia de la combustión.
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	El uso de la maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio incrementará los niveles sonoros localmente.
SUELO	Características físicas	Estudio geotécnico; acondicionamiento del derecho de vía; excavación de cepas y cimentaciones	Por el movimiento de tierras que representan estas actividades en la preparación del sitio y construcción, se repercutirá en las características físicas del suelo.
		Acondicionamiento de áreas ocupadas	Como consecuencia del acondicionamiento de áreas ocupadas por el proyecto en la etapa de abandono del sitio, se prevé una repercusión favorable en las características físicas al rehabilitar dichas áreas a los usos originales o lo que correspondan al momento de terminar la útil del proyecto
SUELO	Características químicas	Uso de maquinaria y equipo; y generación de aguas residuales	Como consecuencia de un posible derrame de combustible por el inadecuado mantenimiento del equipo y maquinaria que se utilice durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono; se podría tener un efecto hacia las características químicas del suelo.
	Estabilidad Edafológica	Actividades en el derecho de vía	Se requiere de eliminar la vegetación en el sitio de cada estructura y de movimiento de tierras temporalmente durante la preparación del sitio y obra civil, lo que expone al intemperismo el suelo y por ende, se podría presentar erosión.

Tabla V.8
Definición de las interacciones identificadas en la Tabla V.6 (LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol)

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	Recarga del acuífero	Actividades en el derecho de vía	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. Este efecto se podría revertir como consecuencia del acondicionamiento de las áreas en la etapa de abandono del sitio.
		Rehabilitación y mantenimiento	Durante el abandono del sitio, se rehabilitarán los sitios que habrá ocupado el proyecto y se proporcionará mantenimiento a estos trabajos, por lo que se prevé un impacto positivo, para que se sigan generando los servicios ambientales modificados.
VEGETA-CIÓN	Cobertura vegetal	Actividades en el derecho de vía	Esta actividad durante la preparación del sitio requiere de desmonte permanente en la base de las estructuras, aunque la superficie será mínima.
		Rehabilitación y mantenimiento	Durante el abandono del sitio, se rehabilitarán los sitios que habrá ocupado el proyecto, incluyendo reforestaciones, por lo que se prevé un impacto positivo, para que se sigan generando los servicios ambientales modificados.
FAUNA	Abundancia; y Riqueza	Uso de equipo y maquinaria	El equipo y maquinaria que se utilizarían para el desarrollo de las diversas actividades en todas las etapas de la obra, producirán ruido con lo cual los organismos se verán afectados en su distribución y abundancia espacio-temporal. Esta situación se estima se podría revertir una vez terminadas las actividades de construcción y con las acciones de restauración y mantenimiento que se contemplan en la etapa de abandono del sitio.
	Disponibilidad de hábitat; especies listadas en la NOM-059	Actividades en el derecho de vía	Como consecuencia de la remoción de vegetación que se requiere para el desarrollo de algunas actividades en la preparación del sitio, se repercute en la disponibilidad del hábitat. Con las acciones de restauración y mantenimiento que se contempla realizar en la etapa de abandono, se potencia la creación de lugares de residencia de la fauna en general, incluyendo aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
PERCEPTUAL	Calidad visual intrínseca; y fragilidad visual	Actividades en el derecho de vía, hincado y armado de estructuras, tendido y tensionado del cable	La presencia humana, de maquinaria y equipo afectará la percepción natural y belleza escénica de los sitios donde se esté construyendo.
		Desmantelamiento, retiro de cables y estructuras, rehabilitación y mantenimiento	La situación anterior se podría revertir por el retiro de dichos elementos ajenos al entorno natural al término de la vida útil del proyecto.
SOCIO-ECONÓMICO	Economía local, Demanda de servicios	Todas las actividades, excepto la utilización de equipo y maquinaria y operación de la línea.	Todas las actividades que se requieren para ejecutar el proyecto en general, requieren de mano de obra calificada y no calificada, por lo que se tendría un impacto positivo local y directo por la contratación de obreros en las localidades cercanas al proyecto; esta situación conlleva a que el sector servicios también se ve beneficiado.
	Servicios básicos	Durante la operación de la línea	Por la transmisión de la energía generada, objetivo principal de este proyecto, se beneficiarán el sector vivienda e industrial, principalmente de la zona metropolitana de Guadalajara, lugar al que principalmente se dirigirá la producción de energía que se genere por el proyecto.

Tabla V.8
Definición de las interacciones identificadas en la Tabla V.6 (LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol)

Factor-Componente		Actividad o aspecto del proyecto	Definición
SOCIO-ECONÓMICO	Uso del suelo	Actividades en el derecho de vía, rehabilitación y mantenimiento	Como consecuencia del desarrollo de las actividades se requiere de un cambio de uso de suelo, por lo que la utilidad que presenta actualmente el suelo se desplaza por una actividad de infraestructura eléctrica; éste efecto se estima revertir por la actividad de restauración de los usos originales o los que prevalezcan en el momento del término de la vida útil del proyecto.
	Percepción social	Actividades en el derecho de vía, rehabilitación y mantenimiento	Son actividades que pueden representar un impacto visual y por lo tanto generar una opinión desfavorable para la obra, sin embargo esta perspectiva puede cambiar cuando opere el proyecto y más aún, cuando se desmantele la infraestructura y se rehabilite el sitio.

Como se puede observar en la Tabla V.4, las actividades que se realizaron en la zona geotérmica Cerritos Colorados durante la década de los 80's, como lo son la apertura de caminos de acceso, la construcción de plataformas y presas de lodos, con la consecuente pérdida de cobertura vegetal, son los impactos residuales que se tuvieron en la etapa exploratoria del campo geotérmico, mismas que serían aprovechadas para el desarrollo del presente proyecto.

V.2.5. Evaluación de las interacciones identificadas

La evaluación consiste en calificar cada interacción mediante la aplicación de un conjunto de once criterios catalogados como básicos, complementarios y calificadores (Bojórquez Tapia, 1989; Duinker y Beanlands, 1986), los cuales son referidos en la Tabla V.9. 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. Los criterios calificadores información y estándares, se evaluaron como presente o ausente, mientras que la certeza y la confianza como baja o alta.

Tabla V.9
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
CALIFICADORES		
Información		Cantidad y calidad de los datos que soportan la predicción
Certeza		Probabilidad de ocurrencia
Confianza		Certidumbre y/o incertidumbre con respecto a la predicción del impacto
Estándares		Regulaciones ambientales (leyes, reglamentos, normas, etc.)

Escala ordinal utilizada para evaluar cada uno de los criterios

VALOR	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	VALOR	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
0	Nulo	5	Moderado
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

Los parámetros y escalas utilizados para asignarle valor a cada criterio de la interacción identificada se definen en la Tabla V.10.

Es importante aclarar que la valoración depende en gran medida del criterio de los especialistas en cada una de los factores y componentes del sistema ambiental del proyecto.

Tabla V.10
Parámetros y escalas de evaluación utilizada para cada criterio

CRITERIOS		PARÁMETROS y ESCALAS 1 – 3	4 – 6	7 – 9
Magnitud (M)		**Baja**, cuando la afectación cubre menos del 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 del 10% al 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 del 50% de los recursos existentes; o ésta rebasa los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa ambiental.
Extensión (E)	**PG**	**Puntual**, afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta una distancia de 50 m.	**Local**, si el efecto ocurre a una distancia entre los 50 m y los límites del campo geotérmico (ZAE).	**Regional**, el efecto se manifiesta fuera del campo geotérmico (ZAE), hasta una distancia aprox. de 15 km.
	LST	**Puntual**, Si la afectación ocurre dentro del derecho de vía	**Local**, Si la afectación ocurre hasta 1 km con respecto al eje principal del derecho de vía	**Regional**, Si la afectación ocurre mas allá de 1 km con respecto al eje principal del derecho de vía
Duración (D)		**Corta**, cuando el efecto de la interacción dura menos de 1 año.	**Mediana**, el efecto de la interacción dura de 1 a 3 años.	**Larga**, el efecto de la interacción dura más de tres años.
		0 – 3	**4 – 6**	**7 – 9**
Sinergia (S)		**Nula** a **mínima**, cuando una acción actuando sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	**Moderada**, cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental poco relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	**Alta**, cuando una acción actuando 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 (<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 del 20 al 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 al 60% con respecto a la magnitud de los existentes o incluso los rebasan.
Controversia (C)		**Nula** a **Mínima**, no hay controversia o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	**Moderada**, existe controversia, las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad.	**Alta**, existe mucha controversia con el 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 un 30% del impacto ambiental identificado.	**Media**, existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	**Alta** a **Muy alta**, las medidas de mitigación aplicadas reducen del 60 al 100% el impacto ambiental identificado.

Información	Se refiere a la cantidad y calidad de datos que soportan la predicción
Certeza	Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental
Confianza	Se refiere a la certidumbre o incertidumbre con respecto a la predicción del impacto
Estándares	Se refiere a la diferencia con respecto a una norma o criterio ambiental existente para la acción

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 V.11.

Tabla V.11
Ecuaciones aplicadas para la evaluación y significancia de los impactos

ÍNDICES OBTENIDOS	FÓRMULA APLICADA
Criterios básicos	$MED_{ij} = \frac{1}{27}\left(M_{ij} + E_{ij} + D_{ij} \right)$
Criterios complementarios	$SAC_{ij} = \frac{1}{27}\left(S_{ij} + A_{ij} + C_{ij} \right)$
Significancia parcial	$I_{ij} = \left(MED_{ij} \right)^{\left(1 - SAC_{ij}\right)}$
Significancia final, considerando las medidas de mitigación	$S_{ij} = I_{ij} * \left[1 - \frac{1}{9}\left(T_{ij} \right) \right]$

Donde:

$\boldsymbol{M}_{ij}$ = Magnitud; $\boldsymbol{E}_{ij}$ = Extensión espacial; $\boldsymbol{D}_{ij}$ = Duración;
$\boldsymbol{S}_{ij}$ = Efectos sinérgicos; $\boldsymbol{A}_{ij}$ = Efectos acumulativos; $\boldsymbol{C}_{ij}$ = Controversia;

$\boldsymbol{I}_{ij}$ = Importancia o significancia parcial del impacto;
$\boldsymbol{S}_{ij}$ = Significancia final del impacto; y,
$\boldsymbol{T}_{ij=}$ Medida de mitigación.

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 dos características principales, la magnitud del impacto y la importancia del factor o componente afectado.

En las Tablas V.12 y V.13 se presenta la evaluación realizada para cada una de las interacciones identificadas, separadas éstas por obra (unidad de generación y línea de subtransmisión) y por etapa.

Para la evaluación de las emisiones a la atmósfera de gases incondensables, se utilizaron los resultados del modelo de simulación de dispersión de contaminantes en el aire (ISC3) utilizado para el estudio de dispersión del H_2S (ácido sulfhídrico) en el campo geotérmico Cerritos Colorados (Anexo II-6).

Tabla V.12
Evaluación de las interacciones identificadas para la instalación de la Unidad de Generación (25 MW)

Factor ambiental	Componente ambiental	Actividad impactante	Criterios básicos			Criterios complementarios				Criterios calificadores				Índice Básico	Índice Comple-mentario	Índice de Impacto	Significancia	
			M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MEDij	SACij	IIij	Sij	Clase de Sij
Etapa: Preparación del Sitio																		
Aire	Calidad del aire	Desmonte y despalme	4	3	1	0	3	0	4	S	S	S	S	0.296	0.111	0.339	0.188	NS
		Cortes y rellenos	4	3	1	0	2	0	4	S	S	S	S	0.296	0.074	0.324	0.180	NS
		Uso de maquinaria y equipo	3	5	4	0	3	0	4	S	S	S	S	0.444	0.111	0.486	0.270	PS
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	4	5	4	0	3	0	4	S	S	S	S	0.481	0.111	0.522	0.290	PS
Suelo	Características físicas	Desmonte y despalme	2	3	4	0	3	0	2	S	S	S	N	0.333	0.111	0.377	0.293	PS
		Excavación, compactación y nivelación	2	3	4	0	1	0	1	S	S	S	N	0.333	0.037	0.347	0.309	PS
		Cortes y rellenos	2	3	4	0	2	0	3	S	S	S	N	0.333	0.074	0.362	0.241	NS
	Caract. químicas	Uso de maquinaria y equipo	1	2	4	0	3	0	7	S	N	N	S	0.259	0.111	0.301	0.067	NS
	Estabilidad edafológica	Desmonte y despalme	4	2	4	0	3	0	3	S	S	S	S	0.370	0.111	0.414	0.276	PS
		Excavación, compactación y nivelación	2	3	4	0	1	0	3	S	S	S	N	0.333	0.037	0.347	0.231	NS
		Cortes y rellenos	2	3	4	0	2	0	2	S	S	S	N	0.333	0.074	0.362	0.281	PS
Hidrología superficial	Patrón de drenaje	Desmonte y despalme	3	3	4	0	3	0	5	S	S	S	S	0.370	0.111	0.414	0.184	NS
		Cortes y rellenos	1	2	2	0	2	0	7	S	S	S	N	0.185	0.074	0.210	0.047	NS
Hidrología subterránea	Recarga del acuífero	Desmonte y despalme	1	2	2	0	3	0	7	S	S	S	N	0.185	0.111	0.223	0.050	NS
		Excavación, compactación y nivelación	1	2	2	0	3	0	7	S	S	S	N	0.185	0.111	0.223	0.050	NS
Vegetación	Cobertura vegetal	Desmonte y despalme	1	2	9	0	3	5	3	S	S	S	N	0.444	0.296	0.565	0.377	PS
		Cortes y rellenos	1	2	9	0	3	5	3	S	S	S	S	0.444	0.296	0.565	0.377	PS
Fauna	Abundancia en el sitio (ZAE)	Uso de maquinaria y equipo	1	2	4	0	3	0	1	N	N	S	N	0.259	0.111	0.301	0.268	PS
	Riqueza en el sitio	Uso de maquinaria y equipo	1	2	2	0	3	0	1	N	N	S	N	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
Paisaje	Calidad visual	Desmonte y despalme, uso de maquinaria y equipos	2	4	4	0	3	3	5	S	S	S	N	0.296	0.222	0.388	0.205	NS
Socioeconó-mico	Uso del suelo	Desmonte y despalme	4	2	4	0	3	3	1	S	S	S	N	0.370	0.222	0.462	0.411	PS
	Percepción social	Desmonte y despalme	4	3	4	0	3	5	2	N	N	S	N	0.407	0.296	0.532	0.413	PS
		Cortes y rellenos	4	3	4	0	3	5	2	N	N	S	N	0.407	0.296	0.532	0.413	PS
Etapa: Construcción																		
Aire	Calidad del aire	Uso de maquinaria y equipo	3	5	4	0	3	0	4	S	S	S	S	0.444	0.111	0.486	0.270	PS
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	4	5	4	0	3	0	4	S	S	S	S	0.481	0.111	0.522	0.290	PS

Tabla V.12
Evaluación de las interacciones identificadas para la instalación de la Unidad de Generación (25 MW)

Factor ambiental	Componente ambiental	Actividad impactante	Criterios básicos			Criterios complementarios				Criterios calificadores				Índice Básico	Índice Comple-mentario	Índice de Impacto	Significancia	
			M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MEDij	SACij	IIij	Sij	Clase de Sij
Suelo	Caract. físicas	Construcción de vaporductos	1	2	3	0	3	0	1	S	S	S	N	0.222	0.111	0.263	0.233	NS
Vegetación	Cobertura vegetal	Construcción de vaporductos	1	2	3	0	3	0	2	S	S	S	S	0.222	0.111	0.263	0.204	NS
		Tendido tubería de inyección	1	2	3	0	2	0	7	S	S	S	S	0.222	0.074	0.248	0.055	NS
Fauna	Abundancia en el sitio (ZAE)	Uso de maquinaria y equipo	1	2	4	0	3	0	1	N	N	S	N	0.259	0.111	0.301	0.268	PS
	Riqueza en el sitio	Uso de maquinaria y equipo	1	2	2	0	3	0	1	N	N	S	N	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
Paisaje	Calidad visual intrínseca y fragilidad visual	Construcción Unidad 25 MW	3	4	9	0	4	4	4	S	S	S	N	0.593	0.296	0.692	0.384	PS
		Const. torre de enfriamiento	2	4	9	0	1	4	4	S	S	S	N	0.556	0.185	0.619	0.344	PS
		Const. subestación elevadora	2	4	9	0	1	4	4	S	S	S	N	0.556	0.185	0.619	0.344	PS
		Construcción de vaporductos	2	6	9	0	3	3	5	S	S	S	N	0.630	0.222	0.698	0.310	PS
Socioeconó-mico	Uso del suelo	Construcción de vaporductos	1	2	9	0	1	0	3	S	S	S	N	0.259	0.111	0.301	0.305	PS
Etapa: Perforación																		
Aire	Calidad del aire	Perforación de pozos	1	4	7	0	3	0	5	S	S	S	S	0.444	0.111	0.486	0.216	NS
		Rehabilitación de pozos	1	4	4	0	3	0	5	S	S	S	S	0.333	0.111	0.377	0.167	NS
Fauna	Abundancia en el sitio	Perforación de pozos	1	4	7	0	3	0	4	N	N	S	N	0.444	0.111	0.486	0.270	PS
	Riqueza en el sitio	Perforación de pozos	1	4	7	0	3	0	4	N	N	S	N	0.444	0.111	0.486	0.270	PS
Paisaje	Calidad y fragilidad visual	Instalación de equipo de perforación	2	5	7	0	4	0	3	S	S	S	N	0.519	0.148	0.572	0.381	PS
Etapa: Operación y mantenimiento																		
Aire	Calidad del aire	Emisiones a la atmósfera	4	7	9	0	3	4	4	S	S	S	S	0.741	0.259	0.801	0.445	PS
	Microclima	Emisiones a la atmósfera	2	4	9	0	3	0	3	N	N	N	S	0.556	0.111	0.593	0.395	PS
	Confort sonoro	Generación de ruido	2	4	9	0	3	2	5	S	S	S	S	0.556	0.185	0.619	0.275	PS
Suelo	Caract. químicas	Generación aguas residuales	4	3	9	0	0	2	8	S	N	N	S	0.593	0.074	0.616	0.068	NS
Fauna	Abundancia (ZAE)	Generación de ruido	4	4	9	0	3	2	5	N	N	S	N	0.630	0.185	0.686	0.305	PS
	Riqueza en el sitio	Generación de ruido	4	4	9	0	3	2	5	N	N	S	N	0.630	0.185	0.686	0.305	PS
Paisaje	Calidad y fragilidad visual	Emisiones a la atmósfera	4	3	9	0	3	4	3	S	S	S	N	0.593	0.259	0.679	0.452	PS
Socioeconó mico	Percepción social	Emisiones a la atmósfera	3	4	9	0	3	4	3	S	S	S	N	0.593	0.259	0.679	0.452	PS
		Generación de ruido	4	7	9	0	3	2	5	S	S	S	S	0.741	0.185	0.783	0.348	PS
Etapa: Abandono del sitio																		
Aire	Calidad del aire	Uso de maquinaria y equipo	3	5	4	0	3	0	4	S	S	S	S	0.444	0.111	0.486	0.270	PS
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	4	5	4	0	3	0	4	S	S	S	S	0.481	0.111	0.522	0.290	PS

Tabla V.13
Evaluación de las interacciones identificadas para la construcción de la línea de subtransmisión (69 kV)

Factor Ambiental	Componente Ambiental	Actividad impactante	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Criterios Calificadores				Índice Básico	Índice Comple-mentario	Índice de Impacto	Significancia	
			M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MEDij	SACij	IIij	Sij	Clase de Sij
Etapa: Preparación del Sitio																		
Aire	Calidad del aire	Uso de maquinaria y equipo	4	3	3	0	3	0	3	S	S	S	S	0.370	0.111	0.414	0.276	PS
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	4	3	3	0	3	0	3	S	S	S	S	0.370	0.111	0.414	0.276	PS
Suelo	Características físicas	Estudio geotécnico	2	1	3	0	3	0	2	S	S	S	N	0.222	0.111	0.263	0.204	NS
		Actividades en el derecho de vía	2	1	3	0	3	0	2	S	S	S	S	0.222	0.111	0.263	0.204	NS
	Caract. químicas	Uso de maquinaria y equipo	2	3	3	0	3	0	7	S	N	N	S	0.296	0.111	0.339	0.075	NS
	Estabilidad edafológica	Actividades en el derecho de vía	2	2	3	0	3	0	7	S	S	S	N	0.259	0.111	0.301	0.067	NS
Hidrología subterránea	Recarga del acuífero	Actividades en el derecho de vía	2	1	3	0	3	0	8	S	N	S	N	0.222	0.111	0.263	0.029	NS
Vegetación	Cobertura vegetal	Actividades en el derecho de vía	3	1	9	0	3	0	3	S	S	S	S	0.481	0.111	0.522	0.348	PS
Fauna	Abundancia en el sitio (ZAE)	Uso de maquinaria y equipo	4	2	3	0	3	0	3	N	N	S	N	0.333	0.111	0.377	0.251	PS
	Disponibilidad de hábitats	Actividades en el derecho de vía	3	1	3	0	2	0	6	N	N	S	N	0.259	0.074	0.287	0.096	NS
Paisaje	Calidad y fragilidad visual	Actividades en el derecho de vía	3	4	9	0	3	6	5	S	S	S	N	0.593	0.333	0.706	0.314	PS
Socioeconómico	Uso del suelo	Actividades en el derecho de vía	3	3	9	0	2	0	5	S	S	S	N	0.556	0.074	0.580	0.258	PS
	Percepción social	Actividades en el derecho de vía	3	8	9	0	3	3	4	N	S	S	N	0.741	0.222	0.792	0.440	PS
Etapa: Construcción																		
Aire	Calidad del aire	Excavación de cepas y cimentación	3	2	2	0	3	0	3	S	S	S	S	0.259	0.111	0.301	0.201	NS
		Uso de maquinaria y equipo	4	3	2	0	3	0	3	S	S	S	S	0.333	0.111	0.377	0.251	PS
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	4	3	2	0	3	0	5	S	S	S	S	0.333	0.111	0.377	0.167	NS
Suelo	Características físicas	Excavación de cepas y cimentación	1	2	2	0	3	0	3	S	S	S	N	0.185	0.111	0.223	0.149	NS
	Caract. químicas	Uso de maquinaria y equipo	4	2	2	0	3	0	7	S	N	N	S	0.296	0.111	0.339	0.075	NS
Fauna	Abundancia en el sitio (ZAE)	Uso de maquinaria y equipo	4	3	2	0	3	0	3	N	S	S	N	0.333	0.111	0.377	0.251	PS
Paisaje	Calidad y fragilidad visual	Hincado y armado de estructuras	3	4	9	0	3	4	3	S	S	S	N	0.593	0.259	0.679	0.452	PS
		Tendido y tensado de cables	3	4	9	0	3	4	3	S	S	S	N	0.593	0.259	0.679	0.452	PS

Tabla V.13
Evaluación de las interacciones identificadas para la construcción de la línea de subtransmisión (69 kV)

Factor Ambiental	Componente Ambiental	Actividad impactante	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Criterios Calificadores				Índice Básico	Índice Comple-mentario	Índice de Impacto	Significancia	
			M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MEDij	SACij	IIij	Sij	Clase de Sij
Etapa: Operación y mantenimiento																		
Aire	Calidad del aire	Uso de maquinaria y equipo	3	2	9	0	3	0	5	S	S	S	S	0.519	0.111	0.558	0.248	NS
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	3	2	9	0	3	0	5	S	S	S	S	0.519	0.111	0.558	0.248	NS
Suelo	Características químicas	Uso de maquinaria y equipo	1	2	9	0	3	0	7	S	N	N	S	0.444	0.111	0.486	0.108	NS
Fauna	Abundancia en el sitio (ZAE)	Uso de maquinaria y equipo	3	2	9	0	3	0	5	N	S	S	N	0.519	0.111	0.558	0.248	NS
Etapa: Abandono del sitio																		
Aire	Calidad del aire	Acondicionamiento de los sitios	1	2	2	0	3	0	5	S	S	S	S	0.185	0.111	0.223	0.099	NS
		Uso de maquinaria y equipo	3	2	2	0	3	0	5	S	S	S	S	0.259	0.111	0.301	0.134	NS
	Confort sonoro	Uso de maquinaria y equipo	3	2	2	0	3	0	5	S	S	S	S	0.259	0.111	0.301	0.134	NS
Suelo	Características químicas	Uso de maquinaria y equipo	1	2	2	0	3	0	7	S	N	S	S	0.185	0.111	0.223	0.050	NS
Fauna	Abundancia en el sitio (ZAE)	Uso de maquinaria y equipo	3	2	2	0	3	0	5	S	S	S	N	0.259	0.111	0.301	0.134	NS

Variables utilizadas en las Tablas V.12 y V.13

Criterios básicos: **M** = Magnitud; **E** = Extensión; **D** = Duración
Criterios complementarios: **S** = Sinergia; **A** = Acumulación; **C** = Controversia; **T** = Medidas de mitigación
Criterios calificadores: **In** = Información; **Cz** = Certeza; **Cf** = Confianza; **Es** = Estándares

i = componente ambiental
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

Para los criterios calificadores:
S = Si existe
N = No existe

CFE Comisión Federal de Electricidad

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Tabla V.14
Matriz de significancia de impacto ambiental

PROYECTO CERRITOS COLORADOS –PRIMERA ETAPA – Unidad de Generación 25 MW

Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	ACTIVIDADES Y/O ASPECTOS DEL PROYECTO: Preparación del sitio: Desmonte y despalme	Preparación del sitio: Excavación, compactación y nivelación	Preparación del sitio: Cortes y rellenos	Preparación del sitio: Uso de maquinaria y equipo	Construcción: Construcción Unidad 25 MW	Construcción: Construcción torre de enfriamiento	Construcción: Construcción subestación elevadora	Construcción: Instalación de equipo superficial	Construcción: Construcción de vaporductos	Construcción: Tendido de tubería de inyección	Construcción: Instalación planta de tratamiento	Construcción: Uso de maquinaria y equipo	Construcción: Modificación camino de acceso	Perforación: Impermeabilización de presa de lodos	Perforación: Instalación de equipo de perforación	Perforación: Perforación de pozos geotérmicos	Perforación: Rehabilitación de pozos existentes	Operación y Mtto. – Operación: Emisiones a la atmósfera	Operación y Mtto. – Operación: Generación de aguas residuales	Operación y Mtto. – Operación: Generación de ruido	Operación y Mtto. – Operación: Generación de residuos sólidos	Operación y Mtto. – Operación: Generación de energía	Operación y Mtto. – Mtto.: Generación de residuos sólidos	Operación y Mtto. – Mtto.: Sustitución de equipos	Abandono del sitio: Desmantelamiento Unidad 25 MW	Abandono del sitio: Retiro equipos, tubería y materiales	Abandono del sitio: Acondicionamiento de plataforma	Abandono del sitio: Restauración y mantenimiento	Abandono del sitio: Uso de maquinaria y equipo
FÍSICO	Aire	Calidad del aire	0,188		0,180	0.270								0,270				0,216	0,167	0,445												0,270
		Microclima																		0,395												
		Confort sonoro				0,290								0,290								0,275										0,290
	Suelo	Características físicas	0,293	0,309	0,241						0,233																					
		Características químicas				0,067															0,068											
		Estabilidad edafológica	0,276	0,231	0,281																											
	Hidrología superficial	Calidad del agua																														
		Patrón de drenaje	0,184		0,047																											
		Aprovechamientos de agua																														
	Hidrología subterránea	Calidad del agua																														
		Recarga del acuífero	0,050	0,050																												
		Aprovechamientos de agua																														
BIÓTICO	Vegetación	Cobertura vegetal	0,377		0,388						0,204	0,055																				
		Diversidad en el sitio (ZAE)																														
		Especies identificadas en riesgo MER																														
		Especies listadas en la NOM-059																														
	Fauna	Abundancia en el sitio (ZAE)				0,268								0,268				0,270				0,305										
		Riqueza en el sitio (ZAE)				0,199								0,199				0,270				0,305										
		Disponibilidad de hábitats																														
		Especies listadas en la NOM-059																														
PERCEP-TUAL	Paisaje	Calidad visual intrínseca	0,205			0,205	0,384	0,344	0,344		0,310						0,381			0,452												
		Fragilidad visual	0,205			0,205	0,384	0,344	0,344		0,310						0,381			0,452												
SOCIOECONÓMICO		Economía local (empleo)																														
		Demanda de servicios																														
		Servicios básicos (demanda de energía)																														
		Uso de suelo	0,411								0,305																					
		Percepción social	0,413		0,413															0,452		0,348										

No Significativo
Poco Significativo

Significativo
Muy Significativo

Impacto positivo

Comisión Federal de Electricidad

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Tabla V.15
Matriz de significancia de impacto ambiental

PROYECTO CERRITOS COLORADOS –PRIMERA ETAPA–
LST Cerritos Colorados Entq.Guadalajara I-El Sol

Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	Preparación del sitio: Levantamiento topográfico	Preparación del sitio: Estudio geotécnico	Preparación del sitio: Actividades en el derecho de vía	Preparación del sitio: Uso de maquinaria y equipo	Construcción: Excavación cepas y cimentación	Construcción: Hincado y armado de estructuras	Construcción: Vestido de estructuras	Construcción: Tendido y tensado de cables	Construcción: Sistema de tierras	Construcción: Uso de maquinaria y equipo	Operación y mantenimiento: Operación de la LST	Operación y mantenimiento: Control malezas en derecho vía	Operación y mantenimiento: Poda anual brecha de maniobras	Operación y mantenimiento: Sustitución de elementos en estructuras	Operación y mantenimiento: Sustitución de cables	Operación y mantenimiento: Uso de maquinaria y equipo	Abandono del sitio: Desmantelamiento de la LST	Abandono del sitio: Retiro de cables y estructuras	Abandono del sitio: Acondicionamiento de los sitios	Abandono del sitio: Rehabilitación y mantenimiento	Abandono del sitio: Uso de maquinaria y equipo
FÍSICO	Aire	Calidad del aire				0,276	0,201					0,251						0,248			0,099		0,134
		Microclima																					
		Confort sonoro				0,276						0,167						0,248					0,134
	Suelo	Características físicas		0,204	0,204		0,149																
		Características químicas				0,075						0,075						0,108					0,050
		Estabilidad edafológica			0,067																		
	Hidrología superficial	Calidad del agua																					
		Patrón de drenaje																					
		Aprovechamientos de agua																					
	Hidrología subterránea	Calidad del agua																					
		Recarga del acuífero			0,029																		
		Aprovechamientos de agua																					
BIÓ-TICO	Vegetación	Cobertura vegetal			0,348																		
		Diversidad en el sitio																					
		Especies identificadas en riesgo MER																					
		Especies listadas en la NOM-059																					
	Fauna	Abundancia en el sitio				0,251						0,251						0,248					0,134
		Riqueza en el sitio																					
		Disponibilidad de hábitats			0,096																		
		Especies listadas en la NOM-059																					
PERCEP-TUAL	Paisaje	Calidad visual intrínseca			0,314			0,452		0,452													
		Fragilidad visual			0.314			0,452		0,452													
SOCIOECONÓMICO		Economía local (empleo)																					
		Demanda de servicios																					
		Servicios básicos (demanda de energía)																					
		Uso de suelo (cambio)			0,258																		
		Percepción social			0,440																		

No Significativo
Poco Significativo
Significativo
Muy Significativo
Impacto positivo

V.3 Impactos ambientales generados

V.3.1. Descripción de los impactos ambientales relevantes

En esta fase de la metodología se elaboraron fichas técnicas descriptivas de aquellos impactos ambientales que independientemente de su valor de significancia, indicado en las Tablas V.12 y V.13, se consideran relevantes principalmente por la duración de su impacto, así como por su valor más alto dentro de los impactos clasificados como poco significativos y en consistencia con los principios de rastreabilidad y racionalidad precautoria en que se basa la metodología empleada. Debido a que el objeto ahora es evaluar los impactos ambientales para que en la siguiente etapa se definan y propongan medidas para mitigarlos, se excluyen las interacciones identificadas como positivas, ya que estos impactos ya fueron identificados y no estarán sujetos a medidas de mitigación, además de que los criterios para calificar las interacciones no muestran completa aplicabilidad a las interacciones positivas (por ejemplo, nivel de mitigación); resalta el hecho de que la mayor parte de estas interacciones positivas se presentan en los componentes socioeconómicos.

FICHA TÉCNICA DE LA VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA		Ficha - 1
Etapa del proyecto: Operación y mantenimiento (unidad de generación)		
Factor ambiental:	Aire	
Componente ambiental (i):	Calidad del aire	
Actividad, acción u obra del proyecto (j):	Emisiones a la atmósfera (de H_2S)	
Impacto ambiental (interrelación ij):	Las emisiones de H_2S a la atmósfera afectarán la calidad del aire	
CRITERIO	**VALOR**	**JUSTIFICACIÓN DEL VALOR ASIGNADO**
MAGNITUD	**4**	Los resultados de la corrida del modelo de dispersión de H_2S mediante el programa ISC3, así como las líneas de isoconcentración obtenidas, muestran que de acuerdo con las variables de entrada y los supuestos del modelo empleado las emisiones H_2S de que se presenten durante la operación de la unidad generadora, se presentarán valores por debajo del límite sugerido en el criterio ambiental de la OMS (150 $\mu g/m^3$), ver Anexo II-6. Estos valores, para los diferentes escenarios de la Unidad de 25 MW, tienen un valor máximo de 86,5 $\mu g/m^3$, un poco por encima del 50% del límite recomendado por la OMS.
EXTENSIÓN	**7**	De acuerdo con los resultados del modelado de dispersión, las emisiones de gases incondensables (H_2S) rebasarán los límites del campo geotérmico, de acuerdo con el estudio de dispersión, alcanzan una distancia aproximada de 3 km de la fuente de emisión.
DURACIÓN	**9**	Esta acción durará la vida útil del proyecto, estimada en 37 años.
SINERGIA	**0**	No hay otro tipo de impactos o situaciones que permitan que se genere un impacto sinérgico.
ACUMULACIÓN	**3**	Con excepción de las emanaciones de las fumarolas (manifestaciones) localizadas en el campo geotérmico, no existen otras fuentes de emisión de ácido sulfhídrico a la atmósfera en el área de estudio. Los resultados del estudio de dispersión (Anexo II-6) demostraron que la concentración de H_2S en los asentamientos urbanos más cercanos al proyecto no rebasará el límite sugerido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).
CONTROVERSIA	**4**	Se tiene conocimiento de la existencia de grupos sociales que se han manifestado en contra del proyecto en general, sin particularizar sobre las emisiones de ácido sulfhídrico. Se presume que esta controversia se debe principalmente a la falta de información de las actividades propias del desarrollo del proyecto y los impactos que representaría.
MITIGACIÓN	**4**	En los condensadores de contacto directo y en la torre de enfriamiento se atrapa y oxida un elevado porcentaje de H_2S (alrededor del 50%), dependiendo de sus condiciones de operación y del diseño.
INFORMACIÓN	**SI**	Existen informes de las mediciones de H_2S realizadas en otros campos geotérmicos, así como de las opiniones de grupos sociales, y bastante literatura al respecto.
CERTEZA	**ALTA**	La probabilidad de que este impacto ambiental se presente es elevada.
CONFIANZA	**ALTA**	Hay certidumbre respecto a la predicción del impacto.
ESTÁNDARES	**SI**	No existen normas de referencia para la calidad del aire con respecto al H_2S en México, por lo que para este caso particular, se tomará en cuenta el criterio ambiental sugerido por la OMS (150 $\mu g/m^3$).
SIGNIFICANCIA RESULTANTE:	Impacto negativo **Poco Significativo** (**0,445**)	

FICHA TÉCNICA DE LA VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA		Ficha - 2
Etapa del proyecto: Preparación del sitio (unidad de generación)		
Factor ambiental (i):	Vegetación	
Componente ambiental:	Cobertura vegetal	
Actividad, acción u obra del proyecto (j):	Desmonte y despalme	
Impacto ambiental (interrelación ij):	Eliminación de la cobertura vegetal como consecuencia de las actividades de desmonte en el área en que ubicará la unidad de 25 MW	
CRITERIO	**VALOR**	**JUSTIFICACIÓN DEL VALOR ASIGNADO**
MAGNITUD	**3**	La superficie que ocupará la plataforma o el predio donde se construirá la unidad de 25 MW, así como las demás obras asociadas (vaporductos, tubería de inyección, instalaciones provisionales y asociadas) cubren una superficie reducida (menos al 10% de la superficie que ocupa la ZAE del ANP Bosque de la Primavera); asimismo, la zona en que se ubicará dicha unidad de 25 MW representa menos del 5% de la cobertura vegetal que actualmente presenta la ZAE.
EXTENSIÓN	**2**	La extensión de esta interacción será puntual, se le asignó este valor por la posible área de influencia de las superficies que se ocupen (o el pateo de la plataforma y otras obras), aunque éstas sean posteriormente revegetadas y/o pastizadas.
DURACIÓN	**9**	El desmonte y despalme de las superficies que se ocuparán será permanente.
SINERGIA	**0**	No hay otro tipo de impactos o situaciones que permitan que se genere un impacto sinérgico.
ACUMULACIÓN	**2**	Esta interacción o impacto ambiental es acumulativa con las ocurridas durante la exploración del campo geotérmico, por la construcción de los caminos de acceso y las plataformas, aunque en poca proporción, así como con otras actividades propias del proyecto, como es la construcción de la LST. Se desmontará una superficie de 1,76 ha de áreas nuevas (predio de la unidad de 25 MW, vaporductos y modificación del camino).
CONTROVERSIA	**7**	Se tiene conocimiento de la existencia de grupos sociales que se han manifestado en contra del proyecto en general, sin particularizar sobre alguno de los posibles impactos. Se presume que esta controversia se debe principalmente a la falta de información de las actividades propias del desarrollo del proyecto y los impactos que representaría.
MITIGACIÓN	**2**	Este tipo de impacto ambiental es irreversible, toda vez que ocurrirá un cambio de uso de suelo forestal a industrial. No obstante, este impacto será compensado con los programas de reforestación que se desarrollarán anualmente en el campo geotérmico y fuera de él, dentro del área natural protegida, así como con el depósito que se hará al Fondo Forestal Mexicano por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
INFORMACIÓN	**SI**	Se tiene cuantificada la superficie que será desmontada, así como la vegetación que será afectada (ver Anexo II-5: Información básica forestal del Estudio Técnico Justificativo).
CERTEZA	**ALTA**	La probabilidad de que este impacto ambiental se presente es elevada.
CONFIANZA	**ALTA**	Hay certidumbre respecto a la predicción del impacto.
ESTÁNDARES	**NO**	No existen normas de referencia para medir este impacto.
SIGNIFICANCIA RESULTANTE: Impacto negativo **Poco Significativo (0,377)**		

FICHA TÉCNICA DE LA VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA		Ficha - 3
Etapa del proyecto: Construcción del proyecto (unidad de generación)		
Factor ambiental (i):	Paisaje	
Componente ambiental:	Calidad visual intrínseca y fragilidad visual	
Actividad, acción u obra del proyecto (j):	Construcción de la Unidad de 25 MW y otras obras asociadas a la misma (torre de enfriamiento, subestación elevadora, vaporductos).	
Impacto ambiental (interrelación ij):	El atractivo visual derivado de las características propias del paisaje se verán afectadas por el establecimiento de la infraestructura del proyecto.	
CRITERIO	**VALOR**	**JUSTIFICACIÓN DEL VALOR ASIGNADO**
MAGNITUD	**3**	Por tratarse de un área natural protegida, en general el valor paisajístico que representa es apreciable en comparación con las superficies que le rodean, como lo es la ciudad de Guadalajara; sin embargo, por la planeación que se tiene contemplada para ejecutar el proyecto, así como por las características topográficas y sociales que prevalecen en el área, se considera que la magnitud del impacto hacia el paisaje es baja.
EXTENSIÓN	**4**	Por las características sociales y topográficas del área, el impacto visual de estas obras no rebasarán los límites de la Zona de Aprovechamiento Especial.
DURACIÓN	**9**	Esta acción durará la vida útil del proyecto, estimada en 37 años.
SINERGIA	**0**	No hay otro tipo de impactos o situaciones que permitan que se genere un impacto sinérgico.
ACUMULACIÓN	**4**	La instalación de estas obras se acumularán las afectaciones al paisaje ya existentes, construidas durante la década de los 80's para la exploración geotérmica del campo, así como de otras actividades propias del proyecto.
CONTROVERSIA	**4**	Se tiene conocimiento de la existencia de grupos sociales que se han manifestado en contra del proyecto en general, sin particularizar sobre alguno de los posibles impactos. Se presume que esta controversia se debe principalmente a la falta de información de las actividades propias del desarrollo del proyecto y los impactos que representaría.
MITIGACIÓN	**4**	El impacto a la calidad visual intrínseca del paisaje puede ser moderadamente reducido con la aplicación del programa de reforestación, preferentemente en aquellos puntos o sitios estratégicos de observación por los espectadores, así como también con las plantaciones alrededor de las obras construidas.
INFORMACIÓN	**SI**	Se deriva de los estudios de afectación al paisaje presentados en el Capítulo IV de este estudio.
CERTEZA	**ALTA**	La probabilidad de que este impacto ambiental se presente es elevada.
CONFIANZA	**ALTA**	Hay certidumbre respecto a la predicción del impacto.
ESTÁNDARES	**NO**	No existen normas de referencia para regular el impacto visual que tiene la afectación al paisaje por realizar la construcción de las obras.
SIGNIFICANCIA RESULTANTE: Impacto negativo **Poco Significativo (0,384)**		

FICHA TÉCNICA DE LA VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA		Ficha - 4
Etapa del proyecto: Perforación (unidad de generación)		
Factor ambiental (i):	Paisaje	
Componente ambiental:	Calidad visual intrínseca y fragilidad visual	
Actividad, acción u obra del proyecto (j):	Instalación de equipo de perforación	
Impacto ambiental (interrelación ij):	La calidad visual del paisaje se verá afectada con la instalación del equipo de perforación, el cual se instalará periódicamente durante la vida útil del proyecto, de acuerdo con el programa de perforación y/o intervención de pozos señalado en Tabla II.35 del Capítulo II.	
CRITERIO	**VALOR**	**JUSTIFICACIÓN DEL VALOR ASIGNADO**
MAGNITUD	**2**	La instalación del equipo de perforación no afectará más allá de las plataformas ya existentes, aunado a que la calidad visual es baja ya que los asentamientos humanos más cercanos se ubican fuera del área de protección del bosque la Primavera y a que la visita de personas es escasa.
EXTENSIÓN	**5**	Se le asignó este valor por el alcance visual que el espectador tendría de las estructuras del equipo de perforación, el cual no rebasarían los límites de la Zona de Aprovechamiento Especial.
DURACIÓN	**7**	La perforación de un pozo geotérmico puede ocurrir de manera temporal y en unos cuantos meses; no obstante, se está tomando en cuenta la repetición discontinua del evento durante la vida útil del proyecto. Se perforarán 14 pozos (9 productores y 5 inyectores) y se intervendrán 4 pozos más.
SINERGIA	**0**	No hay otro tipo de impactos o situaciones que permitan que se genere un impacto sinérgico.
ACUMULACIÓN	**4**	El impacto tendrá un efecto acumulativo como consecuencia de afectaciones al paisaje originadas por la ejecución de las obras de exploración ya existentes (caminos y plataformas), así como a las que se construyan para el desarrollo del proyecto (vaporductos, unidad de generación, línea de subtransmisión).
CONTROVERSIA	**0**	Se tiene conocimiento de la existencia de grupos sociales que se han manifestado en contra del proyecto en general, sin particularizar sobre alguno de los posibles impactos. Se presume que esta controversia se debe principalmente a la falta de información de las actividades propias del desarrollo del proyecto y los impactos que representaría.
MITIGACIÓN	**3**	El impacto a la calidad visual intrínseca del paisaje derivado de la instalación del equipo de perforación, difícilmente podría atenuarse, toda vez de que no es factible implementar medidas que puedan disminuir dicha afectación , tomando en cuenta las dimensiones del equipo de perforación y que los sitios donde se instalaría serían sobre las plataformas ya existentes; sin embargo, es importante recordar que el impacto es temporal
INFORMACIÓN	**SI**	Se deriva de los estudios de afectación al paisaje presentados en el Capítulo IV de este estudio y a lo observado en éste y otros campos geotérmicos del país.
CERTEZA	**ALTA**	La probabilidad de que este impacto ambiental se presente es elevada.
CONFIANZA	**ALTA**	Hay certidumbre respecto a la predicción del impacto.
ESTÁNDARES	**NO**	No existen normas de referencia para el impacto visual que tiene la afectación al paisaje por realizar la construcción de las obras.
SIGNIFICANCIA RESULTANTE: Impacto negativo **Poco Significativo (0,381)**		

FICHA TÉCNICA DE LA VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA		Ficha - 5
Etapa del proyecto: Operación y Mantenimiento (unidad de generación)		
Factor ambiental (i):	Paisaje	
Componente ambiental:	Calidad visual intrínseca y fragilidad visual	
Actividad, acción u obra del proyecto (j):	Emisiones a la atmósfera	
Impacto ambiental (interrelación ij):	La calidad visual del paisaje se verá afectada por las emisiones a la atmósfera de vapor y gases incondensables.	
CRITERIO	**VALOR**	**JUSTIFICACIÓN DEL VALOR ASIGNADO**
MAGNITUD	**4**	Por tratarse de un área natural protegida, en general el valor paisajístico que representa es apreciable en comparación con las superficies que le rodean, como lo es la ciudad de Guadalajara; sin embargo, por la planeación que se tiene contemplada para ejecutar el proyecto, así como por las características topográficas y sociales que prevalecen en el área, se considera que la magnitud del impacto hacia el paisaje es media.
EXTENSIÓN	**3**	Por las características sociales y topográficas del área, el impacto visual de estas obras no rebasarán los límites de la Zona de Aprovechamiento Especial.
DURACIÓN	**9**	Las emisiones de vapor y gases incondensables de la Unidad será permanente durante la vida útil del proyecto, estimada en 37 años.
SINERGIA	**0**	No hay otro tipo de impactos o situaciones que permitan que se genere un impacto sinérgico.
ACUMULACIÓN	**3**	El impacto visual de las emisiones a la atmósfera se acumularán con las afectaciones al paisaje ya existentes (caminos y plataformas), así como a las que se construyan para el desarrollo del proyecto (línea de subtransmisión).
CONTROVERSIA	**4**	Se tiene conocimiento de la existencia de grupos sociales que se han manifestado en contra del proyecto en general, sin particularizar sobre alguno de los posibles impactos. Se presume que esta controversia se debe principalmente a la falta de información de las actividades propias del desarrollo del proyecto y los impactos que representaría.
MITIGACIÓN	**3**	El impacto a la calidad visual intrínseca del paisaje puede ser moderadamente reducido con la aplicación del programa de reforestación, preferentemente en aquellos puntos o sitios estratégicos de observación por los espectadores, así como también con las plantaciones alrededor de las obras construidas.
INFORMACIÓN	**SI**	Se deriva de los estudios de afectación al paisaje presentados en el Capítulo IV de este estudio y a lo observado en otros campos geotérmicos del país.
CERTEZA	**ALTA**	La probabilidad de que este impacto ambiental se presente es elevada.
CONFIANZA	**ALTA**	Hay certidumbre respecto a la predicción del impacto.
ESTÁNDARES	**NO**	No existen normas de referencia para regular el impacto visual que tiene la afectación al paisaje por las emisiones a la atmósfera.
SIGNIFICANCIA RESULTANTE: Impacto negativo **Poco Significativo (0,452)**		

FICHA TÉCNICA DE LA VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA		Ficha - 6
Etapa del proyecto: Operación y Mantenimiento (unidad de generación)		
Factor	Socieconómico	
Componente ambiental (i):	Percepción social	
Actividad, acción u obra del proyecto (j):	Emisiones a la atmósfera (de H_2S)	
Impacto ambiental (interrelación ij):	Las emisiones de H_2S a la atmósfera generarán una percepción social negativa del proyecto	
CRITERIO	**VALOR**	**JUSTIFICACIÓN DEL VALOR ASIGNADO**
MAGNITUD	**3**	Los resultados de la corrida del modelo de dispersión de H_2S mediante el programa ISC3, así como las líneas de isoconcentración obtenidas, muestran que de acuerdo a las variables de entrada y los supuestos del modelo empleado las emisiones H_2S de que se presenten durante la operación de la Unidad Generadora, se presentarán valores por debajo del límite sugerido en el criterio ambiental de la OMS (150 $\mu g/m^3$). Estos valores, para los diferentes escenarios de la Unidad de 25 MW, tienen un valor máximo de 86,5 $\mu g/m^3$, un poco por encima del 50% del límite recomendado por la OMS.
EXTENSIÓN	**4**	Considerando que el impacto por emisiones a la atmósfera es en muchos de los casos asociado a la percepción de las poblaciones más cercanas al punto de origen del mismo, y tomando en dentro de la ZAE no existen pobladores permanentes, la extensión del impacto se considera bajo.
DURACIÓN	**9**	Esta acción durará la vida útil del proyecto, estimada en 37 años.
SINERGIA	**0**	No hay otro tipo de impactos o situaciones que permitan que se genere un impacto sinérgico.
ACUMULACIÓN	**3**	Con excepción de las emanaciones de las fumarolas presentes en el campo geotérmico, no existen otras fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera en el área de estudio. Sin embargo la percepción social negativa de la obra factiblemente se acumulará con la percepción que se tendrá al asociar esta con otras obras (línea de subtransmisión).
CONTROVERSIA	**4**	Se tiene conocimiento de la existencia de grupos sociales que se han manifestado en contra del proyecto en general, sin particularizar sobre alguno de los posibles impactos. Se presume que esta controversia se debe principalmente a la falta de información de las actividades propias del desarrollo del proyecto y los impactos que representaría.
MITIGACIÓN	**3**	El impacto social puede ser altamente mitigado con la implementación de programas de información y difusión social, enfocados a difundir de manera objetiva la naturaleza, justificación, beneficios e impactos del proyecto.
INFORMACIÓN	**SI**	La pronunciación de la sociedad de varios sectores, algunos en contra y otros a favor del proyecto, es un tema documentado a nivel regional.
CERTEZA	**ALTA**	La probabilidad de que este impacto ambiental se presente es elevada.
CONFIANZA	**ALTA**	Hay certidumbre respecto a la predicción del impacto.
ESTÁNDARES	**NO**	No existen normas de referencia para el impacto que tienen las opiniones sociales acerca de un proyecto.
SIGNIFICANCIA RESULTANTE: Impacto negativo **Poco Significativo** (**0,452**)		

FICHA TÉCNICA DE LA VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA		Ficha - 7
Etapa del proyecto: Construcción del proyecto (línea de subtransmisión)		
Factor ambiental (i):	Paisaje	
Componente ambiental:	Calidad visual intrínseca y fragilidad visual	
Actividad, acción u obra del proyecto (j):	Construcción de la línea de subtransmisión (hincado y armado de estructuras y tendido y tensado de cables)	
Impacto ambiental (interrelación ij):	El atractivo visual derivado de las características propias del paisaje se verán afectadas por el establecimiento permanente de la infraestructura del proyecto.	
CRITERIO	**VALOR**	**JUSTIFICACIÓN DEL VALOR ASIGNADO**
MAGNITUD	**3**	Por tratarse de un área natural protegida, en general el valor paisajístico que representa es apreciable en comparación con las superficies que le rodean, como lo es la ciudad de Guadalajara; sin embargo, por la planeación que se tiene contemplada para ejecutar el proyecto, así como por las características topográficas y sociales que prevalecen en el área, se considera que la magnitud del impacto hacia el paisaje es baja, principalmente en las zonas fuera del área natural protegida, cuyo valor de magnitud se reduce apreciablemente.
EXTENSIÓN	**4**	A pesar de ser un proyecto que en longitud es amplio, las afectaciones posibles se reducen al derecho de vía.
DURACIÓN	**9**	Esta interacción durará la vida útil del proyecto.
SINERGIA	**0**	No hay otro tipo de proyectos en la zona geotérmica con las que pueda combinarse y ejercer una acción sinérgica.
ACUMULACIÓN	**3**	La instalación de estas obras se acumularán las afectaciones al paisaje ya existentes, construidas durante la década de los 80's para la exploración geotérmica del campo, como lo son los caminos de acceso y plataformas, así como de algunas actividades propias del presente proyecto
CONTROVERSIA	**4**	Existen grupos sociales que se han manifestado en contra del proyecto en general; principalmente por el desarrollo de la geotermia en el Bosque La Primavera; sin embargo, poco se ha señalado con respecto a la construcción de una línea de transmisión.
MITIGACIÓN	**3**	El impacto a la calidad visual intrínseca del paisaje puede ser moderadamente reducido con la aplicación del programa de reforestación, preferentemente en aquellos puntos o sitios estratégicos de observación por los espectadores.
INFORMACIÓN	**SI**	Se deriva de los estudios de afectación al paisaje presentados en el Capítulo IV de este estudio.
CERTEZA	**ALTA**	La probabilidad de que este impacto ambiental se presente es elevada.
CONFIANZA	**ALTA**	Hay certidumbre respecto a la predicción del impacto.
ESTÁNDARES	**NO**	No existen normas de referencia para el impacto visual que tiene la afectación al paisaje por realizar la construcción de las obras.
SIGNIFICANCIA RESULTANTE: Impacto negativo **Poco Significativo (0,452)**		

V.3.2. Análisis de los impactos ambientales identificados sobre los factores físicos y bióticos por etapa del proyecto

A continuación se presenta el análisis, por etapa y por factor ambiental, de los impactos ambientales identificados y evaluados para el Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados.

Impactos Ambientales Negativos por Etapa

Preparación del sitio

En esta etapa del proyecto, los medios más impactados serán el abiótico, el perceptual y el socioeconómico. En el primero, principalmente se observará por los movimientos de tierra para la construcción del predio donde se instalará la unidad de generación; aunque es importante señalar que éstos serán muy puntuales y relativamente de corta duración. Los impactos al medio perceptual se presentarán debido a que de manera repentina se comenzarán a observar una serie de actividades en los sitios que ocuparán las dos obras, donde actualmente no se realizan actividades relacionadas con el proyecto (el sitio para la unidad generadora actualmente es ocupada por vegetación arbórea, en su mayor parte reforestada, y por vegetación secundaria a un costado del cauce Arroyo El Caracol; y por otra parte, en un tramo de la línea de subtransmisión actualmente presenta vegetación natural de encinos y pinos). Este conjunto de actividades en los sitios dstinados para construir la plataforma de la unidad de 25 MW (desmontes, despalmes, cortes y rellenos, uso de maquinaria y equipos) y en el derecho de vía de la línea de subtransmisión (podas y despalmes en los sitios para las estructuras) suponen una disminución en la calidad intrínseca del paisaje y su fragilidad visual, esta afectación se prevé sea mayor en los sitios que ocupará la línea de subtransmisión, ya que pretende ubicarse paralelamente al camino de acceso al campo geotérmico y las actividades tendrán una mayor visibilidad; aunque es importante señalar que con esta trayectoria definida, disminuye sustancialmente el impacto sobre la vegetación y sobre los servicios ambientales que ofrece el mismo bosque. Por otra parte, las actividades que se realicen para la preparación del sitio donde se instalará la unidad generadora, se ubican dentro de la ZAE, por su ubicación y accesibilidad, no suponen la misma afectación, ya que son áreas que no son frecuentadas por los visitantes y que con reforestaciones en sitios estratégicos, este impacto será disminuido sustancialmente.

Las afectaciones al factor socioeconómico son similares a los anteriores, cuando se comiencen a observar las primeras actividades de desarrollo de campo geotérmico, será muy factible que se generen opiniones públicas diversas al respecto, que traspasará los límites del área natural protegida.

Otro de los impactos que se observarán, aunque no mostraron mayor relevancia, serán las emisiones a la atmósfera de humos y polvos por el movimiento de vehículos y maquinaria, actuando puntualmente sobre a calidad del aire. Con el cumplimiento de los programas de mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo, las emisiones podrán y deberán estar por debajo de lo indicado en las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia. Los demás componentes abióticos serán afectados por las acciones del proyecto a una escala local y no rebasarán los sitios de ocupación de las obras.

En cuanto a las afectaciones a los componentes bióticos, el desmonte y despalme de la vegetación para la construcción de la plataforma donde se instalará la unidad de generación, se considera como un impacto relevante, el cual provocará el cambio de uso de suelo forestal a industrial y/o de infraestructura. Para esta valoración se tomó como criterio principal que la superficie a desmontar se ubica dentro de un área natural protegida y no tanto por las dimensiones de la superficie que se afectará, ya que ésta es relativamente pequeña comparada con la que actualmente ocupa la infraestructura geotérmica. No obstante lo anterior, también es importante señalar que en el espacio que ocuparán las dos obras principales que conforman el proyecto, no se identificaron como hábitats de calidad o preferentes por la fauna silvestre, sobre todo los

sitios que ocupará la plataforma para la construcción de la unidad generadora, que en general, carecen de vegetación densa o arbolada, y que a su vez, pudiera representar un hábitat para la fauna silvestre, aunado a la presencia periódica del personal de la CFE que da vigilancia y mantenimiento a los pozos geotérmicos y demás infraestructura, así como de los propietarios y ejidatarios de la región. Por último, es importante señalar que la vegetación arbolada que se verá afectada por la construcción de están plataforma (ver Anexo II-5 en el Capítulo VIII) en su gran parte es arbolado producto de las plantaciones realizadas por la CFE en los principios de los años 90's, y que su afectación puede ser compensada con la implementación de los programas anuales de reforestación que ha realizado la CFE desde 1990.

Construcción

En esta etapa se presentarán impactos similares a los que se observan en la etapa de preparación del sitio, en cuanto a los impactos sobre el factor abiótico, el uso de maquinaria y equipo generarán emisiones de humos y polvos a la atmósfera, por lo cual adquirieron poca relevancia en la valoración de las interacciones, debido a la intervención del factor mitigación, que también puede y debe reducirse para no rebasar los límites máximos permisibles por la normatividad ambiental.

Respecto a los impactos sobre la calidad visual y paisajística del factor perceptual, éstos obtuvieron valores poco relevantes, debido principalmente a la infraestructura ya existente en el campo geotérmicos (caminos, plataformas) y a que la afectación permanente que ocasionará la construcción de la unidad de generación y de sus obras asociadas, como lo son la torre de enfriamiento, la subestación elevadora y los vaporductos, serán obras que representarán un impacto acumulativo con la demás infraestructura construida durante la exploración del campo geotérmico en la década de los 80's y con los que ocurrirán en la etapa de preparación del sitio de este proyecto. Así mismo, la implementación de un programa de reforestación estratégica en ciertos áreas, disminuirán sustancialmente este impacto ambiental identificado. De igual manera, la construcción de la línea de subtransmisión a un costado de los caminos de acceso o dentro del derecho de vía de una línea de distribución ya existente, será un impacto acumulativo al ya existente, desde el punto de vista del paisaje.

En cuanto a las demás afectaciones al factor biótico, éstas se estiman mínimas, ya que durante la preparación del sitio ya se habrán presentado, esto es, con la eliminación de la cobertura vegetal y con la afectación puntual y/o local del hábitat y de la abundancia de fauna.

Perforación

Para esta etapa, exclusiva de la obra de generación de energía, se prevé un impacto poco relevante en la calidad del paisaje por la instalación del equipo de perforación; que si bien es una actividad que dura unos cuantos meses para la construcción de un pozo geotérmico, esta actividad será repetitiva (se construirán catorce pozos geotérmicos y se intervendrán o rehabilitarán otros cuatro) durante un período más o menos de 20 años, aunque no de manera continua (ver Tabla II.35 Estrategia de producción de vapor e inyección durante la vida útil del proyecto, del Capítulo II). Las dimensiones de un equipo de perforación no permiten diseñar medidas de mitigación que atenúen el impacto visual identificado, con el cual representará un elemento ajeno en el paisaje que estará completamente visible sobre las plataformas donde se construirán y/o intervendrán los pozos geotérmicos durante su operación; no obstante, por la ubicación y accesibilidad del campo geotérmico, no suponen una afectación poco relevante, ya que el equipo se instalará en áreas que no son regularmente frecuentadas por los visitantes.

Algunos otros impactos evaluados para esta etapa resultaron poco importantes, principalmente sobre los componentes del aire (calidad y confort sonoro) y la fauna; debido a la operación del equipo de perforación, con lo cual ahuyentará temporalmente a la fauna cercana a estos sitios (plataformas) a otros lugares más retirados y alejados de la presencia humana.

Tanto las emisiones a la atmósfera generadas por el equipo y maquinaria, así como el ruido generado, representan poca relevancia al aplicar el criterio de mitigación, ya que estos impactos son controlables y deberán ser controlados con la estricta observación de las normas oficiales mexicanas ambientales.

Operación y Mantenimiento

Para esta etapa del proyecto, la cual durará alrededor de 37 años, la principal acción que representará un impacto negativo relevante son las emisiones a la atmósfera de vapor de agua y gases incondensables, principalmente del ácido sulfhídrico (H_2S). Los factores ambientales que se identificaron como los más afectados fueron los siguientes**:** aire, paisaje y socioeconómico; visto este último factor desde la perspectiva de la percepción social de proyecto.

En esta etapa, el componente calidad del aire será el más afectado por las emisiones constantes del ácido sulfhídrico (H_2S) a la atmósfera. Las predicciones para las emisiones de este gas en la periferia del campo están por debajo de los límites máximos permisibles sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (150 $\mu g/m^3$), además, no existen poblaciones cercanas al campo geotérmico, lo que evitará un riesgo potencial para la salud humana. En el Anexo II-6 presentado en el Capítulo VIII se presenta el estudio de dispersión del ácido sulfhídrico (H_2S) realizado para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, el cual fue elaborado contemplando diversos escenarios para las dos etapas del proyecto, en una primera etapa con una unidad de 25 MW, y una segunda con 50 MW, para operar con 75 MW.

Las emisiones a la atmósfera también representan un impacto de relevancia en el componente perceptual, ya que la *pluma* que genere la chimenea será sin duda visible a algunos cientos de metros, dependiendo del sitio de observación y de las condiciones climáticas que se presenten en el momento de dicha observación. Éste será un impacto que tendrá una duración a lo largo de la vida útil del proyecto. Asimismo, es importante mencionar que el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, señala la Zona de Aprovechamiento Especial para el desarrollo de la geotermia en dicho sitio, que no fue creada para fines recreativos por los visitantes, por lo que la frecuencia de este impacto podrá ser poco observado.

Con relación a la línea de subtransmisión, los impactos evaluados para esta etapa fueron valorados como irrelevantes debido a la ausencia de emisiones a la atmósfera, de ruido, de aguas residuales y por que la presencia de personal y equipo, será temporal y esporádica. El impacto visual a la calidad intrínseca del paisaje durante la operación de esta obra se consideró como poco significativo, tomando en cuenta que ésta será construida en su mayor trayectoria sobre un costado de los caminos existentes, y otra parte sobre el derecho de vía de una línea de distribución existente, motivo por el cual la calidad visual en estos sitios ya ha sido alterada y que esta obra sólo representaría un impacto acumulativo.

Abandono del sitio

Esta etapa no representó impactos ambientales negativos relevantes por su duración y por las implicaciones positivas de sus actividades. Por el contrario, se identificaron, impactos ambientales positivos, aunque no fueron evaluados, principalmente por la ejecución de programas de rehabilitación (restauración de suelo y reforestación) y mantenimiento, así como al desmantelamiento de las obras y retiro de equipos, tubería, cables y estructuras.

Impactos Ambientales negativos por factor ambiental

Cabe aclarar que el siguiente análisis se realiza principalmente para aquellos impactos ambientales considerados como relevantes, y que dicho análisis se enfoca en gran parte hacia los servicios ambientales que prestan los factores que componen el sistema ambiental en que se ubicará el proyecto.

Los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y proceso naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico (Torres, R. J. M, *et al,* en www.ine.gob.mx).

Por otro lado, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2003) define a los servicios ambientales como los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

Debido a una enorme cantidad de factores, la producción de servicios ambientales se ve día a día amenazada por el uso de prácticas no sustentables de manejo de recursos forestales. Aunque existen muchas razones por las cuales no se generan señales a favor de la conservación de los recursos naturales y con ello una producción sostenida de dichos servicios, las dos de mayor peso son:

a) No tienen un mercado definido;
b) Se conoce muy poco acerca de su cuantía o su relación con las características y procesos desarrollados en las áreas naturales.

La falta de un mercado provoca que no exista un precio que refleje cuánto cuesta producirlos, razón por la cual la sociedad actúa como si no costara nada destruirlos o como si existieran en cantidades ilimitadas. Por otro lado, el desconocimiento de las relaciones de producción entre cantidad de servicios producidos y características de las áreas naturales limita el número de alternativas de manejo que aseguren la sustentabilidad de estas áreas. Ambos problemas conducen a una sobreutilización de los bienes y servicios derivados de las áreas naturales que sí tienen mercado, dando por resultado un eventual agotamiento de estas áreas y la consecuente reducción en la producción de servicios ambientales (Torres, R. J. M, *et al*, en www.ine.gob.mx).

Los servicios que prevén los ecosistemas se pueden dividir en tres grandes categorías:

- Los servicios de la provisión de bienes: como alimentos, medicinas, fibras, leña, madera, semillas, entre otros.
- Los servicios ligados a la regulación del medio ambiente; la provisión de agua, calidad del aire, control de la erosión, diversidad biológica, banco genético y como soporte esencial en la litigación de riesgos naturales.
- Los servicios que tienen que ver con su valoración por razones culturales, religiosas y como espacios importantes para la recreación.

A continuación se presenta una breve caracterización de la situación actual de las tres grandes categorías mencionadas en el área natural protegida:

Servicios de provisión de bienes: Por tratarse de un área natural protegida (APFFLP), la explotación de los recursos naturales presenta fuertes restricciones; actualmente, uno de los problemas principales del área como proveedor de bienes, es el uso del suelo, ya que el crecimiento de la mancha urbana de Guadalajara está

ejerciendo una fuerte presión hacia el mismo. Esta situación no se vería fomentada con la ejecución del proyecto. Por otro lado, con la implantación estricta de las medidas de mitigación expuestas en el Capítulo VI de este documento, se prevendrá cualquier explotación de los bienes que presenta el Bosque La Primavera y específicamente la Zona de Aprovechamiento Especial, en donde se ubica el proyecto.

Servicios ligados a la regulación del medio ambiente:

Calidad del aire: Por la conformación, composición y grado de conservación de su macizo boscoso, esta área natural protegida representa un regulador de la composición química de la atmósfera, mediante la captura de carbono y la fijación de nutrientes, así como del clima en la región, al funcionar como amortiguador y catalizador de las fluctuaciones provocadas por el área urbana adyacente al área natural protegida.

Al respecto, es importante mencionar que como parte del proyecto, los principales impactos hacia la calidad del aire son a) las emisiones a la atmósfera de H_2S y CO_2, entre otros gases incondensables, y b) la liberación continua de energía en forma de calor como producto del aprovechamiento del recurso geotérmico y la propia operación de la central; sin embargo, también es importante enfatizar que con el fin de mitigar dichos impactos se tiene contemplado cumplir con los criterios y recomendaciones internacionales en materia de concentración máxima H_2S, implementar un programa de monitoreo de H_2S en área aledañas al campo geotérmico, dentro de la propia área protegida, e implementar los programas de reforestación anuales y de establecimiento de áreas forestales de compensación.

Con lo anterior, se presume que los servicios ambientales que ofrece el Bosque de la Primavera con relación a la composición química de la atmósfera y del clima, no se afectarán con el desarrollo del proyecto; por el contrario, al continuarse con los programas de reforestación que se han venido realizando dentro del bosque, se pretende que dicho servicio ambiental se mantenga y, en el mejor de los casos, se mejore.

Hidrología superficial y subterránea: De acuerdo con el programa de manejo del área natural protegida del Bosque La Primavera, esta área proporciona protección a la cuenca y subcuencas hidrológicas en que se ubica, representando uno de los principales aportes de agua a la región, en particular a la ciudad de Guadalajara; funcionando como fundamental sitio para la captación, filtración, transporte y saneamiento de aguas superficiales y subterráneas.

Al respecto, es importante mencionar que para la construcción y operación del proyecto no se requerirá del uso de las aguas superficiales y subterráneas presentes en el área protegida; sin embargo, y con el fin de mejorar este servicio ambiental, se tiene contemplado implementar los programas de reforestación anuales y de establecimiento de áreas forestales de compensación, con las cuales se promovería una mayor infiltración del agua pluvial y de los escurrimientos superficiales.

Suelo: En términos generales el Bosque La Primavera presenta suelos escasamente evolucionados con procesos de intemperización química muy lentos, debido principalmente a la litología aflorante, compuesta por rocas geológicamente recientes, con lo cual el proceso de formación de suelos también es lento. Adicionalmente, la alta evapotranspiración en el bosque y lo abrupto de la topografía son factores que contribuyen a retrasar la construcción de suelos residuales. De acuerdo con el Plan de Manejo del APFFLP, el 80% del suelo involucrado en el ANP presenta valores de contenido de materia orgánica menores al 2%, lo que indica que no existe el suelo típico de bosque como era de esperarse.

El principal factor de degradación del suelo en la región es la erosión ocasionada básicamente por el cambio de uso del suelo, con su consecuente eliminación de la cubierta vegetal, lo cual, ha propiciado la pérdida de hasta un 75% del horizonte superficial del suelo. En la región, de manera general, se presentan dos grados de erosión, la ligera con menos de 10 t/ha/año, afectando alrededor del 27% de la superficie y el 73% con erosión

moderada con una pérdida de suelo de hasta 50 t/ha/año. Por otra parte, los suelos que constituyen el APFFLP presentan, como característica común, la escasa capacidad para formar agregados, por lo que son muy susceptibles a la erosión, registrándose valores permisibles de pérdida de suelo en menos del 1% del área, mientras que en el 7%, las pérdidas son irreversibles.

Para evitar que el proyecto geotermoeléctrico que nos ocupa contribuya a esta degradación del suelo ha propuesto entre sus medidas de mitigación y/o compensación, los siguientes objetivos:

- Detener y revertir los procesos de degradación del suelo y sus funciones dentro de la Zona de Aprovechamiento Especial (campo geotérmico Cerritos Colorados).
- Ampliar la cobertura forestal mediante la reforestación con la utilización de especies nativas.
- Restablecer las zonas que hayan cambiado el uso del suelo para reintegrarlas como áreas de bosque.

Flora y Fauna: de acuerdo con el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, este bosque es un hábitat crítico para especies de la flora y fauna representativas de la región, reservorio genético y corredor biológico entre los sistemas naturales de la región, al mantener la diversidad biológica y el patrimonio genético y favorecer la continuidad de los procesos evolutivos; lo que lo convierte en un laboratorio vivo para el desarrollo de la investigación científica y la educación ambiental.

Con relación a estos servicios ambientales que ofrece esta área natural protegida, es importante enfatizar que el crecimiento de la mancha urbana en los alrededores de la misma, representa un riesgo de quedar como un macizo aislado, por lo que lo establecido en dicho programa con relación a ser un corredor biológico entre los sistemas naturales de la región es altamente cuestionable; sin embargo, y con el fin de mantener éstos servicios ambientales relativos a la flora y fauna en general, se prevén, como medidas de prevención, mitigación y compensación, llevar a efecto algunas acciones, de las cuales cabe mencionar las siguientes:

- Realizar la remoción del arbolado y despalme estrictamente dentro de las áreas de ocupación de las obras del proyecto.
- Diseñar y aplicar un programa específico de manejo de flora silvestre en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2001 o MER) previo a las actividades de desmonte y despalme.
- Diseñar y aplicar un programa específico de compensación forestal en áreas aledañas a las obras, que sirva además como hábitat alternativo para la fauna silvestre.
- Diseñar y aplicar un programa específico de manejo de fauna silvestre en riesgo, previo a las actividades de desmonte y despalme

Es importante recalcar que los impactos hacia los componentes de la flora y fauna en general resultaron como no significativos o poco significativos, por lo que con dichas medidas los servicios ambientales con respecto a este factor no se pondrán en riesgo.

Servicios como espacios importantes para la recreación

Paisaje: Según el programa de manejo del área protegida La Primavera, el área representa valores escénicos y paisajísticos de vital trascendencia que permiten la generación de oportunidades para la implementación y desarrollo de actividades de recreación y ecoturismo.

Este servicio ambiental es uno de los que resultaron como de mayor impacto ya que el introducir estructura nueva dentro del sistema, presupone una afectación hacia la calidad visual del paisaje y en menor grado, a su calidad intrínseca; sin embargo, con el fin de disminuir dicho impacto se tiene contemplado, en la medida de lo posible, El impacto a la calidad visual intrínseca del paisaje puede ser moderadamente reducido con la aplicación del

programa de reforestación, preferentemente en aquellos puntos o sitios estratégicos de observación por los espectadores, así como también con las plantaciones alrededor de las obras construidas.

Impactos positivos

Interesan más los impactos positivos en el ambiente, la adopción de tecnologías limpias y eficientes para generar energía eléctrica es el principal atributo de este proyecto, que aunque no se evaluaron, implican una significativa reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero; en atención a la demanda de energía por todos los sectores de la Zona Metropolitana de Guadalajara, que en este contexto, implica un impacto positivo en el factor socioeconómico, al generar empleos y movilizar la economía local por la demanda de servicios en todas las etapas.

Otra acción significativa, que se evitó en el proceso de selección de sitios, fueron los desmontes, al seleccionar el sitio para la plataforma en un área principalmente reforestada y con escasa vegetación arbórea natural y con vegetación secundaria; y por otra parte, la trayectoria de la línea paralela al camino de acceso al campo geotérmico, con lo que se evitaría construir la brecha para maniobras y patrullaje, característica para este tipo de obras. Para el tendido y tensado de los cables, así como para la operación de la línea, se tendrá un manejo de la vegetación especial, el cual se limitará únicamente al derribo de la vegetación arbórea en una franja de 4 metros dentro del derecho de vía y posteriormente a la poda de árboles que directamente afecten el tendido del cableado y la operación de la línea; asimismo, se respetará el estrato herbáceo y arbustivo dentro de esta franja, otorgando con ello un gran peso específico al carácter de Área Natural Protegida al área de ocupación del proyecto.

V.4. Delimitación del área de influencia

Tomando como base la evaluación de los impactos ambientales identificados y evaluados para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, en esta primera etapa, el área de influencia del proyecto se ubica dentro del área de estudio definida en el capítulo anterior.

Las emisiones a la atmósfera durante la etapa de operación, especialmente del ácido sulfhídrico (H_2S), es tal vez el impacto ambiental de mayor extensión para el proyecto; de acuerdo con los resultados del estudio de dispersión de este gas para el proyecto (Anexo II-6, del Capítulo VIII), obtenidos por el modelo de dispersión atmosférico para la operación de una central de 25 MW (primera etapa del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados) y con diferentes escenarios, tomando en cuenta la dirección y velocidad del viento en diferentes temporadas del año, concluyen que no representa ningún problema desde el punto de vista de emisiones del H_2S ya que en todos los escenarios propuestos, no se tienen valores de los cuartos máximo por arriba de 150 $\mu g/m^3$ que es el límite máximo permisible a 24 horas establecido por la Organización Mundial de la Salud.

Como se puede observar en las Figuras V.5, V.6 y V.7, en ninguno de los escenarios, ya sea considerando la operación de una central de 25 MW y la operación simultánea de otra de 50 MW, se tienen valores de concentración que pudieran causar nauseas o dolor de cabeza. Sólo se tienen valores de concentraciones que, con base en la Tabla V.16 de afectaciones publicada por la EPA, son ligeramente perceptibles para el olfato humano. Por otra parte, las concentraciones más altas estimadas por el modelo se ubican en un radio no mayor de tres kilómetros donde no existen asentamientos humanos que pudiesen ser afectados por las emisiones generadas por el Proyecto geotérmico Cerritos Colorados.

Tabla V.16 Efecto del ácido sulfhídrico sobre humanos (EPA, 1978)[1]. Modificado.		
Concentraciones (H_2S)		**Síntomas**
µg/m^3	**ppm**	
1 – 42	0,0007 – 0,030	Umbral de olor. No se reportan daños a la salud.
10	0,007	Umbral del efecto reflejo en ojos sensibles a la luz
150	0,108	Olor ligeramente perceptible. **Criterio de la OMS para el umbral de olor**
450 -500	0,33 - 0,36	Olor definitivamente perceptible, puede causar nauseas, dolor de cabeza
3 757 – 7 374	2,7 – 5,3	Olor ofensivo y moderadamente intenso
13 900	10	**Límite máximo permisible NOM-010-STPS-1994**
15 000	11	Concentración mínima que causa irritación en el ojo.
30 000	22	Máxima exposición ocupacional permitida para 8 horas (Límite de tolerancia ACGIH)
27 828 – 45 916	20 – 33	Olor fuerte pero no intolerable
139 000	100	Puede causar pérdida del sentido del olfato en pocos minutos
292 192	210	Olor no tan picante, probablemente debido a parálisis respiratoria
1 043 542	750	Virtualmente no hay sensación de olor; la muerte puede ocurrir rápidamente en muy corta exposición

De los resultados obtenidos por el modelo de dispersión se tiene que las afectaciones a la vegetación no son significativas ya que los valores más altos obtenidos para los diferentes escenarios modelados, se encuentran muy debajo de los 417 µg/m^3 (0,3 ppm) de H_2S, que son los valores en los cuales se observan daños foliares en la vegetación, ver Tabla V.17.

Finalmente, es importante señalar que la misma orografía presente en la zona de estudio donde se tienen elevaciones por arriba de los 2 000 msnm, servirán de barrera natural para aminorar la dispersión del ácido sulfhídrico en las poblaciones aledañas, como La Venta de Astillero y La Primavera al norte, al este la ciudad de Guadalajara y al sur el fraccionamiento Santa Ana.

Con respecto a los demás impactos ambientales identificados como significativos, éstos tienen una extensión puntual y/o local, que para el caso del proyecto de generación, no rebasan los límites de la Zona de Aprovechamiento Especial.

Uno de los impactos significativos también identificados para el proyecto es la percepción social del mismo en la sociedad, la cual obviamente rebasa las fronteras del área de estudio definida para el proyecto, no obstante, este tipo de impactos no fueron tomados en cuenta para definir del área de influencia.

[1] Environmental Protection Agency, U.S. 1978. Pollution control guidance for geothermal energy development. EPA-600/7-78-101. Pp. 38-39.

Tabla V.17
Efectos del ácido sulfhídrico sobre vegetación (Thompson y Katz, 1978)

Concentración H_2S en ppm	Tiempo de exposición	Especie	Efecto
0,03 (41,7 µg/m^3)	117 días	*Aesculus californica*	No visible.
	246 días	*Pseudotsuga menziesii*	No visible.
	76 días	*Pinus ponderosa*	No visible.
	134 días	*Beta vulgaris*	Estimulación significativa en el crecimiento y peso seco.
	117 días	*Vitis vinifera*	No se observaron efectos foliares. Incremento en el peso húmedo.
	28-35 días	*Medicago sativa*	Estimulación significativa en el crecimiento y producción.
	75 días	*Lactuca sativa*	Estimulación significativa en el crecimiento, peso seco y húmedo.
0,10 (139 µg/m^3)	42 días	*Pseudotsuga menziesii*	Insignificante.
	134 días	*Beta vulgaris*	Estimulación significativa en el crecimiento.
	117 días	*Vitis vinifera*	Incremento en peso húmedo de la hoja, ligera reducción en biomasa.
	28-35 días	*Medicago sativa*	No tuvo efectos sobre el crecimiento y producción.
	75 días	*Lactuca sativa*	Incremento en peso seco y húmedo.
0,30 (417 µg/m^3)	28 días	*Aesculus californica*	Hojas con ligera coloración bronceada.
	42 días	*Pseudotsuga menziesii*	Daño foliar extenso. Reducción en crecimiento y peso seco.
	56 días	*Pinus ponderosa*	Quemaduras en las puntas de las hojas. Poca defoliación.
	134 días	*Beta vulgaris*	Inhibición significativa en biomasa, reducción en contenido de azúcar y acumulación de azufre en hojas.
	117 días	*Vitis vinifera*	Reducción de biomasa.
	28-35 días	*Medicago sativa*	Reducción en crecimiento y producción. Daño foliar.
	75 días	*Lactuca sativa*	Reducción en peso seco y húmedo.
3,00 (4 170 µg/m^3)	28 días	*Aesculus californica*	Hojas con coloración bronceada.
	56 días	*Aesculus californica*	Inicio de defoliación, pero sólo la hojas viejas fueron afectadas
	42-56 días	*Pseudotsuga menziesii*	Defoliación.
	42-56 días	*Pinus ponderosa*	Quemaduras en las puntas de las hojas, primero las más viejas.
	70 días	*Pinus ponderosa*	Defoliación.
	28 días	*Vitis vinifera*	Lesiones blancas o amarillas sobre hojas. Defoliación.
	5 días	*Medicago sativa*	Daño foliar y reducción de crecimiento, lesiones blancas marginales en hojas.
	59 días	*Lactuca sativa*	Reducción de crecimiento.

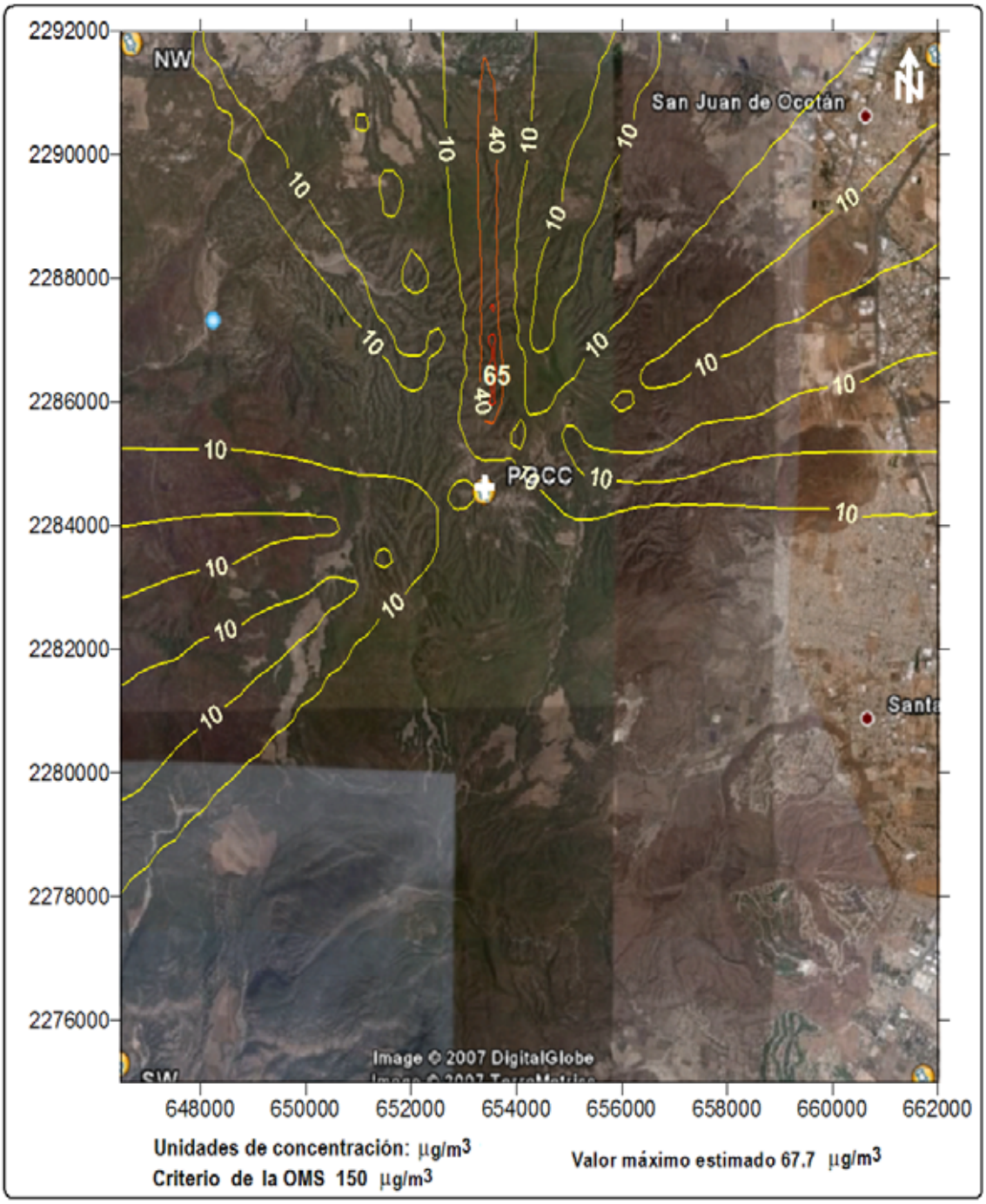


Figura V.5. Curvas de isoconcentración de las posibles emisiones de H_2S con una Unidad de 25 MW. Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados. **Escenario 1**

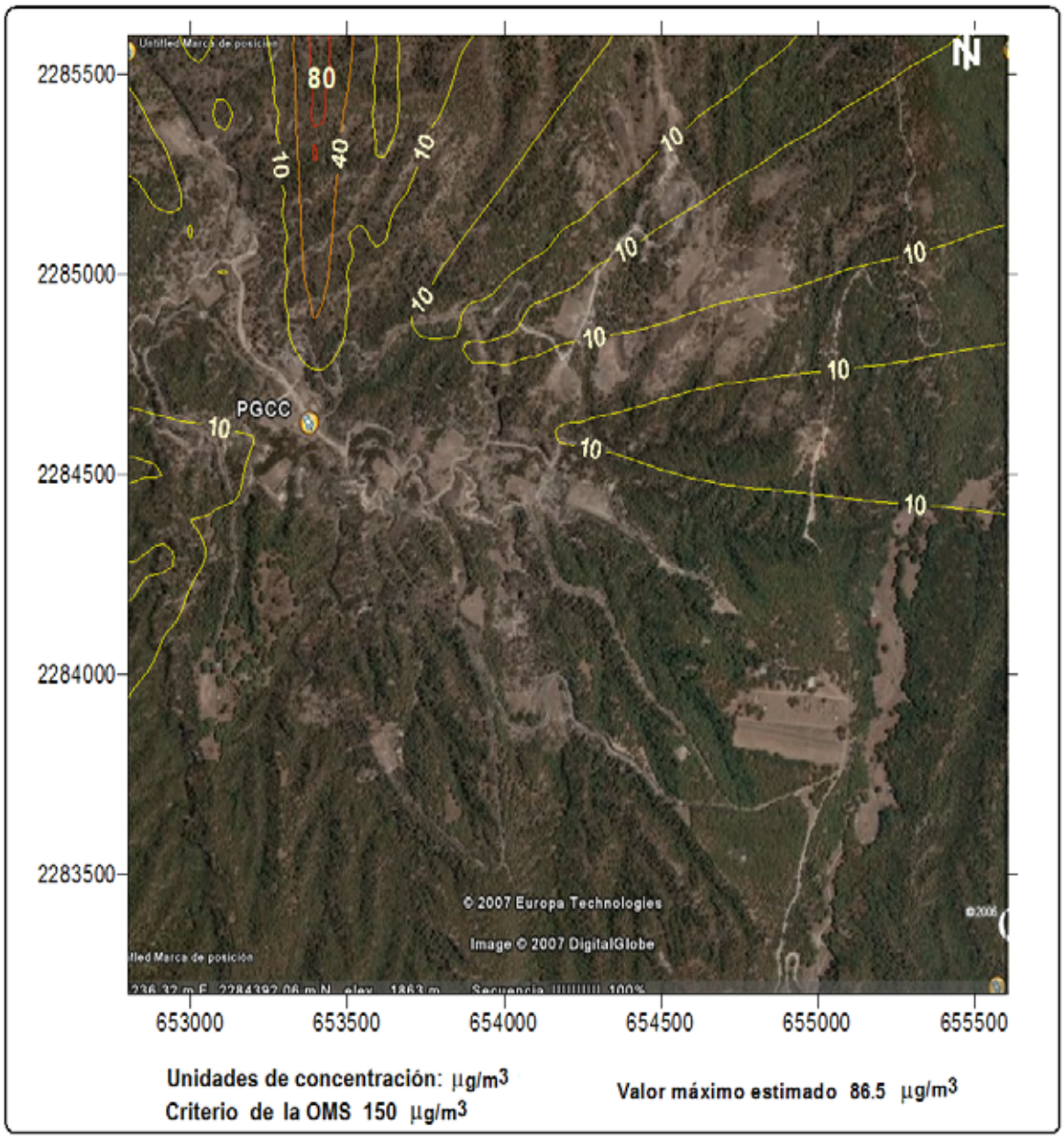


Figura V.6. Curvas de isoconcentración de las posibles emisiones de H2S con una Unidad de 25 MW. Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados. **Escenario 3**

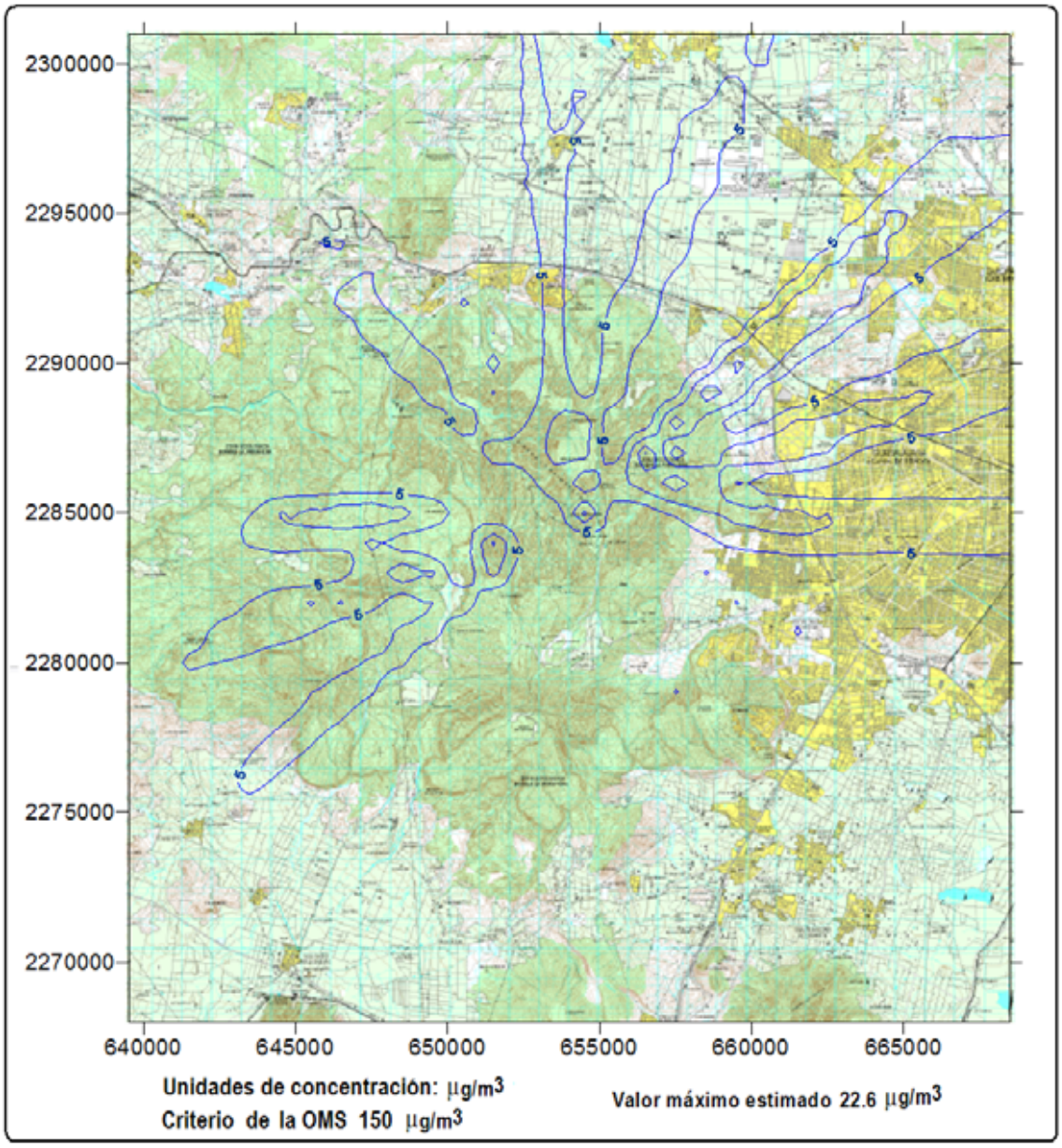


Figura V.75. Curvas de isoconcentración de las posibles emisiones de H_2S con una Unidad de 25 MW. Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados. **Escenario 5**

[1] **Comisión Federal de Electricidad. 2007.** Estudio de dispersión del ácido sulfhídrico. Proyecto Cerritos Colorados. Gerencia de Protección Ambiental-CFE. 38 pp.

Capítulo VI

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Regional
Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados

(25 MW - Primera Etapa)

CONTENIDO

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL **VI-3**

VI.1 Clasificación de las medidas de mitigación **VI-4**
VI.2 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas **VI-4**
VI.3 Descripción del Programa Estratégico de Medidas de Mitigación **VI-5**
VI.3.1 Especificaciones ambientales para cada medida de mitigación de impactos VI-10
VI.4 Medidas propuestas para el cumplimiento de los criterios de regulación ecológica y políticas del POETEJ **VI-15**
VI.5 Medidas propuestas para el cumplimiento de los lineamientos del PMAPFFLP **VI-26**
VI.6 Medidas de mitigación realizadas para controlar impactos residuales derivados de actividades de exploración por la CFE **VI-27**
VI.7 Ordenamientos legales que deberán cumplirse estrictamente **VI-29**
VI.8 Programas específicos a implementarse **VI-30**
- Programa de Reforestación Anual VI-31
- Programa de control de los residuos (peligrosos y no peligrosos) VI-33
- Programa de limpieza del sitio VI-35
- Programa de conservación y protección a la fauna silvestre VI-34

VI.9 Impactos residuales **VI-34**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas VI-5
Tabla VI.2 Programa Estratégico de Medidas de Mitigación para los impactos ambientales del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco VI-6
Tabla VI.3 Acciones para dar cumplimiento a los Criterios ecológicos en la UGA ANP4 117C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jal. VI-16
Tabla VI.4 Acciones para dar cumplimiento a los Criterios ecológicos en la UGA Ah4 136C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jal. VI-19
Tabla VI.5 Acciones para dar cumplimiento a los Criterios ecológicos en la UGA Ah4 137C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jal. VI-22
Tabla VI.6 Acciones para dar cumplimiento a los Criterios ecológicos en la UGA Ah4 139 R para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jal. VI-25
Tabla VI.7 Medidas que deberá cumplir la CFE para asegurar compatibilidad del proyecto con los lineamientos jurídicos del APFFLP VI-26
Tabla IV.8 Medidas de mitigación realizadas para controlar impactos residuales derivados de actividades de exploración por la CFE VI-28
Tabla VI.9 Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto VI-29
Tabla VI.10 Datos de la reforestación realizada por la CFE en el campo geotérmico Cerritos Colorados y en otras áreas del Bosque La Primavera VI-32
Tabla VI.12 Superficie actual ocupada en el campo geotérmico Cerritos Colorados VI-36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1 Aspectos de la reforestación que se ha realizado en la periferia de algunas plataformas (PR-8, PR-9 y PR-1) en el campo geotérmico VI-33

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En este capítulo se dan a conocer el diseño y el programa de ejecución o aplicación de las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos o significativos que el proyecto puede provocar en cada etapa de su desarrollo. A continuación se explica brevemente como se integró este capítulo, destacando que la estrategia de mitigación tiene varios componentes.

En un principio se describen los criterios considerados para clasificar las medidas de mitigación propuestas de acuerdo con su naturaleza; posteriormente, se agruparon los impactos ambientales en función del tipo de medida de mitigación propuesta, y por último, se describe el Programa Estratégico de Medidas de Mitigación, acotando para cada impacto potencial las medidas a adoptar, su clasificación, periodo de ejecución y el nivel en que se podrá abatir el impacto (mitigabilidad).

Como complemento de este Programa Estratégico se diseñaron las especificaciones ambientales para cada medida de mitigación que lo requiere, incluyendo la descripción de la medida, supervisión y especificaciones de operación y mantenimiento, cuando lo requiera.

Un aspecto adicional en este capítulo fue la revisión de los criterios ecológicos que establece el Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Jalisco, ya que el proyecto se ubica dentro de cuatro Unidades de Gestión Ambiental, como se ha identificado en el Capítulo III de este documento. El objeto de esta revisión fue proponer las acciones con las cuales la CFE garantizará el cumplimiento cabal de las políticas y criterios ecológicos definidos en este instrumento de ordenamiento.

Asimismo, se retomó la información del Capítulo III referente a las medidas que la CFE deberá adoptar para garantizar la compatibilidad del proyecto con los Componentes Jurídico, de Manejo, de Educación Ambiental, Divulgación y Capacitación; descritos en el Programa de Manejo del APFFLP.

Retomando la información contenida en el Capítulo IV en el diagnóstico ambiental, donde se presentan las condiciones en la ZAE derivadas de impactos anteriores durante la exploración, se proponen una serie de medidas de mitigación que de acuerdo con los especialistas, deberán aplicarse para lograr un alto nivel de mitigabilidad de estos impactos residuales, de modo que no signifiquen un impacto acumulativo con los impactos a generar en posteriores etapas de desarrollo del proyecto.

También se enuncian las medidas de prevención y mitigación que han sido consideradas como parte del proceso técnico – constructivo (Capítulo II), lo que ha permitido excluir de la evaluación algunos impactos; estas medidas deberán ejecutarse con el objeto de evitar la presencia de impactos potenciales.

Finalmente, se enuncian todos los ordenamientos legales que la CFE deberá cumplir con el objeto de evitar o reducir impactos normados por la legislación ambiental aplicable.

VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación

Las medidas de mitigación de los impactos se clasificaron de acuerdo con su naturaleza, considerando cinco tipos de medidas en esta clasificación; a continuación se describen los criterios utilizados para definir las medidas de mitigación propuestas en el Programa Estratégico de Medidas de Mitigación:

1. Prevención: Conjunto de disposiciones que tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse por la realización de una o varias actividades del proyecto, a fin de evitar el deterioro del ambiente. Entre los programas que cumplen este fin se encuentran el monitoreo de ácido sulfhídrico, monitoreo de agua y monitoreo de ruido.

2. Reducción o mitigación. Conjunto de acciones tendientes a reducir o disminuir los impactos ambientales adversos manifestados, aún y con la aplicación de las medidas preventivas. Por ejemplo, el impacto visual ocasionado por las emisiones a la atmósfera o por la construcción de la central geotermoeléctrica, para lo cual se propone el programa de reforestación de la periferia del campo geotérmico y programa de conservación de la fauna silvestre.

3. Remediación: Cuando las estrategias de manejo de residuos fallan en prevenir que el contaminante ingrese al medio ambiente, es necesario implementar estrategias de remediación. Las estrategias de remediación buscan, una vez que el contaminante se encuentra sin control en el medio (agua, suelo, aire): contenerlo o reducirlo (disminuir su toxicidad y/o volumen y/o movilidad para en consecuencia reducir la exposición y el riesgo).

4. Rehabilitación: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales.

5. Compensación: Son aquellas actividades que pretenden retribuir o resarcir el impacto ambiental que el proyecto ocasionará y que no podrán ser ni prevenidos ni mitigados, un ejemplo de este tipo de medida es el desarrollo de programas de reforestación.

VI.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas

En este apartado se agruparon los impactos ambientales en función del tipo de medida de mitigación que se proponen en el Apartado VI.1, nótese que no solamente se consideraron los impactos moderadamente significativos o poco significativos; sino que, considerando la importancia ambiental y el diagnóstico del área de estudio, se tomaron en cuenta algunos que en la evaluación resultaron ser poco significativos pero ameritan la aplicación de medidas de mitigación para reducir al mínimo sus efectos negativos.

Tabla VI.1 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas		
Impacto a mitigar	**Tipo de medida que se debe aplicar**	**Significancia del impacto**
Emisiones de H_2S a la atmósfera durante la operación de la unidad generadora	Prevención	S
Disminución de la calidad visual y del paisaje durante todas las etapas del proyecto, excepto en el abandono del sitio	Reducción	PS
Percepción social negativa del proyecto, en todas las etapas del proyecto, excepto en el abandono del sitio	Reducción	PS
Emisiones a la atmósfera por el equipo y maquinaria durante todas las etapas del proyecto, principalmente en la preparación del sitio y construcción	Reducción	PS
Emisiones a de ruido por el equipo y maquinaria durante todas las etapas del proyecto, principalmente en la preparación del sitio, construcción y perforación	Reducción	NS
Disminución de la abundancia de fauna silvestre en el área de ocupación (ZAE), principalmente en la etapa de preparación del sitio	Compensación	NS
Disminución de la cobertura vegetal; ocasionado por desmontes y despalmes, durante la preparación de los sitios.	Compensación	NS
Afectación de especies vegetales en riesgo (MER)	Prevención	NS
Afectación de especies en riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001) protegidas de flora y fauna silvestres	Prevención	NS
Modificación de las características físicas del suelo por actividades de preparación del sitio y construcción	Rehabilitación	NS
Modificación de las características químicas del suelo por derrames accidentales de residuos (aceites) o aguas residuales	Remediación	NS
Modificación parcial del cauce del Arroyo El Caracol	Rehabilitación	NS

NS – No significativo; PS – Poco significativo; S – Significativo

Puede observarse que la mayor parte de las medidas propuestas corresponden al tipo de reducción. Lo anterior puede interpretarse como una alta eficiencia en la aplicación del Programa Estratégico de Medidas de Mitigación, ya que las medidas de remediación, según la definición, se aplicarán en caso de que inevitablemente ocurra un impacto ambiental y consecuentemente se apliquen acciones para remediar un daño ya ocasionado.

VI.3. Descripción del Programa Estratégico de Medidas de Mitigación

Para integrar el Programa Estratégico de Medidas de Mitigación se requirió el siguiente procedimiento:

1. Se retomó la información obtenida en el Capítulo V, referente a los impactos significativos identificados durante la evaluación de impactos ambientales.
2. A cada impacto ambiental seleccionado, se le diseñó y propuso por parte de los especialistas, una medida de mitigación, determinando también el tipo de medida de acuerdo con la clasificación establecida en el Apartado VI.1.
3. Así mismo, se precisó en que etapa del proyecto se debería implementar dicha medida, con lo cual se establece también la duración de su aplicación.
4. Por último, se consideró también la mitigabilidad que se espera obtener con la aplicación de cada medida, entendida ésta como el grado en que se estima será abatido cada impacto adverso, tomando como referencia, las Normas Oficiales Mexicanas existentes para el parámetro analizado.

Tabla VI.2
Programa Estratégico de Medidas de Mitigación para los impactos ambientales del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Factor ambiental	Impacto potencial y significancia	Medidas de mitigación	Clasificación	Etapa de aplicación					Mitigabilidad	Especificación
				PS	CO	PE	OM	D/A		
Fauna silvestre	Disminución de la abundancia de fauna silvestre en el área de ocupación (ZAE), principalmente en la etapa de preparación del sitio **(a,b,c,d,e,f,g,h,i)** Afectación de especies en riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001) protegidas de fauna silvestres **(a,b,d,f,g)**	**a.** Realizar la remoción del arbolado, despalmes, cortes, excavaciones y rellenos estrictamente dentro de las áreas de ocupación de las obras.	Red	X					Alta	No.1
		b. Diseñar y aplicar un ***Programa Específico de Manejo de Fauna Silvestre en Riesgo***, previo a las actividades de desmonte, despalmes, cortes, rellenos, excavaciones, construcción de vaporductos, tubería de inyección y línea de subtransmisión.	Pre	X	X				Alta	No. 2
		c. Cumplir con la normatividad ambiental referente a emisiones de ruido proveniente de escapes de maquinaria, equipo y vehículos.	Red	X	X	X	X	X	Alta	NOM-080
		d. El personal que labore en las obras deberá respetar los horarios diurnos y limitará sus actividades al área de ocupación de las obras	Red	X	X	X	X	X	Alta	No. 3
		e. Cumplir con la normatividad ambiental referente a emisiones de ruido proveniente de fuentes fijas.	Red		X	X	X		Alta	NOM-081
		f. Colocar un cercado perimetral en las presas de lodos y/o estanques de enfriamiento para evitar el acceso a la fauna terrestre	Pre				X		Alta (?)	No. 4
		g. Diseñar y aplicar un ***Progama Específico de Compensación Forestal*** en áreas aledañas a las obras que sirvan como hábitat alternativo para la fauna silvestre	Com			X	X	X	Alta (?)	No. 5
		h. Una vez concluida la vida útil del proyecto, retirar la totalidad de la infraestructura y ejecutar acciones para devolver el suelo y la vegetación a sus condiciones originales.	Reh					X	Alta	No. 7
		i. Una vez concluida la vida útil del proyecto, ejecutar acciones para devolver el cauce del arroyo El Caracol a sus condiciones originales.	Reh					X	Alta	No. 7

Tabla VI.2
Programa Estratégico de Medidas de Mitigación para los impactos ambientales del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Factor ambiental	Impacto potencial y significancia	Medidas de mitigación	Clasificación	Etapa de aplicación					Mitigabilidad	Especificación
				PS	CO	PE	OM	D/A		
Vegetación	Disminución de la cobertura vegetal; ocasionada por desmontes y despalmes, durante la preparación de los sitios. (a, c) Afectación de especies vegetales en riesgo (MER), (b) Afectación de especies en riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001) protegidas de flora y fauna silvestres (b)	a. Realizar la remoción del arbolado, despalmes, cortes y rellenos estrictamente dentro de las áreas de ocupación de las obras.	Red	X					Alta	No.1
		b. Diseñar y aplicar un ***Programa Específico de Manejo de Flora Silvestre en Riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001 o MER)*** Previo a las actividades de desmonte, despalmes, cortes, rellenos, excavaciones, construcción de vaporductos, tubería de inyección y línea de subtransmisión.	Pre	X	X				Alta	No. 6
		c. Diseñar y aplicar un ***Progama Específico de Compensación Forestal*** en áreas aledañas a las obras	Com		X	X	X	X	Alta	No. 5
Social	Percepción social negativa del proyecto, en todas las etapas del proyecto, excepto en el abandono del sitio	Diseñar y aplicar un ***Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental***	Red		X	X	X		Alta (?)	No. 8
		Diseñar y aplicar un ***Progama Específico de Compensación Forestal*** en áreas aledañas a las obras	Com		X	X	X	X	Alta	No. 5
Suelo	Modificación de las características físicas del suelo por actividades de preparación del sitio y construcción (a) Modificación de las características químicas del suelo por derrames accidentales de residuos (aceites) o aguas residuales (b)	**a.** Una vez concluida la vida útil del proyecto, retirar la totalidad de la infraestructura y ejecutar acciones para devolver el suelo y la vegetación a sus condiciones originales.	Reh					X	Alta	No. 7
		b. Aplicar lo que establece la legislación ambiental en materia de residuos peligrosos	Rem	X	X	X	X		Alta	LGPGIR NOM-052

Tabla VI.2
Programa Estratégico de Medidas de Mitigación para los impactos ambientales del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Factor ambiental	Impacto potencial y significancia	Medidas de mitigación	Clasificación	Etapa de aplicación					Mitigabilidad	Especificación
				PS	CO	PE	OM	D/A		
Aire	Emisiones a la atmósfera por el equipo y maquinaria durante todas las etapas del proyecto, principalmente en la preparación del sitio y construcción	Cumplir con la normatividad ambiental en materia de emisión de contaminantes provenientes de automotores	Red	X	X	X	X		Alta	NOM-041 NOM-042 NOM-044 NOM-045
	Afectación de la calidad del aire por la emisión de contaminantes (H_2S)	Cumplir con los criterios y recomendaciones internacionales en materia de concentración máxima de H_2S (calidad del aire y laboral)	Red				X		Alta	Criterio OMS NOM-010 STPS-1994
		Implementar un ***Programa de Monitoreo de la concentración de H_2S*** en áreas aledañas al campo geotérmico.	Pre				X		Alta	Ver Capítulo VII
	Emisiones a de ruido por el equipo y maquinaria durante todas las etapas del proyecto, principalmente en la preparación del sitio, construcción y perforación	Cumplir con la normatividad ambiental referente a emisiones de ruido proveniente de fuentes fijas	Red		X		X		Alta	NOM-081
		Cumplir con la normatividad ambiental referente a emisiones de ruido proveniente de escapes.	Red	X	X	X	X	X	Alta	NOM-080
Paisaje	Disminución de la calidad visual y del paisaje durante todas las etapas del proyecto, excepto en el abandono del sitio	Realizar la remoción del arbolado, despalmes, cortes y rellenos estrictamente dentro de las áreas de ocupación de las obras.	Red	X					Alta	No.1
		Una vez concluida la vida útil del proyecto, retirar la totalidad de la infraestructura y ejecutar acciones para devolver el suelo y la vegetación a sus condiciones originales.	Reh					X	Alta	No. 7
		Diseñar y aplicar un ***Progama Específico de Compensación Forestal*** en áreas aledañas a las obras	Com		X	X	X	X	Alta (?)	No. 5

Tabla VI.2
Programa Estratégico de Medidas de Mitigación para los impactos ambientales del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Factor ambiental	Impacto potencial y significancia	Medidas de mitigación	Clasificación	Etapa de aplicación					Mitigabilidad	Especificación
				PS	CO	PE	OM	D/A		
Paisaje	Disminución de la calidad visual y del paisaje durante todas las etapas del proyecto, excepto en el abandono del sitio	El manejo de los residuos deberá realizarse en apego a la legislación ambiental vigente	Pre	X	X	X	X	X	Ata	LGPGIR*

Com – compensación; Pre – prevención; Red – reducción; Reh – rehabilitación; Rem - remediación
*LGPGIR - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

VI.3.1. Especificaciones ambientales para cada medida de mitigación de impactos

A continuación se presentan las especificaciones ambientales para cada medida de mitigación de impactos que deberán adoptarse durante la ejecución del proyecto.

Se considera para cada especificación la medida, los impactos ambientales potenciales sobre los que actuará, el tipo de medida de acuerdo a la clasificación del apartado VI.1, la etapa del proyecto en la que se adoptará la medida, la descripción técnica de cómo debe ejecutarse la acción de mitigación, el responsable de supervisar su aplicación y periodicidad, así como las especificaciones de operación y mantenimiento, en su caso.

Especificación ambiental No. 1	
Medida de mitigación	Realizar la remoción del arbolado, despalmes, cortes, excavaciones y rellenos estrictamente dentro de las áreas de ocupación de las obras.
Impactos sobre los que actuará	1. Afectación en la abundancia de fauna silvestre por las actividades en el sitio del proyecto 2. Disminución de la cobertura vegetal; ocasionada por desmontes y despalmes, durante la preparación de los sitios. 3. Disminución de la calidad visual y del paisaje durante todas las etapas del proyecto, excepto en el abandono del sitio
Tipo de medida	De reducción
Etapa de aplicación	Preparación del sitio
Descripción	En este estudio se establecen las superficies estrictamente necesarias para la ejecución del proyecto, que deberán ser respetadas para evitar mayores impactos a los que ya se identificaron y se pretenden mitigar, acotando así las actividades de preparación del sitio solamente en las áreas que se mencionan a continuación: 0,96 ha para la unidad de 25 MW; 0,401 ha para la línea de subtransmisión; 0,140 ha para el acondicionamiento del camino de acceso; 0,450 para los vaporductos; 0,250 para las tuberías de inyección; sumando un total de 3,7310 ha.
Supervisión de la obra de mitigación	A cargo del responsable ambiental de CFE, de manera permanente, durante el tiempo de ejecución de los desmontes, despalmes, cortes y rellenos.
Especificaciones de operación y mantenimiento de la medida	No aplica

Especificación ambiental No. 2	
Medida de mitigación	Diseñar e implementar un ***Programa Específico de Manejo de Fauna Silvestre en Riesgo*** (NOM 059 SEMARNAT 2001) Previo a las actividades de desmonte, despalmes, cortes, rellenos, excavaciones, construcción de vaporductos, tubería de inyección y línea de subtransmisión.
Impactos sobre los que actuará	1. Disminución de la abundancia de fauna silvestre en el área de ocupación (ZAE), principalmente en la etapa de preparación del sitio 2. Afectación de especies en riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001) protegidas de fauna silvestres
Tipo de medida	De prevención
Etapa de aplicación	Preparación del sitio y construcción
Descripción	Deberá integrarse una brigada por especialistas en fauna silvestre, que previamente a las actividades de desmonte, despalmes, cortes, rellenos, e instalación de vaporductos y líneas de reinyección, deberán realizar recorridos de prospección a fin de ahuyentar la fauna silvestre que pueda desplazarse fuera de los sitios de afectación y detectar la presencia de fauna, así como sitios de anidación, reproducción y madrigueras; en caso de detectarse alguna de estas situaciones, se procederá a trasladar los ejemplares (con el instrumental adecuado y con las precauciones debidas para evitar dañarlos) hacia áreas aledañas al sitio de las obras, en sitios con características ambientales similares a donde fueron encontrados.
Supervisión de la obra de mitigación	A cargo del responsable ambiental de CFE, inmediatamente antes de la ejecución de los desmontes, despalmes, cortes y rellenos e instalación de vaporductos y líneas de reinyección.
Especificaciones de operación y mantenimiento de la medida	No aplica

Especificación ambiental No. 3	
Medida de mitigación	El personal que labore en las obras deberá respetar los horarios diurnos y limitará sus actividades al área de ocupación de las obras, excepto en las etapas de peroración y operación (las actividades se realizan de manera permanente, las 24 horas del día).
Impactos sobre los que actuará	1. Disminución de la abundancia de fauna silvestre en el área de ocupación (ZAE), principalmente en la etapa de preparación del sitio 2. Afectación de especies en riesgo de fauna silvestre
Tipo de medida	De reducción
Etapa de aplicación	Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio.
Descripción	Para reducir los impactos a la fauna y visuales principalmente, todo el personal que labore en la ejecución del proyecto deberá limitarse a realizar sus actividades y traslados dentro de los espacios destinados a las obras y caminos existentes. Las labores de preparación del sitio, construcción y abandono se realizarán en horarios diurnos, con énfasis en las que implican generación de ruido.
Supervisión de la obra de mitigación	A cargo del responsable ambiental de CFE, de manera permanente, durante el tiempo de ejecución de los desmontes, despalmes, cortes y rellenos.
Especificaciones de operación y mantenimiento de la medida	No aplica

Especificación ambiental No. 4	
Medida de mitigación	Colocar un cercado perimetral en las presas de lodos y/o estanques de enfriamiento para evitar el acceso a la fauna terrestre
Impactos sobre los que actuará	1. Disminución de la abundancia de fauna silvestre en el área de ocupación (ZAE), principalmente en la etapa de preparación del sitio 2. Afectación de especies en riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001) protegidas de fauna silvestres
Tipo de medida	De prevención
Etapa de aplicación	Operación de las presas de lodos
Descripción	Para prevenir el acceso de la fauna silvestre a estas presas de lodos (que contendrán aguas a altas temperaturas y con elementos que son tóxicos a elevadas concentraciones, Boro y Arsénico), deberá construirse un cercado perimetral en cada presa, que consistirá en una malla ciclónica, que rodeará completamente la plataforma y su presa de lodos, que evite el acceso a mamíferos mayores y menores (roedores). Con esta medida se pretende evitar la intoxicación o posible muerte de animales por beber agua en estos sitios.
Supervisión de la obra de mitigación	A cargo del responsable ambiental de CFE, semanalmente, durante el tiempo que operen las unidades generadoras.
Especificaciones de operación y mantenimiento de la medida	Deberá proporcionarse mantenimiento preventivo de manera periódica (anualmente) a estas instalaciones para protegerlas del deterioro y corrosión.

Especificación ambiental No. 5	
Medida de mitigación	Diseñar y aplicar un ***Progama Específico de Compensación Forestal*** en áreas aledañas a las obras.
Impactos sobre los que actuará	1. Disminución de la cobertura vegetal; ocasionada por desmontes y despalmes, durante la preparación de los sitios 2. Disminución de la abundancia de fauna silvestre en el área de ocupación (ZAE), principalmente en la etapa de preparación del sitio 3. Afectación de especies en riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001) protegidas de fauna silvestres 4. Percepción social negativa del proyecto, en todas las etapas del proyecto, excepto en el abandono del sitio 5. Disminución de la calidad visual y del paisaje durante todas las etapas del proyecto, excepto en el abandono del sitio
Tipo de medida	De compensación y reducción
Etapa de aplicación	Durante la etapa de operación del proyecto en su conjunto
Descripción	Para lograr los objetivos de compensar los impactos provocados, deberá diseñarse y aplicarse un ***Programa Específico de Establecimiento de Áreas Forestales de Compensación***, que en esencia consistirá en rehabilitar al menos una superficie equivalente a la que ocupará el proyecto (un total de 14,2664 ha), repoblando con especies nativas y con una composición florística, estructura y densidad semejante a la vegetación adyacente, para que con el tiempo se obtenga un bosque con la misma estructura de las asociaciones existentes. Con esto se pretende compensar la pérdida temporal del hábitat de la vida silvestre, así como recuperar el valor ambiental del bosque como proveedor de servicios ambientales y protector del suelo. Estas áreas forestales deberán establecerse en sitios cercanos a las obras, pudiendo variar en su extensión y forma, siempre y cuando se cumpla con los requisitos de superficie equivalente y que estas áreas se ubiquen dentro del área de influencia del proyecto.
Supervisión de la obra de mitigación	A cargo del responsable ambiental de CFE, quien supervisará la planeación, establecimiento y mantenimiento de las plantaciones durante la vida útil del proyecto.

Especificaciones de operación y mantenimiento de la medida	Una vez establecidas estas plantaciones, se deben considerar trabajos de replantes, mantenimiento silvícola y protección al menos durante los tres primeros años, de manera que se asegure un sobrevivencia del 80 % de los individuos plantados.

Especificación ambiental No. 6	
Medida de mitigación	Diseñar e implementar un ***Programa Específico de Manejo de Flora Silvestre en Riesgo*** (NOM 059 SEMARNAT 2001 o MER) previo a las actividades de desmonte, despalmes, cortes, rellenos, excavaciones, construcción de vaporductos, tubería de inyección y línea de subtransmisión.
Impactos sobre los que actuará	1. Afectación de especies vegetales en riesgo (MER) 2. Afectación de especies en riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001) protegidas de flora silvestre
Tipo de medida	De prevención
Etapa de aplicación	Preparación del sitio y construcción
Descripción	Deberá integrarse una brigada por especialistas en flora silvestre, que previamente a las actividades de desmonte, despalmes, cortes, rellenos, e instalación de vaporductos y líneas de reinyección, deberán realizar recorridos de prospección a fin de detectar la presencia de ejemplares listados en la norma ambiental de referencia o que estén en riesgo de acuerdo al parámetro MER. En caso de tratarse de ejemplares de talla pequeña, se considerará la factibilidad de trasplantarlos a un sitio aledaño, donde prevalezcan condiciones ambientales similares. Si se trata de ejemplares mayores, se procederá a estudiar su fenología reproductiva, para obtener germoplasma y propagar la especie en vivero, para que posteriormente sean reintroducidos los ejemplares propagados.
Supervisión de la obra de mitigación	A cargo del responsable ambiental de CFE, quien supervisará la colecta de germoplasma, establecimiento del vivero, la propagación de especies en riesgo y la reintroducción de ejemplares a su hábitat.
Especificaciones de operación y mantenimiento de la medida	El responsable ambiental de CFE también supervisará el mantenimiento de los ejemplares reintroducidos, al menos durante un periodo de dos años.

Especificación ambiental No. 7	
Medida de mitigación	Una vez concluida la vida útil del proyecto, retirar la totalidad de la infraestructura y ejecutar acciones para devolver el suelo y la vegetación a sus condiciones originales.
Impactos sobre los que actuará	1. Disminución de la abundancia de fauna silvestre en el área de ocupación (ZAE), principalmente en la etapa de preparación del sitio 2. Modificación de las características físicas del suelo por actividades de preparación del sitio y construcción 3. Disminución de la calidad visual y del paisaje durante todas las etapas del proyecto, excepto en el abandono del sitio
Tipo de medida	De rehabilitación
Etapa de aplicación	Al terminar la vida útil, al desmantelar la infraestructura y abandonar el sitio
Descripción	Aunque se trata de impactos con efectos prácticamente permanentes, se debe considerar esta etapa de abandono, durante la cual se debe retirar la infraestructura que haya sido utilizada para generar, transformar y transmitir la energía eléctrica. El retiro de la infraestructura y abandono supone un retorno a las condiciones originales del sitio; sin embargo deberán realizarse algunas prácticas en el suelo para devolverlo a su condición

	original, que consistirán en un barbecho al menos a 30 cm de profundidad y rastreo, con el objeto de facilitar el establecimiento de las especies vegetales pioneras en el proceso de sucesión vegetal, que podrá ocurrir consecuentemente de manera natural. El desmantelamiento implica también el retiro total de los residuos, sustancias y materiales utilizados durante la ejecución del proyecto.
Supervisión de la obra de mitigación	A cargo del responsable ambiental de CFE, de manera permanente, durante el tiempo de ejecución del desmantelamiento y abandono del sitio.
Especificaciones de operación y mantenimiento de la medida	No aplica

Especificación ambiental No. 8	
Medida de mitigación	Diseñar y aplicar un ***Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental***
Impactos sobre los que actuará	1. Percepción social negativa del proyecto (MS)
Tipo de medida	De reducción
Etapa de aplicación	Durante la etapa de preparación del sitio, construcción, de perforación, operación y mantenimiento.
Descripción	Se pretende reducir la percepción negativa que tienen los diferentes sectores sociales del proyecto en cuestión. Se deberá diseñar y aplicar un ***Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental***. Este programa deberá estar enfocado a difundir: 1) La descripción, importancia y justificación del proyecto 2) Los impactos generados por el proyecto y las medidas adoptadas para mitigarlos 3) Las acciones en materia de protección ambiental que ha ejecutado la CFE para certificarse como industria limpia 4) Las acciones que pueden emprender los sectores sociales para coadyuvar en el mejoramiento de la calidad ambiental en el APFFLP Su implementación se dirigirá a los visitantes, pobladores del ANP, ejidatarios directamente afectados por las áreas que ocupará el proyecto y población en general interesada en conocer el proyecto. La elaboración e implementación de este Programa Específico deberán estar validadas por la Administración del APFFLP, convirtiéndose en cumplimiento del Componente de Educación Ambiental, Divulgación y Capacitación, incluido en el Programa de Manejo del APFFLP.
Supervisión de la obra de mitigación	A cargo del responsable ambiental de CFE, en coordinación con personal del APFFLP.
Especificaciones de operación y mantenimiento de la medida	A cargo del responsable ambiental de CFE, en coordinación con personal del APFFLP.

VI.4. Medidas propuestas para el cumplimiento de los criterios de regulación ecológica y políticas del POETEJ

Con la finalidad de dar cumplimiento con los criterios de regulación ecológica definidos para las unidades de gestión ambiental establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Jalisco, decretado el 27 de Julio de 2001 (Periódico Oficial del Estado de Jalisco), modificado el 27 de julio de 2006, (en las tablas VI.3, VI.4, VI.5 y VI.6). Se señalan las actividades que CFE deberá realizar para su cumplimiento. Es conveniente señalar que no todos los criterios definidos para las unidades de gestión ambiental son aplicables a la ejecución del proyecto, como por ejemplo las políticas de desarrollo agrícola, ganadero, turístico o de urbanización, motivo por el cual éstos fueron excluidos de dichas tablas.

Las obras del proyecto geotermoeléctrico Cerritos colorados, incluyendo la parte inicial de la línea de subtransmisión se ubican en las siguientes unidades de gestión ambiental: ANP4 117C; el resto de la línea de subtransmisión eléctrica se ubica además en las UGA´s Ah4 136C, Ah4 137C y Ah4 139R.

Tabla VI.3
Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA ANP4 117C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Área	Criterios	Acciones de cumplimiento	Etapa de cumplimiento*
ÁREA NATURAL (An)			
2	Promover e impulsar la valoración y preservación del patrimonio geológico de Jalisco	CFE debe continuar con las actividades de investigación en los rubros de geofísica, geoquímica, etc., con objeto de fortalecer y coadyuvar a incrementar la información de las singularidades geológicas presentes en el área de estudio.	PS, CN, PE, OM
7	Las aguas superficiales utilizadas en la actividad antropogénica deberán de mantenerse saneadas a fin de sostener los niveles de calidad del hábitat silvestre.	El proyecto geotérmico no utilizará aguas superficiales dentro del área natural protegida para su construcción y operación.	----
9	Implementar los proyectos de aprovechamiento, restauración y manejo en áreas naturales protegidas cumpliendo con la mitigación considerada en los estudios de impacto ambiental.	El objetivo de este proyecto es el aprovechamiento de un recurso natural renovable, para lo cual se elaboró este estudio de impacto ambiental y se proponen las medidas de mitigación incluidas en la tabla VI.1	PS, CN, PE, OM, AB
14	Mantener actividades productivas y recreativas fuera de las zonas de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre.	La CFE pretende desarrollar este proyecto en áreas que actualmente no poseen una cubierta forestal, sobre plataformas ya existentes. En caso de detectar dentro del área de ocupación del proyecto alguna zona de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre, se procederá de acuerdo con el **Programa Estratégico de Medidas de Mitigación.**	PS, CN, PE, OM
17	La recreación dentro de las áreas silvestres, aprovechará los vestigios arqueológicos presentes	En la zona geotérmica donde se desarrollará este proyecto no existen vestigios arqueológico ni tiene una atracción recreativa.	----
FLORA Y FAUNA (Ff)			
6	Para las especies nativas del estado establecer un inventario a nivel municipal con el fin de identificar flora y fauna notable y fomentar su protección.	El presente estudio ha permitido incrementar el conocimiento florístico y faunístico mediante los inventarios realizados, es probable que durante las etapas de ejecución del proyecto se detecten algunas especies que incrementen el listado de la vida silvestre.	PS, CN, OM

Tabla VI.3
Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA ANP4 117C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Área	Criterios	Acciones de cumplimiento	Etapa de cumplimiento*
10	Impulsar un inventario y monitoreo de la flora, fauna y hongos y sus poblaciones que permitan mantener un estatus actualizado para aquellas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial.	El presente estudio ha permitido incrementar el conocimiento florístico y faunístico ya que mediante los inventarios realizados se han detectado la distribución de diferentes especies con estatus de protección. El monitoreo de estas especies es una acción propuesta en el Capítulo VII.	OM
11	Realizar campañas para reducir el tráfico o apropiación ilegal de especies.	CFE deberá coordinarse con la Administración del APFFLP para participar en estas campañas, en el ámbito territorial de su proyecto.	PS, CO, PE, OM
15	En zonas de protección se prohíbe el aprovechamiento extractivo de flora, fauna, hongos, protistas y procariotas silvestres.	CFE deberá vigilar el cumplimiento de este criterio por parte de sus trabajadores, en el ámbito territorial de su proyecto.	PS, CN, PE, OM
16	Mantener zonas de exclusión en áreas productivas y recreativas para la anidación y reproducción de fauna silvestre.	La CFE pretende desarrollar este proyecto en áreas que actualmente no poseen una cubierta forestal, sobre plataformas ya existentes. En caso de detectar dentro del área de ocupación del proyecto alguna zona de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre, se procederá de acuerdo con el Programa Estratégico de Medidas de Mitigación.	PS, CN, PE, OM
18	Promover que los programas de reforestación se realicen considerando las especies y densidades existentes antes del deterioro.	Durante el desarrollo de este proyecto CFE debe llevar a cabo **Programas de Reforestación Anuales** en el área de influencia del campo geotérmico, con especies nativas del Bosque la Primavera, y con ello dar cumplimiento de este criterio.	OM
24	Impulsar un programa de monitoreo de la calidad del agua superficial dentro de zonas silvestres para asegurar la salud de los organismos.	Dentro de los programas de monitoreo propuestos en el Capítulo VII, se tiene contemplado realizar el **Monitoreo de la Calidad del Agua** en manantiales, norias y pozos ubicados dentro y fuera de la zona geotérmica.	OM
TURISMO (Tu): Este proyecto no es de naturaleza turística.			

Tabla VI.3
Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA ANP4 117C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Área	Criterios	Acciones de cumplimiento	Etapa de cumplimiento*
ASENTAMIENTOS HUMANOS (Ah)			
13	Establecer un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales que incluya acciones ambientalmente adecuadas desde el origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de basura, con el fin de evitar la contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales, contaminación del suelo y daños a la salud.	Se tiene contemplado llevar a cabo un programa de control de los residuos (peligrosos y no peligrosos). El manejo de los residuos sólidos y peligrosos se realizará de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.	PS, CN, PE, OM, AB
INFRAESTRUCTURA (If): Se refiere a la construcción de carreteras e infraestructura de turismo.			
FORESTAL (Fo)			
3	Impulsar un manejo de cuencas considerando una cobertura forestal permanente en los parteaguas.	El manejo de cuencas se verá impulsado con la implementación de los **Programas de Reforestación Anuales** y con el ***Programa Específico de Establecimiento de Áreas Forestales de Compensación***.	OM
PECUARIO (P): El proyecto no contraviene con los criterios definidos para este uso de suelo, debido a que no es de naturaleza ganadera.			
MINERÍA (Mi)			
3	La extracción de materiales geológicos se realizará fuera de las áreas naturales protegidas, exceptuando las realizadas con fines artesanales contempladas en el programa de manejo.	El material que se ocupe en las etapas de ejecución del proyecto deberá provenir de bancos de materiales externos al APFFLP.	PS, CN, OM

*PS: Preparación del sitio; CN: Construcción; PE: Perforación; OM: Operación y mantenimiento; AB: Abandono del sitio

Tabla VI.4
Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA Ah4 136C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Área	Criterios	Acciones de cumplimiento	Etapa de cumplimiento
ASENTAMIENTOS HUMANOS (Ah)			
9	Eficientar el sistema de recolecta y disposición de residuos sólidos municipales con el fin de evitar la práctica de quema de residuos en zonas urbanas propicias a emergencias por contaminación atmosférica	El manejo, transporte y disposición de residuos sólidos se realizará en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente. En el Apartado VI.3 de este capítulo se propone un ***Programa de Control de Residuos (peligrosos y no peligrosos).***	PS, CN, PE, OM, AB
13	Establecer un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales que incluya acciones ambientalmente adecuadas desde el origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de basura, con el fin de evitar la contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales, contaminación del suelo y daños a la salud.	El manejo, transporte y disposición de residuos sólidos se realizará en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente. En el Apartado VI.3 de este capítulo se propone un ***Programa de Control de Residuos (peligrosos y no peligrosos).***	PS, CN, PE, OM, AB
AGRICULTURA (Ag): No es aplicable al proyecto			
FLORA Y FAUNA (Ff)			
17	Impulsar en áreas silvestres programas de restauración de los ciclos naturales alterados por las actividades humanas.	Durante el desarrollo de este proyecto se tiene contemplado llevar a cabo los **Programas de Reforestación Anuales** y el ***Programa Específico de Establecimiento de Áreas Forestales de Compensación***.	OM
INFRAESTRUCTURA (If)			
15	Realizar el transporte de residuos peligrosos en vías de alta seguridad.	El manejo, transporte y disposición de residuos peligrosos se realizará en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente	PS, CN, PE OM, AB
AREA NATURAL (An)			
6	Promover la participación de las comunidades locales en la planificación, protección y conservación de los recursos.	Se tiene contemplado diseñar e implementar un ***Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental***, enfocado a trabajadores, habitantes locales, visitantes y población externa; informando al sector social acerca de la naturaleza del proyecto e invitando a participar en la conservación del APFFLP.	CN, OM

Tabla VI.4
Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA Ah4 136C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Área	Criterios	Acciones de cumplimiento	Etapa de cumplimiento
18	Articular los espacios con especial valoración ambiental que deben configurar, como decisión social, las piezas de una red o sistema de corredores de vida silvestre y el mantenimiento de los ecosistemas representativos de la región con previsión de cautela y limitaciones de uso y recursos actuales que impidan su transformación y pérdida.	La CFE pretende desarrollar este proyecto en áreas que actualmente no poseen cubierta forestal. En caso de detectar dentro del área de ocupación del proyecto alguna zona de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre, se procederá de acuerdo al **Programa Estratégico de Medidas de Mitigación.**	PS, CN
INDUSTRIA (In)			
2	Se realizarán auditorias ambientales y promoverá la autorregulación mediante la certificación de seguridad ambiental.	CFE deberá continuar con un proceso de mejora continua, reforzando la certificación de Industria Limpia otorgada por la PROFEPA.	PS, CN, PE, OM, AB
3	Diseñar e instrumentar estrategias ambientales para que las empresas incorporen como parte de sus procedimientos normales la utilización de tecnologías y metodologías de gestión ambiental, en materia de residuos peligrosos, las alternativas tecnológicas y de gestión.	La ejecución del proyecto permitirá la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, de esta manera se abre la posibilidad de que este proyecto participe en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).	OM
4	Establecer monitoreo ambiental en zonas industriales.	Se aplicarán los programas de monitoreo de los recursos naturales señalado en el capítulo VII.	OM
7	Establecer plantas para el tratamiento de las agua de residuales de los giros industriales.	El proyecto contempla la instalación de una planta de tratamiento de las aguas residuales de los servicios domésticos.	OM
18	Condicionar el establecimiento de grandes empresas a partir de su peligrosidad (potencial contaminante e innovación de ocurrencia de un accidente con consecuencias catastróficas).	Los potenciales impactos identificados son mitigables y controlados con la implementación del **Programa Estratégico de Medidas de Mitigación.**	PS, CN, PE, OM, AB
20	Promover e impulsar la innovación tecnológica para el mejoramiento ambiental.	Las medidas de mitigación contenidas en este estudio derivan del desarrollo de tecnologías en diversos ámbitos de las ciencias ambientales.	PS, CN, PE, OM, AB
INFRAESTRUCTURA (If)			
5	Promover e impulsar el aprovechamiento de energía solar como fuente de energía.	Este criterio no es aplicable al proyecto; sin embargo se promueve el aprovechamiento de energías renovables.	----

Tabla VI.4 Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA Ah4 136C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.			
Área	**Criterios**	**Acciones de cumplimiento**	**Etapa de cumplimiento**
8	Se considerará como deseable el tendido de líneas de comunicación en forma subterránea.	No es aplicable al proyecto, éste no contempla el tendido de líneas de comunicación.	----
9	Establecer un sistema de señalización en las líneas de conducción y transporte donde se ubiquen condiciones de riesgo.	Se colocará señalización en la línea de subtransmisión, y demás instalaciones del proyecto (unidad de generación, e infraestructura de los pozos geotérmicos), de acuerdo con las especificaciones técnicas de CFE.	CO, PE, OM
PECUARIO (P): No se desarrollarán actividades de naturaleza agropecuaria.			

*PS: Preparación del sitio; CN: Construcción; PE: Perforación; OM: Operación y mantenimiento; AB: Abandono del sitio

Tabla VI.5
Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA Ah4 137C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jal.

Área	Criterios	Acciones de cumplimiento	Etapa de cumplimiento
ASENTAMIENTOS HUMANOS (Ah)			
9	Eficientizar el sistema de recolecta y disposición de residuos sólidos municipales con el fin de evitar la práctica de quema de residuos en zonas urbanas propicias a emergencias por contaminación atmosférica	El manejo, transporte y disposición de residuos sólidos se realizará en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente. En el Apartado VI.3 de este capítulo se propone un ***Programa de Control de Residuos (peligrosos y no peligrosos).***	PS, CN, PE, OM, AB
10	Promover y estimular el saneamiento de las aguas freáticas para la reutilización de las mismas.	No aplica en virtud de que no habrá utilización de aguas superficiales.	N/A
12	Promover el uso de transporte eléctrico en las áreas urbanas y la utilización de dispositivos para la reducción de los niveles de ruido en el transporte	Para reducir las emisiones de ruido se deberá cumplir con lo que establece la NOM-080-SEMARNAT-1994.	PS, CN, PE, OM, AB
13	Establecer un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales que incluya acciones ambientalmente adecuadas desde el origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de basura, con el fin de evitar la contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales, contaminación del suelo y daños a la salud.	El manejo, transporte y disposición de residuos sólidos se realizará en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente. En el Apartado VI.3 de este capítulo se propone un ***Programa de Control de Residuos (peligrosos y no peligrosos).***	PS, CN, PE, OM, AB
24	Promover e impulsar la plantación de especies nativas en áreas verdes con el objetivo de una educación ambiental no formal sobre la riqueza biótica del lugar.	Durante el desarrollo de este proyecto se tiene contemplado llevar a cabo los **Programas de Reforestación Anuales** y el ***Programa Específico de Establecimiento de Áreas Forestales de Compensación***.	OM
33	Formar grupos de participación comunitaria dirigidos a solucionar algún problema específico o al cambio de una cultura participativa con la visión de pertenencia sobre los espacios comunes.	Deberá diseñarse e implementarse un Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental, enfocado a trabajadores, habitantes locales, visitantes y población externa; informando al sector social acerca de la naturaleza del proyecto e invitando a participar en la conservación del APFFLP.	PS, CN, OM
34	Toda urbanización responderá a los lineamientos de su respectivo Plan Parcial de Urbanización para garantizar su integración en el contexto urbano donde se ubique.	Ver Capítulo III: Planes Parciales de Desarrollo Urbano	PS, CN

Tabla VI.5
Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA Ah4 137C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jal.

Área	Criterios	Acciones de cumplimiento	Etapa de cumplimiento
INDUSTRIA (In)			
2	Se realizarán auditorías ambientales y promoverá la autorregulación mediante la certificación de seguridad ambiental.	La CFE se ha promovido a favor de la autorregulación y como resultado a obtenido certificados en los Sistemas de Calidad y de Gestión Integral (seguridad y ambiental).	PS, CN, PE, OM, AB
3	Diseñar e instrumentar estrategias ambientales para que las empresas incorporen como parte de sus procedimientos normales la utilización de tecnologías y metodologías de gestión ambiental, en materia de residuos peligrosos, las alternativas tecnológicas y de gestión.	La ejecución del proyecto permitirá la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, de esta manera se abre la posibilidad de que este proyecto participe en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).	OM
4	Establecer monitoreo ambiental en zonas industriales.	Se aplicarán los programas de monitoreo de los recursos naturales señalado en el capítulo VII	OM
7	Establecer plantas para el tratamiento de las aguas de residuales de los giros industriales.	No aplica, en esta UGA no se generarán aguas residuales por parte del proyecto.	N/A
10	Las actividades industriales que se emplacen en el suelo rústico contarán con una franja perimetral de aislamiento para el conjunto dentro del mismo predio, en el cual no se permitirá ningún tipo de desarrollo urbano pudiéndose utilizar para fines forestales, de cultivo o ecológicos. El ancho de esta franja de aislamiento se determinará según lo señalado en el Reglamento de Zonificación del Estado de Jalisco.	No aplica, en esta UGA no habrá actividades industriales.	N/A
20	Promover e impulsar la innovación tecnológica para el mejoramiento ambiental.	En la aplicación de los programas de monitoreo de recursos naturales planteados en el capítulo VII se plantea la realización de los mismos con innovaciones tecnológicas.	OM
INFRAESTRUCTURA (If)			
8	Se considerará como deseable el tendido de líneas de comunicación en forma subterránea.	No aplica, no se establecerán líneas de comunicación	----

Tabla VI.5
Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA Ah4 137C para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jal.

Área	Criterios	Acciones de cumplimiento	Etapa de cumplimiento
15	Realizar el transporte de residuos peligrosos en vías de alta seguridad.	El manejo, transporte y disposición de residuos peligrosos se realizará en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente	PS, CN, PE, OM, AB
AREA NATURAL (An)			
6	Promover la participación de las comunidades locales en la planificación, protección y conservación de los recursos.	Deberá implementarse el ***Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental***, enfocado a trabajadores, habitantes locales, visitantes y población externa; informando al sector social acerca de la naturaleza del proyecto e invitando a participar en la conservación del APFFLP.	PS, CN, PE, OM, AB
18	Articular los espacios con especial valoración ambiental que deben configurar, como decisión social, las piezas de una red o sistema de corredores de vida silvestre y el mantenimiento de los ecosistemas representativos de la región con previsión de cautela y limitaciones de uso y recursos actuales que impidan su transformación y pérdida.	La CFE pretende desarrollar este proyecto en áreas que actualmente no poseen cubierta forestal. En caso de detectar dentro del área de ocupación del proyecto alguna zona de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre, se procederá de acuerdo al **Programa Estratégico de Medidas de Mitigación**.	PS, CN, OM
FLORA Y FAUNA (Ff)			
1	En los programas de educación básica dar a conocer la biota presente en las localidades como parte del patrimonio natural.	Se colocará a disposición de las instancias correspondientes la información actualizada obtenida sobre la biota presente en el área.	PS, CN, PE, OM, AB
4	Incorporar a los viveros destinados a la reproducción de plantas para la reforestación, especies arbóreas y/o arbustivas nativas.	Se deberá establecer un vivero forestal para propagar especies nativas, que serán empleadas en los **Programas de Reforestación Anuales** y el ***Programa Específico de Establecimiento de Áreas Forestales de Compensación***.	OM
PECUARIO (P): No se realizarán actividades de naturaleza agropecuaria.			

*PS: Preparación del sitio; CN: Construcción; PE: Perforación; OM: Operación y mantenimiento; AB: Abandono del sitio

Tabla VI.6
Acciones para dar cumplimiento a los Criterios Ecológicos en la UGA Ah4 139 R para la ejecución del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, Jalisco.

Área	Criterios	Acciones de cumplimiento	Etapa de cumplimiento
ASENTAMIENTOS HUMANOS (Ah)			
9	Eficientizar el sistema de recolecta y disposición de residuos sólidos municipales con el fin de evitar la práctica de quema de residuos en zonas urbanas propicias a emergencias por contaminación atmosférica	El manejo, transporte y disposición de residuos sólidos se realizará en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente. En el Apartado VI.3 de este capítulo se propone un ***Programa de Control de Residuos (peligrosos y no peligrosos).***	PS, CN, PE, OM, AB
10	Promover y estimular el saneamiento de las aguas freáticas para la reutilización de las mismas.	No aplica en virtud de que no habrá utilización de aguas superficiales.	----
11	Tratar las aguas residuales de las poblaciones mayores de 2 500 habitantes.	No aplica, no se generarán aguas residuales en esta UGA.	----
12	Promover el uso de transporte eléctrico en las áreas urbanas y la utilización de dispositivos para la reducción de los niveles de ruido en el transporte	Para que los niveles de ruido no rebasen los límites permisibles, se deberá cumplir con lo que establece la NOM-080-SEMARNAT-1994.	PS, CN, PE, OM, AB
13	Establecer un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales que incluya acciones ambientalmente adecuadas desde el origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de basura, con el fin de evitar la contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales, contaminación del suelo y daños a la salud.	El manejo, transporte y disposición de residuos sólidos se realizará en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente. En el Apartado VI.3 de este capítulo se propone un ***Programa de Control de Residuos (peligrosos y no peligrosos).***	PS, CN, PE, OM, AB
24	Promover e impulsar la plantación de especies nativas en áreas verdes con el objetivo de una educación ambiental no formal sobre la riqueza biótica del lugar.	Se debe cumplir este criterio los **Programas de Reforestación Anuales** y el ***Programa Específico de Establecimiento de Áreas Forestales de Compensación***.	OM
INFRAESTRUCTURA (If)			
8	Se considerará como deseable el tendido de líneas de comunicación en forma subterránea.	No aplica, no se establecerán líneas de comunicación	----
14	Establecer plantas de tratamiento de aguas residuales en cabeceras municipales y poblaciones mayores a 2 500 habitantes	No aplica, no se generarán aguas residuales en esta UGA.	----
15	Realizar el transporte de residuos peligrosos en vías de alta seguridad.	El manejo, transporte y disposición de residuos peligrosos se realizará en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente	PS, CN, PE, OM, AB

VI.5. Medidas propuestas para el cumplimiento de los lineamientos del PMAPFFLP

A continuación se presentan las medidas que deberá adoptar la CFE para garantizar la compatibilidad del proyecto con los componentes del Programa de Manejo del APFFLP, al insertarse en el ANP.

Tabla VI.7
Medidas que deberá cumplir la CFE para asegurar compatibilidad del proyecto con los lineamientos jurídicos del APFFLP

Zona ocupada por el proyecto	Diagnóstico y medidas propuestas ([1])
ZAE: Central Geotermoeléctrica Cerritos Colorados Unidad de 25 MW y un tramo de la LST Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	Diagnóstico: *El manejo inapropiado de esta zona ha provocado pérdida de la cobertura vegetal y degradación de suelos, por lo que es urgente un plan de manejo adecuado para esta zona en particular.* Se propone que la CFE elabore y ejecute el **Programa de Manejo de la Zona de Aprovechamiento Especial del APFFLP**, que deberá ser validado por la administración del ANP.
ZR: Segundo tramo de la línea de Subtransmisión Eléctrica Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	Diagnóstico: *Los principales problemas a resolver son la pérdida de cobertura vegetal y erosión…. Se presenta caza furtiva, sobrepastoreo y presión por crecimiento urbano sin control, además de que existen zonas de siembra de caña de azúcar que presentan una alta incidencia de incendios sin control.* La propuesta en estas zonas es en el sentido de continuar también con las actividades de conservación de suelo y agua, así como con los trabajos de restauración forestal con especies nativas en áreas afectadas por la anterior apertura del camino hacia el campo geotérmico Cerritos Colorados y por el derribo ocasional de árboles a consecuencia de la nueva línea de subtransmisión, por parte de CFE. Por otra parte, el proyecto no tiene contempladas actividades como la cacería, pastoreo, urbanización, establecimiento de cultivos de caña; las quemas de material vegetal con cualquier fin deberán estar estrictamente prohibidas.
ZUP: Tercer tramo de la línea de Subtransmisión Eléctrica Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol	Diagnóstico: *Algunas áreas arboladas funcionan como zonas de recreo. Debido a este uso intensivo, el arbolado sufre deterioro y se presenta una fuerte presión para la construcción de vivienda. Otros problemas identificados en esta zona son el motociclismo, ciclismo de montaña, el sobrepastoreo y el vandalismo.* En estás áreas, la CFE no tiene contempladas acciones de urbanización, turismo, pastoreo ni vandalismo, que pudieran actuar conjuntamente con las actividades negativas que actualmente se realizan; por el contrario, las actividades constructivas de la línea de subtransmisión deberán sujetarse a un programa de restauración forestal cuando estas actividades impliquen remoción de árboles dentro del derecho de vía.

([1]) Estas medidas derivan de la revisión de un diagnóstico ambiental contenido en el Programa de Manejo del APFFLP, lo que les confiere un carácter de condicionantes a la CFE para la ejecución del proyecto.

De la misma manera se propone que en el área de influencia del proyecto, la CFE participe de manera activa en la consecución de las acciones establecidas en el **Componente de Manejo** relativo a la Conservación y Manejo y del Componente Investigación y Monitoreo, en lo que respecta a los siguientes Subcomponentes:

- Restauración ecológica
- Prevención, control y combate de incendios
- Protección y conservación de especies naturales
- Monitoreo (de procesos ecológicos y físicos naturales así como de los programas de restauración en curso).

Así como coadyuvar en el cumplimiento de los Subcomponentes relativos al Aprovechamiento Sustentable de los Recursos naturales y Uso Público, que son:

- Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales (considerando la geotermia como un recurso renovable para satisfacer necesidades energéticas)
- Regulación de Actividades

En cuanto al Componente Educación Ambiental, Divulgación y Capacitación, una vez establecido el proyecto en su conjunto, la promovente (CFE) podrá participar activamente en el logro de los objetivos contemplados en los subcomponentes:

- Educación Ambiental
- Divulgación
- Capacitación

VI.6. Medidas de mitigación realizadas para controlar impactos residuales derivados de actividades de exploración por la CFE

Las exploraciones realizadas por la CFE, que permitieron evaluar el potencial geotérmico del Bosque La Primavera, se iniciaron en el año 1980. Por la naturaleza de las obras de exploración, las que consistieron en apertura de caminos, construcción de plataformas y presas de lodos, perforación de pozos y emisiones de aguas y gases, el bosque sufrió graves daños en el área de trabajo (Las Planillas y Cerritos Colorados) que se reflejaron principalmente en la vegetación, la fauna y en el suelo. Por tal razón, dichas obras fueron suspendidas como respuesta a la presión de diversos sectores de la sociedad jalisciense. En marzo de 1989, obedeciendo instrucciones de la Dirección General de la CFE, se decidió cerrar el campo geotérmico Cerritos Colorados hasta restaurar los daños ocasionados, desde entonces el proyecto ha quedado suspendido. Las actividades de la CFE a partir de esa fecha se han reducido a la restauración de los impactos causados por el proyecto en el bosque.

Se mencionan estos antecedentes porque precisamente estas acciones que se han realizado se deberán retomar para controlar estos impactos residuales, es decir, CFE deberá continuar con la ejecución de su Programa de Restauración. La descripción de estas medidas, referidas a los impactos que se han realizado y deberán continuar se presenta en la Tabla VI.8.

Tabla IV.8
Medidas de mitigación realizadas para controlar impactos residuales derivados de actividades de exploración por la CFE

Medida de mitigación	Impactos residuales a controlar en su totalidad	Área de aplicación	Mitiga-bilidad	Etapa de aplicación
Continuar con los trabajos enfocados a retener sedimentos, mediante la construcción de presas filtrantes de gavión y presas de malla de retención.	• Erosión y producción de azolves, modificación del régimen hídrico y de la recarga de acuíferos. • Percepción social negativa respecto al proyecto	En las partes bajas de las microcuencas El Caracol y El Huilustre	Alta	Permanente
Continuar con actividades de revegetación – pastización y plantación de árboles.	• Erosión y producción de azolves, Pérdida de la cubierta vegetal, modificación de la estructura y densidad de la vegetación. • Impacto visual por afectación. • Percepción social negativa respecto al proyecto • Pérdida de hábitat para la vida silvestre	En los taludes y partes altas de las microcuencas.	Alta	Permanente
Continuar con las labores de mantenimiento de los caminos existentes, incluyendo obras de drenaje.	• Erosión y producción de azolves, modificación del régimen hídrico y de la recarga de acuíferos. • Percepción social negativa respecto al proyecto	En todos los caminos de acceso que han sido habilitados por la CFE para la ejecución del proyecto	Alta	Permanente
Realizar la sustitución progresiva de especies de *Pinus halpensis* reforestados por especies arbóreas nativas de la región.	• Introducción de especies arbóreas no nativas durante las reforestaciones (actividades posteriores a la etapa exploratoria).	En todas las áreas reforestadas con especies no nativas	Alta	Permanente, hasta lograr la sustitución completa

La supervisión de la ejecución de estas acciones estará a cargo del responsable ambiental de la CFE, quien también deberá vigilar que se realicen de manera periódica trabajos de mantenimiento de la infraestructura, así como de las reforestaciones, con el objeto de que las obras y las plantaciones cumplan eficientemente con su función de mitigación de los impactos ambientales.

VI.7 Ordenamientos legales que deberán cumplirse estrictamente

- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia Áreas Naturales Protegidas.
- Reglamento para la Protección del Ambiente Originada por la Contaminación Originada por Ruido.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
- Reglamento de la Ley Federal de Variedades Vegetales.
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Durante las etapas de ejecución de este proyecto se tomarán en cuenta las especificaciones que se establecen en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas.

Tabla VI.9
Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto

Norma	Regulación	D.O.F.
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	06/ene/96
NOM-021-SEMARNAT-2000	Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.	31/dic/02
NOM-041-EMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	06/mar/07
NOM-045-EMARNAT-2006	Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición esta norma oficial mexicana abroga a la NOM-045-SEMARNAT-1996	13/sep/07
NOM-052-EMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	23/jun/06
NOM-053-EMARNAT-1993	Procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	22/oct/93
NOM-054-EMARNAT-1993	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993.	22/oct/93
NOM-059-EMARNAT-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.	06/mar/02
NOM-080-EMARNAT-1994	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.	13/ene/95

Tabla VI.9 Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto		
Norma	Regulación	D.O.F.
NOM-081-EMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. (aclaración D.O.F. 03-marzo-1995).	13/ene/95
NOM-113-EMARNAT-1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas .	26/oct/1998
NOM-114-EMARNAT-1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas .	23/nov/98
NOM-150-EMARNAT-2006	que establece las especificaciones técnicas de protección ambiental que deben observarse en las actividades de construcción y evaluación preliminar de pozos geotérmicos para exploración, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas y terrenos forestales.	6/mar/07
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y especificaciones para su caracterización y remediación.	29/mar/05
NOM-004-CNA-1996	Requisitos para lo protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.	08/ago/97
NOM-004-CNA-1996	Requisitos para lo protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.	08/ago/97

DOF: Diario Oficial de la Federación

VI.8. Programas específicos a implementarse

Conforme a lo establecido en el Apartado VI.1, la Residencia La Primavera (CFE) deberá implementar y ejecutar los siguientes programas, a fin de coadyuvar en la atención de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación señaladas en los apartados anteriores:

Programa de Reforestación Anual

Con la implantación de este programa y con el establecimiento de áreas forestales de compensación, las cuales permitirán atender varias medidas de mitigación propuestas en los párrafos anteriores, entre los cuales se pueden señalar los siguientes:

1) Mitigar el impacto visual que ocasionen las instalaciones y las emisiones a la atmósfera del campo geotérmico.
2) Crear un hábitat alternativo para la fauna silvestre.
3) Establecer áreas que sirvan como áreas de captación y recarga de acuíferos y disminuyan y/o controlen la erosión del suelo.
4) Contribuir en una cubierta vegetal para la coadyuvar a la captación de bióxido de carbono y generación de oxígeno.
5) Además de compensar la afectación por el derribo de arbolado que el proyecto ocasione.

A diferencia de las áreas forestales de compensación, estas reforestaciones podrán o no ubicarse en las áreas adyacentes a las áreas ocupadas por las obras, ya que atenderán a necesidades de restauración forestal, en sitios que lo requieran.

Es importante señalar que desde la exploración de este campo geotérmico, la CFE ha desarrollado anualmente plantaciones en diversos sitios dentro de la zona geotérmica y fuera de ella, dentro del Bosque La Primavera (Tabla VI.10).

Adicionalmente, la CFE deberá contemplar durante la operación de la Unidad de 25 MW, la instalación de un vivero en el campo geotérmico Cerritos Colorados, con la finalidad de producir plantas arbóreas y arbustivas nativas de la región para su utilización de futuras plantaciones contempladas en el programa de reforestación y en el establecimiento de áreas forestales de compensación.

Tabla VI.10
Datos de la reforestación realizada por la CFE en el campo geotérmico Cerritos Colorados y en otras áreas del Bosque La Primavera

Año	No. de plantas	Especies utilizadas	Superficie reforestada	Porcentaje de sobrevivencia
1985	3 000	*Pinus michoacana*	2,7 ha	50
1986	5 000 5 000	*Pinus oocarpa* *Pinus michoacana*	8,3 ha	50
1987	22 000	*Pinus douglasiana*	18,3 ha	65
1988	30 000 5 000 5 000	*Pinus halepensis* *Pinus douglasiana* *Pinus michoacana*	30,0 ha	70
1989	5 000 13 000 10 000	*Pinus halepensis* *Pinus douglasiana* *Pinus michoacana*	23,0 ha	80
1991	32 000 34 575 850	*Pinus michoacana* *Pinus douglasiana* *Pinus oocarpa*	17,0 ha	85
1995	150 500	*Pinus michoacana* *Pinus douglasiana*	1,0 ha	--
1997	1 800	*Pinus douglasiana*	2,0 ha	--
2001	2 000 1 500	*Quercus rugosa* *Quercus magnoliifolia*	3,0 ha	--
2002	2 000 1 500	*Quercus rugosa* *Quercus magnoliifolia*	3,0 ha	--
2003	10 000 6 000 2 000	*Quercus rugosa* *Quercus magnoliifolia* *Pinus oocarpa*	10,0 ha	--
2004	8 000 12 000	*Quercus rugosa* *Quercus magnoliifolia*	10,0 ha	--
2005	5 000 15 000	*Pinus oocarpa* *Pinus devoniana*	20,0 ha	--
2006	5 000 5 000	*Pinus oocarpa* *Pinus douglasiana*	20,0 ha	--
2007	31 000	*Pinus douglasiana*	25,0 ha	--
Total:	**227 300**	**- - - -**	**148,3 ha**	**Promedio: 66,7**

Fuente: Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE.

Figura VI.1. Aspectos de la reforestación que se ha realizado en la periferia de algunas plataformas (PR-8, PR-9 y PR-1) en el campo geotérmico.

Programa de control de los residuos (peligrosos y no peligrosos)

Todos los residuos sólidos no peligrosos que se generen durante la obra se deberán enviar a los vertederos de disposición final con que cuente el municipio de Zapopan o Guadalajara.

Algunas de las medidas que contemplará este programa son las siguientes:

- Todos los frentes de trabajo contarán con sistemas de recolección y confinamiento de desechos sólidos y líquidos domésticos.
- La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores deberá ser colectada al final de la jornada en bolsas de plástico para su posterior traslado a los sitios autorizados para su depósito.

- El contratista deberá clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. En caso de que se generen residuos considerados peligrosos, éstos deberán ser manejados conforme a la normativa aplicable en la materia.
- Los residuos propios de la obra como pedacería metálica, cable, madera de embalaje, cartones, etc., susceptibles de reutilizarse se enviarán al almacén de la contratista o de CFE según proceda.
- Para los residuos sanitarios, se instalarán letrinas portátiles.
- En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito.

Programa de limpieza del sitio

Este programa se llevará a cabo conforme al desarrollo constructivo del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados, en los diferentes frentes y etapas de trabajo, y consistirá en recoger todos los residuos que se generen durante la etapa constructiva, como lo son: madera, plásticos, pedacería metálica, cartones, residuos de mezcla de concreto, etc. Este programa se realizará inmediatamente después de que se concluyan las etapas constructivas de las unidades y demás obras provisionales del proyecto.

Programa de conservación y protección a la fauna silvestre

Este programa se propone como una medida preventiva y de mitigación al impacto que podría ocurrir sobre las especies faunísticas, en especial con aquellas que presentan alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001; es importante mencionar que no se propone llevar a cabo un programa de rescate de especies faunísticas, debido a lo impráctico que éste puede resultar, dadas las características de movilidad y/o desplazamiento, así como conductuales, por lo cual sólo está enfocado a la protección de dichas especies.

Algunas de las medidas a realizar previo al desmonte del predio donde se construirá la plataforma para la Unidad de 25 MW, así como en la construcción de la breca de maniobras de la LST (podas y clareos en una franja de 4 m) se buscarán nidos o guaridas de la fauna silvestre, en cuyo caso se reubicarán o ahuyentará a los animales que los ocupen. Así mismo, se supervisará que el personal de construcción no cometa actos que deterioren el ambiente de la zona, tales como la caza o captura de fauna silvestre, sobre todo de aquellas que estén catalogadas en riesgo. Al respecto, se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores.

VI.9 Impactos residuales

Las actividades exploratorias de la CFE en la zona geotérmica Cerritos Colorados, ocurridas en los años 1980-1989, provocaron diversos tipos de impactos en el ambiente. La naturaleza de las obras de exploración, las cuales consistieron en la apertura de caminos de acceso, la construcción de las plataformas y de presas de lodos, así como la construcción de pozos geotérmicos y las emisiones a la atmósfera generadas durante el desarrollo y evaluación de dichos pozos, el bosque sufrió daños en el área de Cerritos Colorados, las cuales se reflejaron principalmente en la vegetación, la fauna silvestre y en el suelo.

Los principales impactos ambientales negativos se produjeron durante la etapa de preparación del sitio para la exploración del campo geotérmico, por la construcción de caminos de acceso, plataformas y presas de lodos, áreas requeridas para la perforación de los pozos; actividades conllevan pérdida de cobertura vegetal, de hábitats para la fauna silvestre, y problemas de erosión, entre otros impactos. En esta etapa se presenta, además, un impacto negativo frecuentemente no valorado en su real dimensión por la subjetividad del mismo, el impacto en el paisaje.

Para el desarrollo de los trabajos de exploración geotérmica en el Bosque La Primavera, la CFE construyó 13,8 km de caminos de acceso (11 km de camino asfaltado, tipo D; y 2,8 km de terracería) y trece plataformas para la perforación de doce pozos profundos, ocupando inicialmente una superficie total de aproximadamente 24 ha, la cual actualmente ha sido reducida a 16,25 ha, debido a la reducción de la corona de los caminos de acceso y a la disminución en superficie de las plataformas construidas. La deforestación producida por estas obras, aunada a la naturaleza inerte, carente de cohesión y cementación de los suelos constitutivos de la zona, ocasionaron problemas serios de erosión y arrastre de sedimentos hacia las partes bajas de la microcuenca del arroyo El Caracol.

Adicionalmente, durante la apertura de los pozos geotérmicos para determinar su capacidad de producción de vapor, y debido a la baja eficiencia de los silenciadores empleados en ese entonces para la separación de la mezcla agua-vapor (fluido geotérmico), la vegetación circundante a las plataformas se vio afectada en diferentes grados, abarcando una superficie de aproximadamente 28 ha.

En términos generales, estos impactos se tipificaron en dos tipos de afectaciones: una física, provocada por el cambio de uso de suelo para la construcción de caminos, plataformas y presas de lodos, con una superficie de 24 ha; y otra química, ocasionada por la apertura y desarrollo de los pozos geotérmicos con equipos poco eficientes en la separación del fluido geotérmico (agua-vapor), con un área de 28 ha.

Con base en las actividades de rehabilitación de las zonas afectadas en el campo geotérmico, la cual consistió en controlar la erosión mediante las prácticas de conservación de suelo y agua, y por otra parte, en restablecer la vegetación en las zonas afectadas. Se llevaron a cabo diversas obras, las cuales se pueden agrupar en tres grandes rubros: a) r*eforestación y pastización,* consistente en la reforestación y revegetación con gramíneas y otras plantas herbáceas y arbustivas en los sitios afectados; b) *obras de drenaje,* encaminadas a encauzar los escurrimientos pluviales; y c) o*bras mecánicas*, enfocadas a retener los sedimentos arrastrados por el agua de lluvia mediante diferentes tipos de estructuras, que incluyeron presas filtrantes de malla de alambre, presas de piedra acomodada y presas de gaviones construidas en cárcavas y cauces inestables.

Como resultado de los trabajos de restauración y rehabilitación de la vegetación y del suelo que se llevaron a cabo entre 1990 y 1996, se redujeron sustancialmente los impactos ambientales ocurridos durante la década de los 80's, siendo éstos los impactos residuales de la fase exploratoria del campo geotérmico. En la Tabla VI.11 se presentan las superficies que actualmente ocupan los caminos de acceso y las plataformas.

Tabla VI.11 Superficie actual ocupada en el campo geotérmico Cerritos Colorados			
Obras		**Superficie (m^2)**	**Observaciones**
Plataformas existentes	Pozo PR-1	4 890,39	Incluye estanque de concreto
	Pozo PR-2	8 365,98	Incluye estanque de concreto
	Pozo PR-4	4 199,87	
	Pozo PR-5	8 563,47	Incluye estanque de concreto
	Pozo PR-7	7 438,98	Incluye presa de lodos
	Pozo PR-8	5 286,73	
	Pozo PR-9	3 966,43	Incluye estanque de concreto
	Pozo PR-10	6 285,07	
	Pozo PR-11	7 031,73	Incluye presa de lodos
	Pozo PR-12	5 427,59	
	Pozo PR-13	5 490,06	
	Pozo PI-1	6 989,31	Incluye presa de lodos
	PR-6 (plataforma)	4 124,21	En esta plataforma no se perforó el pozo geotérmico
Almacén de CFE		1 634,00	Resguardo de equipo, tuberías, válvulas y maquinaria.
	Subtotal:	79 693,82	07,9694 ha

Obras	**Superficie (m^2)**	**Observaciones**
Camino asfaltado	66 000,00	Longitud: 11 000 m
Caminos de terracería	16 800,00	Longitud: 2 800 m
Subtotal:	82 800,00	08,2800 ha
Total:	**162 493,82**	**16,2494 ha**

Para el caso del proyecto que nos ocupa, la aplicación de las medidas propuestas, será posible evitar y reducir algunos de los impactos ambientales que ocasionarán las obras motivo de esta manifestación de impacto ambiental, sin embargo, a pesar de su instrumentación, se esperan algunos impactos residuales, los cuales consistirán básicamente en: la construcción de la plataforma para la instalación de la Unidad de 25 MW (0,96 ha), así como la superficie que ocuparán las bases de las estructuras de la línea de subtransmisión serán los impactos residuales considerados para este proyecto; el impacto visual que ocasionará la instalación de la infraestructura para este proyecto (unidad de generación, vaporductos y línea de subtransmisión, básicamente) y las emisiones a la atmósfera de gases incondensables, derivadas de la actividad de generación, que aunque tienen medidas de mitigación, éstas no son del todo 100% suficientes.

Por otra parte, considerando la experiencia adquirida por la CFE en éste y en otros campo del país, se espera que estos impactos residuales para este proyecto sean de muy baja intensidad y que el ambiente en general de la zona tenga una alta capacidad de amortiguamiento de dichos impactos. De cualquier manera, tanto las actividades de monitoreo del ambiente (mediciones de H_2S, monitoreo del agua, entre otras) permitirán la detección y aplicación efectiva de las medidas correctivas y compensatorias que sean necesario aplicar por parte del personal especializado de protección ambiental con que se cuenta en el campo geotérmico y bajo la supervisión de las autoridades ambientales correspondientes.

Capítulo VII

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Regional
Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados

(25 MW - Primera Etapa)

CONTENIDO

VII.	**PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**	**VII-3**
VII.1	**Pronósticos ambientales**	**VII-3**
VII.1.1	Pronóstico ambiental para la fauna silvestre	VII-3
VII.1.2	Pronóstico ambiental para la vegetación	VII-4
VII.1.3	Pronóstico ambiental para el suelo	VII-4
VII.1.4	Pronóstico ambiental para el aire	VII-4
VII.2	**Programas de monitoreo y de vigilancia**	**VII-5**
VII.2.1	Programa de monitoreo	VII-5
	• Programa de medición del ácido sulfhídrico (H2S) en el aire	VII-5
	• Programa de monitoreo de manantiales, norias y pozos dentro y en la periferia del campo geotérmico	VII-6
	• Programa de monitoreo de ruido en la periferia del campo geotérmico Cerritos Colorados	VII-7
VII.2.2	Programa de Vigilancia	VII-7
VII.2.3	Indicadores ambientales	VII-9
VII.3	**Evaluación de alternativas**	**VII-12**
VII.3.1	Evaluación de alternativas para la selección del sitio de la Unidad generadora	VII-12
VII.3.2	Consideraciones ambientales que justifican el optar por la trayectoria definitiva de la línea de subtransmisión	VII-13
VII.4	**Conclusiones**	**VII-14**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1	Programa de monitoreo ambiental para la central geotermoeléctrica Cerritos Colorados, Jal.	VII-5
Tabla VII.2	Parámetros fisicoquímicos y técnicas analíticas para el análisis fisicoquímico del monitoreo de manantiales, norias y pozos alrededor del campo geotérmico Cerritos Colorados, Jal.	VII-7
Tabla VII.3	Seguimiento de compromisos en el Programa de Vigilancia en la ejecución del Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados	VII-9
Tabla VII.4	Indicadores e índices ambientales propuestos para el programa de vigilancia ambiental	VII-11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1	Área de influencia del proyecto sobre la fauna	VII-3

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

VII.1. Pronósticos ambientales

Sobre la base del escenario ambiental obtenido en el apartado V.5, donde se delimitó el área de influencia del proyecto y con el objeto de conformar el escenario resultante del desarrollo del proyecto integral, se incorporaron las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI para construir el escenario final.

Se consideró en el análisis del escenario final la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales (remanentes a pesar de la aplicación de la medida de mitigación), de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

Así mismo, se trató de estimar la modificación de la calidad ambiental del sitio durante la vida útil del proyecto, con respecto a las tendencias de desarrollo y/o deterioro de los ecosistemas.

VII.1.1. Pronóstico ambiental para la fauna silvestre

En el Capítulo V se determinó que el área de influencia de los impactos ambientales sobre la fauna silvestre se limita a las cinco unidades ambientales donde se ubica el proyecto (ZAE, ZR, ZUR, ZUP y ZR nuevamente, ver Figura VII.1), posteriormente en el Capítulo VI se presentan las medidas de mitigación que se deberán adoptar en dichas áreas para evitar que se presenten estos daños potenciales, con la aplicación estricta de estas acciones, se espera que la fauna silvestre no resulte afectada por la realización del proyecto (ya sea en su abundancia, riqueza específica, afectación de especies protegidas o pérdida definitiva de hábitat), dada la alta efectividad de las medidas diseñadas por los especialistas para abatir el efecto negativo de los impactos ambientales, o bien, se logrará que la afectación sea de carácter temporal.

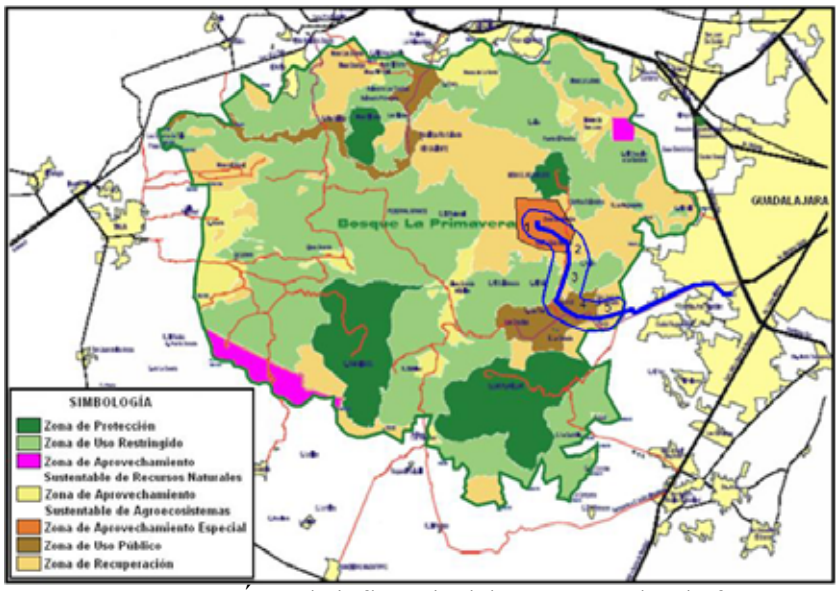


Figura VII.1. Área de influencia del proyecto sobre la fauna

VII.1.2. Pronóstico ambiental para la vegetación

De la misma manera, en el Capítulo V se determinó que el área de influencia de los impactos ambientales sobre la vegetación será a un nivel local, ocasionado básicamente por el cambio de uso de suelo para la construcción de la plataforma para la Unidad de 25 MW y la línea de subtransmisión, limitándose a las cinco unidades ambientales donde se ubicarán ambas obras del proyecto; en el Capítulo VI se presentan las medidas de mitigación que se deberán adoptar en dichas áreas para disminuir en lo posible la superficie a afectar y para compensar los impactos ambientales residuales del proyecto. De la misma manera, con la implementación estricta de estas acciones, se espera que el impacto sobre la vegetación resulte poco afectada por la realización del proyecto; adicionalmente, a la efectividad de las medidas propuestas por los especialistas para abatir el efecto negativo de los impactos ambientales, se propone un programa específico de compensación forestal y de manejo de flora, referido en el Capítulo VI.

VII.1.3. Pronóstico ambiental para el suelo

De la misma manera, en el Capítulo V se determinó que el área de influencia de los impactos ambientales sobre el suelo, será a un nivel local, ya que las actividades no repercutirán de una manera grave en sus componentes ambientales (características físicas, químicas y estabilidad edafológica), en el Capítulo VI se presentan las medidas de mitigación que se deberán adoptar en dichas áreas para evitar que se presenten estas afectaciones potenciales; con la implementación de estas acciones, se espera que el suelo no resulte afectado por la realización del proyecto en sus componentes ambientales, dada la alta efectividad de las medidas diseñadas por los especialistas para abatir el efecto negativo de los impactos ambientales, o bien, se logrará que la afectación sea de carácter temporal.

VII.1.4. Pronóstico ambiental para el aire

El impacto significativo identificado por la operación de esta central geotermoeléctrica es la emisión a la atmósfera de gases incondensables, que aunque constituyen una fracción muy pequeña de vapor que se emite a la atmósfera (alrededor del 5% del vapor geotérmico emitido corresponden a estos gases), constituidos en mayor proporción por bióxido de carbono (alrededor del 98,9%) por ácido sulfhídrico (0,62%), y el porcentaje restante amoniaco (NH_3), metano (CH_4) y algunos gases inertes.

No se prevé que las concentraciones de estos gases impliquen riesgos para la salud humana o para los ecosistemas, en función de que en el área existen las condiciones favorables para permitir una adecuada dispersión atmosférica. Es importante señalar que en México no existe una normativa que regule o establezca los límites máximos permisibles del H_2S, en consecuencia, se ha tomado como referencia la establecida por la Organización Mundial de Salud, y cuyo valor máximo es de 150 $\mu g/m^3$ promedio en 24 horas.

Así mismo, la experiencia adquirida por CFE en otros campos geotérmicos, con respecto a la afectación sobre los ecosistemas por las emisiones de H_2S a la atmósfera, señala que este proyecto no ocasionará impacto sobre las áreas forestales, agrícolas y/o pecuarias circundantes. Como ejemplo de lo anterior, se tienen los aprovechamientos geotérmicos en Cerro Prieto, Baja California, en Los Azufres, Mich. y en Los Humeros, Pue., por más de 40, 25 y 20 años, respectivamente, en los cuales no se han manifestado los posibles efectos de este gas en el entorno; adicionalmente a lo anterior, se refuerza la afirmación de que hay buenas condiciones en el campo geotérmico Cerritos Colorados para la dispersión atmosférica; de cualquier manera, la CFE realizará las mediciones de las concentraciones de H_2S en el aire.

Las medidas de mitigación, prevención y compensación señaladas en el Capítulo VI, pretenden mantener la funcionalidad de la unidades ambientales existentes en el área, por lo tanto, se espera que con la incorporación de estas medidas se conserven las áreas de vegetación existentes, que a la vez sirven como refugio y alimentación para la fauna, reduciendo el riesgo de eliminación o migración de estas especies a otros sitios.

La implementación adecuada de las medidas propuestas permitirá que el proyecto no se sume a las múltiples afectaciones existentes en la zona, y buscan evitar que se presente una contingencia ambiental.

VII.2. Programas de monitoreo y de vigilancia

VII.2.1. Programa de monitoreo

Se recomienda implementar un Programa de Monitoreo de los recursos naturales durante la etapa de operación del proyecto.

Para el caso específico de las emisiones a la atmósfera por generación de energía geotérmica en México, no se encuentran reguladas por normas oficiales o de otro tipo, pero sí representan volúmenes importantes de bióxido de carbono (CO_2), ácido sulfhídrico (H_2S) y metano (CH_4), por lo que se recomienda realizar el monitoreo de calidad del aire en el campo geotermoeléctrico. Otros componentes que deberán monitorearse son las emisiones de ruido y la calidad de las aguas (que no sean de origen geotérmico) durante la operación del proyecto (Tabla VII.1).

Tabla VII.1.
Programa de monitoreo ambiental para la central geotermoeléctrica Cerritos Colorados, Jal.

Actividad	Periodicidad
Programa de medición del ácido sulfhídrico (H_2S) • Medición de las concentraciones de H_2S en el aire en el campo geotérmico y localidades cercanas al mismo	Actividad permanente (informes semestrales).
Programa de monitoreo de aguas naturales de origen no geotérmico • Monitoreo de pozos piezométricos dentro y en la periferia del campo geotérmico	Actividad permanente (informes semestrales).
Programa de monitoreo de ruido en la periferia del campo geotérmico Cerritos Colorados • Monitoreo de ruido en los límites del campo geotérmico	Actividad permanente (informes anuales).

Programa de medición del ácido sulfhídrico (H_2S) en el aire

La composición química de los gases incondensables extraídos del subsuelo junto con el vapor geotérmico (alrededor del 5,1% del vapor geotérmico corresponden a estos gases), es alrededor del 98,9% de bióxido de carbono, 0,62% de ácido sulfhídrico y le resto de otros gases inertes; una vez que el flujo másico cede su energía al ser transformado en electricidad, pasan al condensador y mediante turbocompresores son enviados a las chimeneas instaladas en cada una de las unidades y los gases son descargados a la atmósfera.

De los gases desprendidos a la atmósfera, solamente el H_2S, tanto por su olor característico a muy bajas concentraciones como por sus efectos tóxicos a altas concentraciones, modifica la calidad del aire ambiente, razón por la cual se tiene programado implementar un monitoreo de este gas, siendo este el objetivo principal de este programa.

Tomando en cuenta el análisis estadístico de la dirección dominante del viento en las diferentes épocas del año y considerando la ubicación de los localidades en la periferia del área de estudio del campo geotérmico Cerritos Colorados, se propone instalar una caseta de medición del ácido sulfhídrico dentro de la zona geotérmica Cerritos Colorados y contar con dos o tres equipos móviles para la medición de este gas, los cuales registrarían datos en diversos sitios dentro del área de estudio y en las localidades cercanas al proyecto.

La medición continua de la concentración de H_2S en el aire se realiza con un medidor analítico marca Arizona Instrument, modelo Jerome 631-X, con microprocesador para asegurar una respuesta lineal a través de todo el rango (de 0,001 – 50 ppm), la medición de los parámetros meteorológicos se registran en una estación electrónica, modelo Weather Monitor II, marca Davis Instrument. Estos equipos y sus accesorios integran una estación de medición.

- **Programa de monitoreo de manantiales, norias y pozos dentro y en la periferia del campo geotérmico**

El objetivo de este programa consiste en realizar el monitoreo continuo de la calidad del agua de manantiales, norias y pozos piezométricos ubicados en la periferia cercana a la zona de explotación del campo geotérmico Cerritos Colorados, a fin de prevenir y/o tener la certeza de que la salmuera extraída del yacimiento sea devuelta mediante su inyección al yacimiento geotérmico y que ésta no tenga contacto con los mantos freáticos; su análisis contempla la determinación química de varios elementos característicos del agua residual geotérmica; los muestreos se realizarán semestralmente.

En cada muestra de agua, obtenida de los manantiales, norias o pozos piezométricos, se analizarán los parámetros listados en la Tabla VII.2; estas determinaciones analíticas fisicoquímicas de las muestras de agua se realizarán en laboratorios acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), utilizando los métodos analíticos normalizados. La metodología que se utiliza para el muestreo de los puntos seleccionados es la que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-014-1980 “Cuerpos receptores.-muestreo”.

Tabla VII.2 Parámetros fisicoquímicos y técnicas analíticas para el análisis fisicoquímico del monitoreo de manantiales, norias y pozos alrededor del campo geotérmico Cerritos Colorados, Jal.			
Parámetro	**Unidad**	**Técnica de análisis**	**Normativa**
Temperatura	ºC	Medición directa (termómetro)	NMX-AA-007-SCFI-2000
pH	-	Análisis potenciométrico	NMX-AA-008-SCFI-2000
Conductividad eléctrica	µS/cm	Medición directa (conductímetro)	NMX-AA-093-SCFI-2000
Sodio (Na)	mg/l	Espectrofotométrico (Absorción atómica)	EPA 6010B
Potasio (K)	mg/l		EPA 6010B
Calcio (Ca)	mg/l		EPA 6010B
Magnesio (Mg)	mg/l		EPA 6010B
Boro (B)	mg/l		EPA 6010B
Litio (Li)	mg/l		EPA 6010B
Cloruros (Cl)	mg/l	Método argentométrico	NMX-AA-073-SCFI-2001
Sulfatos (SO_4)	mg/l	Gravimétrico y turbidimétrico	NMX-AA-074-1981
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	Gravimétrico	NMX-AA-034-SCFI-2001

- **Programa de monitoreo de ruido en la periferia del campo geotérmico Cerritos Colorados**

En cumplimiento con lo establecido en el artículo 8 del Reglamento para la Protección del Ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido y con la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, la Residencia La Primavera realizará anualmente una campaña de medición de ruido en la periferia del campo geotérmico.

El objetivo de este programa será medir y determinar la energía acústica emitida por la maquinaria, equipos, que se utilizan para el proceso de generación de la Unidad de 25 MW.

Las mediciones de este programa anual lo han realizado laboratorios acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). Las evaluaciones se realizan en apego a la norma NOM-081-SEMARNAT-1994 y las mediciones de ruido se realizan en dos turnos, de las 6:00 a las 22:00 h, y de las 22:00 a las 6:00 h.

VII.2.2 Programa de Vigilancia

En cuanto al Programa de Vigilancia, más adelante se mencionan los lineamientos generales que deberá contener este Programa, con el cual se asegurará que las medidas de mitigación, preventivas y correctivas sean llevadas a cabo de acuerdo con las medidas propuestas en el Capítulo VI de este documento, con el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable al proyecto (NOMs, Leyes, Reglamentos, Acuerdos), así como con las especificaciones ambientales establecidas en las bases de la licitación del proyecto y con los términos y condicionantes que se establezcan en la resolución en materia de impacto ambiental que se emita para el presente proyecto.

Dentro de los objetivos particulares del Programa de Vigilancia se tienen los siguientes:

- Verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas en la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto, el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable en las diferentes etapas del mismo y las medidas condicionadas por la resolución ambiental que se emitan al respecto.
- Minimizar las afectaciones al ambiente.
- Proporcionar información y aviso inmediato cuando un impacto determinado se acerca a un nivel crítico para la aplicación de las medidas correctivas que apliquen.

Este Programa de Vigilancia deberá poner en práctica, alcanzar, revisar y mantener actualizada la información ambiental en la etapa de operación del proyecto; con el fin de asegurar el cumplimiento de las condicionantes establecidas, de ser procedente el proyecto, en el Resolutivo Ambiental correspondiente y en la legislación y normatividad aplicable al proyecto y que éste sea considerado ambientalmente satisfactorio.

Un punto importante para el funcionamiento adecuado del Programa de Vigilancia, es tener mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento de las condicionantes, medidas de mitigación y normatividad ambiental. En este sentido, el Programa debe contemplar la elaboración de una tabla de cumplimiento y control ambiental, a partir de la información de la MIA y, de ser el caso, del Resolutivo de la DGIRA para la central geotermoeléctrica Cerritos Colorados, así como las acciones a realizar para cumplir con cada una de las medidas propuestas; ésta se elabora en función de las actividades que se realizarán, la etapa del proyecto en que se debe llevar a cabo la actividad, la frecuencia de realización de la actividad, la normatividad aplicable y la evidencia que deberá presentarse. Para lo anterior, en la Tabla VII.3 se resumen los programas propuestos en el Capítulo VI, así como la periodicidad de los mismos, los cuales deberán ser supervisados por personal calificado de la CFE durante las diferentes etapas del proyecto

Tabla VII.3 Seguimiento de compromisos en el Programa de Vigilancia en la ejecución del Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados	
Compromisos a cumplir	**Supervisión e informes**
Especificaciones ambientales No. 1,3,4,7	De manera permanente durante la implementación de las especificaciones (informes semestrales).
Programa Específico de Manejo de Fauna Silvestre en Riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001)	De manera permanente durante la implementación del Programa (informes semestrales).
Programa Específico de Compensación Forestal	De manera permanente durante la implementación del Programa (informes semestrales).
Programa Específico de Manejo de Flora Silvestre en Riesgo (NOM 059 SEMARNAT 2001 o MER)	De manera permanente durante la implementación del Programa (informes semestrales).
Programa Específico de Información Social y Concienciación Ambiental	De manera permanente durante la implementación del Programa (informes semestrales).
Medidas propuestas para el cumplimiento de los criterios de regulación ecológica y políticas del POETEJ	Actividad permanente (informes anuales).
Medidas propuestas para el cumplimiento de los lineamientos del Programa de Manejo del APFFLP (con énfasis en la elaboración del **Programa de manejo de la ZAE**)	Durante la elaboración y ejecución de las medidas (informes anuales).
Normatividad y legislación ambiental aplicable (Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas)	Actividad permanente (informes semestrales).
Programa de reforestaciones anuales	De manera permanente durante la implementación del Programa (informes anuales).
Programa de control de los residuos (peligrosos y no peligrosos)	Actividad permanente durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento (informes anuales a través de la Cédula de Operación Anual –COA–).
Programa de limpieza del sitio	Actividad que se realizará cuando terminen las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto.
Cumplimiento de términos y condicionantes del resolutivo ambiental	Actividad permanente (la periodicidad de los informes estará sujeta a los plazos que se establezcan en el resolutivo ambiental).

VII.2.3 Indicadores ambientales

La medición de variables de los parámetros o componentes ambientales de un ecosistema tiene como característica presentar un rango de comportamiento en función de sus propiedades intrínsecas, o en función de las presiones ejercidas por las actividades humanas.

Estos factores y parámetros ambientales medibles son conocidos con el nombre de indicadores ambientales. Los indicadores ambientales proporcionan información sobre el estado actual de los

ecosistemas, así como patrones de tendencias (cambios) en el estado ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente, o sobre las relaciones entre tales variables. En este sentido, los indicadores se pueden utilizar para varios propósitos: para evaluar el seguimiento y monitoreo ambiental; analizar e interpretar el impacto ambiental inicialmente identificado en el estudio ambiental; realizar diagnósticos de un componente o factor ambiental; entre otros más.

Existen varios tipos de indicadores ambientales, algunos de ellos son:

a) **Indicadores atmosféricos ,** son variables de las condiciones atmosféricas en cuanto a composición y presencia de ciertos elementos contaminantes, o modificaciones meteorológicas. Ejemplos: calidad del aire, variación de niveles de ruido, emisiones de H_2S, temperatura, humedad relativa, etc.

b) **Indicadores hídricos**, los cuales caracterizan el ecosistema afectado a través de variables fisico-químicas y sus variaciones temporales. Ejemplos: calidad del agua, medición de algún parámetro específico (pH, conductividad, salinidad, B, etc.).

c) **Bioindicadores** o **indicadores bióticos, l**os cuales tipifican la biota del ecosistema afectado mediante la observación de cambios estructurales en tiempo y en el espacio, y evalúan la vulnerabilidad del sistema mediante la tolerancia de las especies a las fluctuaciones naturales u ocasionadas por el proyecto (resistencia), y su capacidad de recolonización (elasticidad). Ejemplos: riqueza de especies, abundancia relativa; especies en riesgo, biodiversidad, etc.

d) **Indicadores sociales, s**on variables que evalúan los cambios en una localidad, desde el punto de vista demográfico, económico, perceptivo y/o cultural. Ejemplos: población, crecimiento económico, marginación, valores culturales, salud, etc.

e) Entre otros más (indicadores geológicos, edafológicos, paisajísticos, etc.).

De igual manera, con los indicadores ambientales se pueden formular índices ambientales, los cuales son una categorización numérica o descriptiva de una gran cantidad de información ambiental, con el propósito de simplificar una serie de datos y evaluar una condición ambiental. En este sentido, un índice ambiental es un número simple, derivado de la manipulación matemática de un grupo de valores de indicadores definidos con relación a un estándar o valor deseable, y que frecuentemente se utiliza como herramienta de apoyo en la evaluación y seguimiento de algún impacto ambiental. Como ejemplo, destacan entre otros los siguientes: índices de calidad de aire, del agua, de erosión, de diversidad, etc.

Para el caso específico del proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados se proponen algunos indicadores e índices ambientales (Tabla VII.4), derivados de los programas propuestos en el apartado VII.2.

Tabla VII.4 Indicadores e índices ambientales propuestos para el programa de vigilancia ambiental	
Programa	**Indicador / Índice ambiental**
Programa de monitoreo del H_2S	Indicador ambiental: Medición del H_2S Índice ambiental: Calidad del aire (ICAire-$_{H2S}$)* Estándar: Criterio de la OMS(150 µg/m^3) • ICAire-$_{H2S}$ = Medición del H_2S/Criterio de la OMS Escala: < 1 Buena calidad del aire = 1 Límite de concentración aceptable (umbral de olor) > 1 Mala calidad del aire * únicamente con respecto al ácido sulfhídrico.
Programa de monitoreo de ruido	Indicador ambiental: Niveles de ruido (dB) Índice ambiental: Calidad del ruido (ICRuido) Estándar: NOM-081-SEMARNAT-1994 • ICRuido = Nivel ruido medido/Límite ruido normado Escala: < 1 Cumplimiento de la NOM-081 = 1 Límite de ruido aceptable > 1 Incumplimiento de la NOM-081
Programa de control de los residuos	Indicador ambiental: Volumen de residuos peligrosos generados a) Sólidos b) Líquidos 100 % de disposición adecuada (bitácoras, actas de entrega recepción)
Programa Específico de Compensación Forestal (Reforestación anual)	Indicador ambiental: número de individuos plantados. Índice ambiental: % de sobrevivencia (%S) %S = (No. Ind. vivos/ No. Ind. Plantados) *100 Escala: < 40% Baja eficiencia de la medida de mitigación (bajo porcentaje de sobrevivencia) 40-60% Aceptable eficiencia de la medida de mitigación (aceptable porcentaje de supervivencia) > 60% Buena medida de mitigación (% de supervivencia ideal o deseable)
Programa de manejo de la fauna y flora silvestres	Indicadores ambientales: Riqueza de especies, abundancia relativa

En general, los indicadores e índices ambientales propuestos nos ayudarán a contestar las siguientes cuatro preguntas básicas, concatenadas entre sí:

1. ¿Qué está pasando en el medio ambiente? (condiciones y tendencias)
2. ¿Por qué está pasando? (causas o eslabones entre las influencias del proyecto y los procesos naturales medidos)
3. ¿Por qué es importante? (efectos ecológicos, económicos, sobre la salud)
4. ¿Qué se está haciendo para contrarrestar el cambio? (medidas de prevención o mitigación)

VII.3. Evaluación de alternativas

VII.3.1. Evaluación de alternativas para la selección del sitio de la Unidad generadora

No se tienen otras alternativas dado que la ubicación de la unidad geotermoeléctrica depende de los procesos naturales que dan lugar a los yacimientos geotérmicos. El resultado de los estudios realizados en el sitio ubica al campo geotérmico, así como a sus proyectos asociados, inevitablemente dentro de la Zona de Aprovechamiento Especial Cerritos Colorados del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera.

Con esta base, se plantean los criterios de diseño fijados para el proyecto, se analizaron las diferentes opciones, considerando para ello tanto la capacidad de la unidad generadora a instalar, como la importancia ecológica de los sitios propuestos para la ubicación de la misma, las cuales se describen a continuación:

- Opción 1: Una unidad generadora de 25 MW en sitio aledaño a la plataforma del pozo PR-7.
- Opción 2: Una unidad generadora de 25 MW en sitio aledaño a la plataforma del pozo PR-11.
- Opción 3: Una unidad generadora de 25 MW en sitio denominado “Mesa El Pinar” rumbo al camino de acceso que conduce al pozo PR-11.

Es importante señalar que para la selección del sitio de la unidad generadora se emplearon las especificaciones CFE SPAOO-07 establecidas para la “Evaluación ambiental de sitios candidatos de proyectos termoeléctricos”, aclarando que se utilizó el contexto metodológico adecuado, específicamente se modificaron los aspectos y criterios de análisis ambiental y por ende se obtuvieron resultados ex profesos para este tipo de proyectos de generación geotérmica.

En el Anexo VII.1, se muestra el análisis comparativo de alternativas para la selección de sitios, en el cual se indican las ventajas que se tienen al concentrar en un solo sitio, la unidad de generación de energía eléctrica de mayor capacidad. Derivado de este análisis se determinó que la opción 4 denominada “El Caracol”, ubicada en las inmediaciones del pozo PR-9, cumple con los siguientes criterios técnico-ambientales:

- Se encuentra ubicado en un sitio céntrico del área del proyecto,
- Confluencia con las líneas de conducción de vapor desde los pozos productores,
- Es un sitio prácticamente libre de vegetación natural (sitio parcialmente reforestado),
- Espacio óptimo para la realización de las obras civiles e hidráulicas, ya que se cuenta con la extensión del área necesaria y lograr el objetivo final del proyecto de instalar una unidad con capacidad de 25 MW, de tipo modular a condensación.

No obstante, del resultado obtenido referente a la decisión de instalar los 25 MW en un sólo sitio, se tomó por las ventajas ambientales que ofrece, aunadas a los aspectos técnicos, amen de considerar los avances tecnológicos de las unidades generadoras en el diseño de estas centrales y que prevalezcan en el momento de la licitación correspondiente.

VII.3.2. Consideraciones ambientales que justifican el optar por la trayectoria definitiva de la línea de subtransmisión

Después de revisar la cartografía, se concluyó que no era necesario contar con trayectorias alternativas considerando las siguientes razones:

- La topografía abrupta que a partir del proyecto geotermoeléctrico impera entorno y dentro de esté, resulta ser un factor que incrementa los costos técnico-económicos al requerir principalmente de mayor cantidad de puntos de inflexión, lo que repercute en una mayor pérdida de energía.

- El seleccionar otra alternativa**,** se incrementan los costos ambientales al requerirse la apertura de una mayor cantidad de brechas de penetración, y consecuentemente una mayor afectación en una gran superficie con vegetación forestal, arbustivas y herbáceas con un alto valor ecológico y botánico, fragmentación de ecosistemas, creación de barreras físicas, destrucción de hábitats, desplazamiento de fauna silvestre y por consecuencia traería problemas de erosión, por el tipo de suelos deleznables muy particulares del BLP.

- Aunado a lo anterior, el pensar en otra alternativa contrariaría el espíritu que fundamenta el Programa de Manejo que es la conservación y sustentabilidad de los recursos naturales del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP).

Por otro lado, los criterios específicos que fundamentan la trayectoria del proyecto son los siguientes:

- Utilizar el área mínima requerida para las bases de las torres estructurales y la cimentación de las estructuras que soportarán la LST y que su localización sea en sitios libres de vegetación o que en su caso afecte en lo mínimo o nada la vegetación arbórea.

- En el tramo comprendido entre una y otra estructura durante el tendido de cables y operación de la línea, las ramas de los árboles que interfieran con los cables serán sujetos de **"desrame"**, lo que significa realizar el corte de las ramas de la parte superior del o los árboles, tomando en cuenta la catenaria de los cables.

- Topográficamente, por el sitio donde se pretende construir la *LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol*, se presentan condiciones ligeramente onduladas con pequeñas superficies en ladera ondulado-plano.

- La vegetación presente sobre el trayecto de la *LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I - El Sol*, se encuentra conformada por bosque de latifoliadas y coníferas, pastizal, cultivos agrícolas y vegetación secundaria, mismos que se verán afectados en lo mínimo posible, además de que no son elementos restrictivos que imposibiliten el establecimiento de la LST.

- No se afectarán corrientes, ni cuerpos de agua, durante la ejecución de los trabajos de la construcción de la línea de subtransmisión.

- El acceso prácticamente es total, como se ha indicado, el proyecto de la LST se construirá sobre un costado de los caminos de acceso existentes aprovechando el derecho de vía de éstos, lo cual no imposibilita las obras y el arribo de materiales a los frentes de trabajo.

- Actualmente las innovaciones tecnológicas en el uso de estructuras versátiles de fácil armado permiten una menor superficie de afectación durante el parado y montaje de las estructuras.

- Socialmente representa una alternativa en la mejora de calidad de vida para el Ejido López Mateos, así como las poblaciones adyacentes a la trayectoria de la LST como consecuencia de la contratación de personal. Cabe señalar que NO se contrapone con lo planes locales de desarrollo.

VII.4. Conclusiones

La experiencia adquirida por la CFE en la exploración de los yacimientos geotérmicos nacionales, para su posterior explotación comercial mediante la instalación de centrales geotermoeléctricas, empleando el recurso energético del subsuelo, ha demostrado que este tipo de generación eléctrica es factible y confiable, pudiéndose obtener en promedio altos factores de planta (FP 0,90)[1] con un bajo impacto ambiental, por lo cual, este proyecto presenta una gran relevancia, dado el impulso que se le dará a la explotación de los recursos naturales del subsuelo, que implica la sustitución de energía generada con base en combustibles fósiles por energía geotérmica, con la consiguiente reducción de grandes volúmenes de gases de combustión como CO_2, NO_X, SO_X y partículas suspendidas emitidas a la atmósfera, así como reducciones en volúmenes de agua de repuesto a los ciclos de vapor y de enfriamiento, descarga superficial de aguas residuales y en la generación de residuos peligrosos, inherentes a las centrales termoeléctricas convencionales que utilizan hidrocarburos.

A través de varios años de medición de la concentración de ácido sulfhídrico (H_2S) en el aire ambiente, dentro y en las inmediaciones del campo geotérmico Cerro Prieto, se ha observado que los valores promedio diario más altos para la zona de influencia han sido del orden de centésimas de partes por millón (decenas de partes por billón). Ahora bien, para determinar qué impactos traen asociados estas concentraciones, es conveniente señalar que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece en 150 $\mu g/m^3$ (107 ppb), el límite máximo permisible de la concentración de H_2S en el aire por un período de 24 horas. De acuerdo con este límite, la consecuencia en la salud humana por la exposición a concentraciones superiores a este valor es la irritación de ojos.

Así mismo, la OMS indica que para evitar el olor característico del H_2S (olor a huevos podridos) se requiere que la concentración de este gas en el aire no exceda a 7 $\mu g/m^3$ (5 ppb) en períodos de 30 minutos.

De acuerdo con las estimaciones de la CFE, se considera que el margen de reserva operativo para la generación y suministro de energía eléctrica del país, se encuentra en un valor inferior al mínimo establecido para garantizar la seguridad del sistema eléctrico. Sin embargo, el crecimiento medio anual en la demanda de energía eléctrica es cercano al 5,5%, y la CFE estima que deberá proporcionar el servicio a más de 850 mil nuevos clientes anualmente.

La central geotermoeléctrica Cerritos Colorados contribuirá a la generación de energía eléctrica en la región occidente, el proyecto es relevante por tratarse de una generación de carga base, con alta confiabilidad por los factores de planta que se manejan en estas unidades (FP 0,9) lo que ayudará a este propósito.

[1] **Factor de planta**, mide el grado de utilización de la capacidad de una central eléctrica. Es el resultado de dividir la energía producida entre la máxima teórica posible en un lapso de tiempo.

Desde una perspectiva socioeconómica el proyecto presentará beneficios directos a corto plazo en las comunidades cercanas provocadas por la derrama económica local. Ambientalmente, se considera que las afectaciones más importantes por la inserción del proyecto, no generarán cambios importantes en las relaciones de los componentes del sistema ambiental.

De acuerdo con las evaluaciones realizadas, se considera que la central geotermoeléctrica Cerritos Colorados no ocasionará impactos ambientales relevantes, que pudieran modificar más allá de lo permisible la calidad ambiental en el área de influencia, lo que se debe en parte a las características propias del proyecto, a la experiencia de CFE en la mitigación de impactos propios de la generación geotermoeléctrica y a la naturaleza del sitio en que será construido.

La mayor parte de las medidas de mitigación que se plantean como necesarias para el desarrollo del proyecto, son de carácter general (manejo de residuos, control de las actividades constructivas, control de las actividades del personal), ya que no se esperan efectos relevantes asociados a una actividad en particular. Aunque el presente trabajo no ha detectado impactos que puedan catalogarse como altamente significativos, es importante que se vigile el cumplimiento de las medidas de control, prevención y mitigación que se describen en el capítulo VI de este documento, para evitar daños innecesarios al entorno. La construcción y operación del proyecto es ambientalmente viable, siempre y cuando se desarrolle bajo las condiciones descritas en este documento y se observen las medidas de mitigación correspondientes. Para verificar los resultados de las evaluaciones realizadas, se recomienda la implementación del programa de vigilancia ambiental anteriormente señalado. También se recomienda implementar un programa para las mediciones del ácido sulfhídrico en el aire, una vez que se inicie el desarrollo y evaluación de los pozos geotérmicos, así como la operación de la unidad de generación.

Capítulo VIII

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Regional
Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados

(25 MW - Primera Etapa)

CONTENIDO

VIII.	**IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**	**VIII-3**
VIII.1	**Formatos de presentación**	**VIII-3**
VIII.1.1	Planos de localización	VIII-3
VIII.1.2	Fotografías	VIII-3
VIII.1.3	Videos	VIII-3
VIII.2	**Instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental**	**VIII-3** VIII-3
VIII.2.1	Medio abiótico	VIII-3
VIII.2.1.1	Plataforma ambiental en Sistemas de Información Geográfica (SIG)	VIII-3
VIII.2.1.2	Procesamiento de imágenes de satélite	VIII-4
VIII.2.2	Medio biótico	VIII-4
VIII.2.2.1	Vegetación terrestre y acuática	VIII-4
VIII.2.2.2	Fauna terrestre y/o acuática	VIII-9
VIII.2.3	Aspectos socioeconómicos	VIII-10
VIII.2.4	Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales	VIII-10
VIII.3.	**Bibliografía citada y/o consultada**	**VIII-16**
VIII.4.	**Anexos**	**VIII-23**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VIII.1	Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar la significancia de impactos	VIII-13
Tabla VIII.2	Parámetros y escala de evaluación utilizada	VIII-14
Tabla VIII.2	Ecuaciones aplicadas para la evaluación y significancia de los impactos	VIII-15

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Formatos de presentación

VIII.1.1. Planos de localización

Se elaboraron mediante la utilización de la Plataforma Ambiental y la utilización del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.2.

VIII.1.2. Fotografías

Se elaboró un anexo fotográfico de los estudios técnicos en campo, en cada imagen se identifica el número de la fotografía y se describen de manera breve los aspectos a resaltar. Las fotografías digitales se obtuvieron con cámara digital SONY *Cibershot*, de 6.0 megapixeles.

VIII.1.3. Videos

No se requirió la toma de videos para la realización de este estudio.

VIII.2. Instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental

VIII.2.1. **Medio abiótico**

VIII.2.1.1. Plataforma ambiental en Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Se elaboró una Plataforma ambiental del proyecto en cuestión mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.2 y las extensiones del Spatial Analyst y 3D Analyst; dicha plataforma contiene toda la temática geográfica para la caracterización del medio abiótico, tales como:

- Climatología
- Aire
- Geología y geomorfología
- Tipos de suelos
- Hidrología superficial y subterránea
- Relieve
- Infraestructura existente
- Infraestructura del proyecto

VIII.2.1.2. Procesamiento de imágenes de satélite

Para analizar y cuantificar el cambio del uso del suelo en forma espacial y temporal en el área de estudio se utilizó la técnica de los sensores remotos (Imágenes de Satélite); para tal fín se procesaron, analizaron y cuantificaron las superficies por tipo de uso del suelo de la década de los setentas, ochentas, noventas y dos mil. Una vez procesadas y clasificadas dichas imágenes de satélite se procedió a cuantificar la superficie por tipo de uso y por década.

De igual forma, se utilizaron dichas imágenes de satélite clasificadas para alimentar el modelo de Erosión, en su componente "C" cubierta vegetal.

VIII.2.2. **Medio biótico**

VIII.2.2.1. Vegetación terrestre y acuática

Para el desarrollo del presente trabajo la metodología se dividió en tres fases:

I. De gabinete

1.- Revisión bibliográfica y recopilación de información de los trabajos realizados en la zona y que ayudaron a la caracterización del área de estudio. Se puso especial atención en los trabajos que al respecto ha elaborado la Universidad de Guadalajara, así como la consulta de las colecciones científicas de los diferentes herbarios: IBUG (Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara), CHAP (División de Ciencias Forestales Universidad Autónoma Chapingo) e INIF (Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria) para conocer las especies registradas en el Bosque la Primavera.

2.- Otro documento básico para la interpretación de lo observado en el área de estudio es el programa de manejo del "Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, México" (2004), en el se hace una zonificación por unidades ambientales de acuerdo al uso y características de los recursos naturales, que nos proporcionaron una guía para el presente estudio.

3.- Se revisó imagen de satélite falso color escala. 1:250 000, cartografía temática (INEGI, 2001), escalas 1:50 000 y 1:250 000 (topografía, geología, edafología, uso del suelo y vegetación) para la selección preliminar de los sitios de muestreo, tomando como mapa base la carta topográfica escala 1:250000 y cartografía temática del área elaborada por la CFE.

II. Fase de campo: verificación de los sitios de muestreo

4.- Se verificó en campo por medio de recorridos de reconocimiento del área de estudio y muestreo de áreas seleccionadas de acuerdo con la calidad de sitio, tanto en su grado de conservación de la vegetación, la densidad del arbolado, su diversidad, vías de acceso y sitios de interés por el impacto que se ocasionará por la construcción de la planta geotermoeléctrica.

5.- Levantamiento de los sitios de muestreo tomando en cuenta los siguientes parámetros: localidad, coordenadas geográficas, altitud, exposición, pendiente, tipo de vegetación, agentes de disturbio y consideraciones generales del sitio.

6.- Se realizaron los muestreos ecológicos y el levantamiento de los datos por sitios seleccionados mediante cuadros de 10 x 10 metros (100 m^2) para cuantificar el estrato arbóreo, 4 x 4 metros (16 m^2) para el estrato arbustivo y 1m^2 para el estrato herbáceo, siguiendo la metodología propuesta por Matteucci y Colman (1982), dando un total de 20 sitios con los que se trabajaron las 7 unidades ambientales definidas en el Programa de Manejo para el Área de Protección de Flora y Fauna la Primavera. Una vez en el sitio se tomaron datos de acuerdo a los tres formatos fitoecológicos, las muestras botánicas se recolectaron empleando el método de barrido que consiste en la recolección de ejemplares en estado fenológico de floración y/o fructificación.

7.- Las muestras fueron preparadas siguiendo las técnicas tradicionales empleadas en el herbario, y posteriormente se trasladaron a dicho laboratorio para su determinación.

8.- Para el análisis de los formatos de campo levantados en los sitios con los respectivos datos florísticos, ecológicos y dasométricos, el apoyo del archivo fotográfico de los parajes y la consulta de bibliografía, se determinó el número de especies más frecuentes que se desarrollan en los sitios y comunidades vegetales del área, y que son parte de su diversidad vegetal; además las especies dominantes, la forma biológica por especie, la abundancia, densidad relativa y se caracterizaron los estratos de vegetación, así como, el cálculo del índice de valor de importancia, tres índices fitosociológicos y el método para la evaluación de riesgo de especies en peligro de extinción (MER) por último el índice de similitud florística de Sorensen- Wener (cit. in Krebs, 1985)

III. Fase de laboratorio y análisis de datos

9.- Caracterización de la vegetación.- ésta se realizó con apoyo del análisis de los formatos de campo levantados en los sitios (ver anexos), con datos florísticos, ecológicos y dasométricos, la toma de fotografías de los parajes y la consulta de bibliografía especializada.

10.-Debido a que la composición florística varía en algunos tramos, de acuerdo con sus condiciones ambientales como el clima y la precipitación, alteraciones por el uso de suelo de la zona, se determinó el número de especies en los sitios y comunidades vegetales del área, y que son parte de su diversidad vegetal; junto con el análisis de los resultados se determinaron las especies dominantes, la forma biológica por especie, la abundancia y densidad relativa y se caracterizó la estratificación por niveles de vegetación, asimismo se cálculo el índice de valor de importancia, el método para la evaluación de riesgo de especies en peligro de extinción (MER) y por último el índice de similitud de Sorensen.

Para encontrar la densidad relativa (DR) se aplicó la fórmula propuesta por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) que a continuación se presenta:

$$DR = \frac{Ni \ X \ 100}{Nt}$$

Donde: Ni = No. de individuos por especie
Nt = No. total de individuos

Cada especie se valoró de acuerdo con tres índices, el de presencia, el de abundancia–cobertura y el de sociabilidad. El primer índice es el valor que tiene cada especie en asociaciones diferentes, calculado en porcentaje (n/N x 100) siendo n el número de inventarios en que aparece el taxón en una comunidad y N el número total de inventarios de la comunidad. Los porcentajes se representan mediante una escala de cinco números romanos y son los siguientes:

I = Especie Presente entre 11 y 20% de los inventarios
II = Especie presente entre 21 y 40% de los inventarios
III = Especie presente entre 41 y 60% de los inventarios
IV = Especie presente entre 61 y 80% de los inventarios
V = Especie presente entre 81 y 100% de los inventarios

La abundancia (segundo índice) es el número de individuos de cada especie en la zona inventariada. El grado de cobertura se estima como la proyección vertical de todas las partes aéreas de los individuos de cada especie, que se refleja como un porcentaje del área total de la parcela, el índice de abundancia-cobertura fue calculado simultáneamente en una sola estimación combinada (Braun-Blanquet, 1968) cuyos valores son los siguientes:

1 = Individuos bastante abundantes, pero con baja cobertura.
2 = Individuos muy abundantes con cobertura escasa o bien cubriendo menos de ¼ de la superficie muestreada.
3 = Cualquier número de individuos, pero cubriendo entre ¼ y menos de ½ de la superficie.
4 = Cualquier número de individuos, pero cubriendo entre ½ y ¾ de la superficie.
5 = Cualquier número de individuos, pero cubriendo más de ¾ de la superficie.

La sociabilidad (tercer índice) se entiende como la forma de agruparse los individuos de una especie dada en cada parcela, se estima con la escala de Braun-Blanquet (1968) para los siguientes índices:

1 = Individuos aislados
2 = Individuos creciendo en pequeños grupos
3 = Individuos creciendo en grupos mayores (pequeños rodales o almohadillas)
4 = Individuos creciendo en colonias o rodales extensos
5 = Grandes poblaciones de la misma especie

Al listado florístico resultante se le aplicó el método para la evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER), de acuerdo con el anexo normativo I de la Norma oficial de especies amenazadas, raras o en peligro de extinción NOM-059-SEMARNAT-2001 (Diario Oficial de la Federación del 6 de marzo de 2002), con la cual, se unifica el criterio de decisión sobre las categorías de riesgo y fundamenta las acciones para el aprovechamiento sustentable del bosque.

Los cuatro criterios independientes de la norma para cada especie al sumarse proporcionan la calificación siguiente donde se establecen los intervalos de asignación por categorías de riesgo:

Una especie o población cuya suma total se encuentre entre los 12 y 14 puntos, será considerada como en peligro de extinción. Aquella cuya suma total de puntos sea de 10 y 11 se considera como amenazada:

$$MER = A+B+C+D$$

Donde:

A. Amplitud de la distribución del Taxón en México
   I. Muy restringida = 4 (menor al 5% del territorio Nacional)
   II. Restringida = 3 (entre el 5 y el 16% del territorio Nacional)
   III. Medianamente restringida o amplia = 2 (mayor que el 15% pero menor de 40% del territorio Nacional).
   IV. Ampliamente distribuidas o muy amplias = 1 (igual o mayor del 40% del territorio Nacional.

B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.
   I. Hostil o muy limitante = 3
   II. Intermedio o limitante = 2
   III. Propicio o poco limitante = 1

C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.
   I. Vulnerabilidad alta = 3
   II. Vulnerabilidad media = 2
   III. Vulnerabilidad baja = 1

D. Impacto de la actividad humana sobre el Taxón.

I. Alto impacto = 4
II. Impacto medio = 3
III. Bajo impacto = 2

Para conocer la relación entre las especies que componen una comunidad o sitio en el ecosistema se aplicó el índice de similitud florística de acuerdo con Sorensen (1948) que dice:

$$Cs = \frac{2c\,(100)}{a + b}$$

Donde: a = No. de especies en el sitio 1
b = No. de especies en el sitio 2
c = No. de especies comunes en ambos

11.- Estudios técnicos y listados

Listado florístico del estudio

La lista florística del proyecto se presenta a continuación, junto con el grupo al que pertenecen, la familia botánica, nombre común y su forma biológica, en la columna de situación, se nombran cuatro términos para definirlos y son los siguientes:

- **Nativa** se refiere a las especies que crecen en forma natural en la zona, pueden ser endémicas o no endémicas.
- **Introducida** equivale a las especies que se han plantado para reforestar el área.
- **Ruderal** considera plantas que son encontradas frecuentemente junto a caminos, carreteras o camellones y lotes abandonados.
- **Invasoras** son aquellas que se han introducido intencional o accidentalmente y que tienen un gran éxito para propagarse, por lo que causan graves daños, provocando un desequilibrio ecológico entre las poblaciones silvestres.

La forma biológica se refiere al tamaño y consistencia de los tallos de acuerdo a lo propuesto por Rhaunkier (cit. in Krebs, 1985) y se clasifican como:

- **Árbol** si son mayores de 4 metros y con tallo o tronco leñoso.
- **Arbusto** si es una planta menor de 4 metros y con tallo o tronco corto, ramificado a la base y leñosa.
- **Hierba** si se trata de una planta vulnerable o delicada y de tallos huecos o fibrosos erectas o decumbentes, generalmente de ciclo anual y que abunda en época de lluvias.

VIII.2.2.2. Fauna terrestre y/o acuática

Durante el desarrollo de este estudio, se llevaron a cabo diferentes actividades de campo y de revisión de fuentes, con la finalidad de reunir la información mas completa, acerca de la composición faunística del área que interesa, para la ejecución del proyecto: LST "Cerritos Colorados", y las áreas adyacentes a ella.

Las actividades de campo, incluyen breves recorridos en las cercanías de las plataformas, ya presentes, del Proyecto Geotermoeléctrico "Cerritos Colorados" y LST "Cerritos Colorados " Entronque Guadalajara – El Sol, y en puntos representativos de las Unidades Ambientales de la APFF durante los cuales se identificaron visualmente (con ayuda de binoculares y guías de campo en su caso) especimenes de Aves, Anfibios, Reptiles y Mamíferos diurnos, e indirectamente por la presencia de rastros (huellas, heces, nidos, cantos).

Los anfibios y reptiles no venenosos se capturan a mano y los reptiles venenosos (víboras) con la ayuda de una vara. En todos los casos se capturó al animal, se identificó, se fotografió y se dejó de nuevo en libertad.

Paralelamente al trabajo de campo, se llevó a cabo la revisión de trabajos recientes en la zona y corroboración de listados contenidos en el Plan de Manejo de la ANP, los ofrecidos por la CONABIO, así como los de Flores y Gerez (1994), para la zona de estudio.

VIII.2.3. Aspectos socioeconómicos

Para la integración de la información que corresponde a este capítulo se realizó lo siguiente:

1. Consulta de literatura
2. Selección de información encontrada en literatura
3. Ordenación de la información recopilada
4. Redacción de información de acuerdo y en apego a los apartados que presenta la guía.
5. Integración final de documento

Dentro de las fuentes consultadas en la elaboración del documento están:

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática)
- Plan de Desarrollo Municipal Zapopan
- Plan de Desarrollo Municipal Tala
- Plan de Desarrollo Municipal Tlajomulco
- Plan de Desarrollo Regional
- Enciclopedia de los Municipios de México
- Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social)
- Conapo (Consejo Nacional de población)
- Seijal

VIII.2.4. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se utilizó la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

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.

Después de 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 propuestos por Bojórquez *et al.* (*op. cit.*). 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 magnitud (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 se obtiene utilizando los 3 parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), mediante la siguiente ecuación:

$$IBij=1/27\ (Mij + Eij + Dij)$$

En donde: Mij = Magnitud del impacto
Eij = Extensión del impacto
Dij = 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:

$$0{,}111 \leq IB \leq 1$$

Cabe recordar que los impactos ambientales identificados siempre poseerán los tres parámetros básicos, por lo que su valor mínimo será 1 y el máximo 9.

b) Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$ICij = 1/27\ (Sij + Aij + Cij)$$

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:

$$IIij = IBij^{(1-ICij)}$$

Donde: IBij = Índice básico
ICij = Índice complementario

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 (Sij), tomando en consideración la existencia y, en su caso, la eficiencia esperada de las medidas de mitigación (Tij), utilizando la siguiente fórmula:

$$Sij = IIij*(1-1/9\ (Tij))$$

Donde: IIij = Índice de impacto
Tij = 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.

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 (Sij) 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

Para apoyar la asignación de valores a los parámetros de los índices básico y complementario se hizo uso de los siguientes criterios calificadores:

Información: Cantidad y calidad de los datos que soportan la predicción
Certeza: Probabilidad de ocurrencia
Confianza: Certidumbre o incertidumbre con respecto a la predicción del impacto
Estándares: Regulaciones ambientales (leyes, reglamentos, normas, etc.)

Estos criterios calificadores no agregan un valor cuantitativo a los citados parámetros, pero proporcionan una base para soportar la predicción de los posibles impactos.

Para identificar los impactos, se elaboró una matriz de interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales, ordenándose sobre las columnas las actividades y/o aspectos del proyecto y sobre las filas se incluyeron los componentes de los factores ambientales susceptibles de afectación por la ejecución del proyecto. 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.

La evaluación consiste en calificar cada interacción mediante la aplicación de un conjunto de once criterios catalogados como básicos, complementarios y calificadores (Bojórquez Tapia, 1989; Duinker y Beanlands, 1986), los cuales son referidos en la Tabla VIII.1. 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. Los criterios calificadores información y estándares, se evaluaron como presente o ausente, mientras que la certeza y la confianza como baja o alta.

Tabla VIII.1
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
CALIFICADORES		
Información		Cantidad y calidad de los datos que soportan la predicción
Certeza		Probabilidad de ocurrencia
Confianza		Certidumbre y/o incertidumbre con respecto a la predicción del impacto
Estándares		Regulaciones ambientales (leyes, reglamentos, normas, etc.)

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		

Los parámetros, criterios y escalas utilizados para asignarle valor a cada parámetro de la interacción identificada se definen en la Tabla VIII.2

Es importante aclarar que la valoración depende en gran medida del criterio de los especialistas en cada una de los factores y componentes ambientales del sistema ambiental del proyecto.

Tabla VIII.2
Parámetros y escala de evaluación utilizada

PARÁMETROS	CRITERIOS y ESCALA 1 – 3	4 – 6	7 – 9
Magnitud (M)	**Baja**, cuando la afectación cubre menos del 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 del 10% al 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 del 50% de los recursos existentes; o ésta rebasa los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa ambiental.
Extensión (E)	**Puntual**, afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta una distancia de 50 m.	**Local**, si el efecto ocurre a una distancia entre los 50 m y los límites del campo geotérmico (ZAE).	**Regional**, el efecto se manifiesta fuera del campo geotérmico (ZAE), hasta una distancia aprox. de 15 km.
Duración (D)	**Corta**, cuando la actividad dura menos de 1 año.	**Mediana**, la acción dura de 1 a 3 años.	**Larga**, la actividad dura más de tres años.
	0 – 3	**4 – 6**	**7 – 9**
Sinergia (S)	**Nula** a **mínima**, cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, o éste poco se manifiesta.	**Moderada**, cuando una acción actuando sobre un factor es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor.	**Alta**, cuando una acción actuando sobre un factor es altamente sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor.
Acumulación (A)	**Nula** a **Mínima**, cuando la acción no produce efectos acumulativos o éstos son de poca magnitud (<10%) con respecto a los existentes.	**Moderada**, cuando la acción produce efectos acumulativos pero éstos aportan del 10 al 60% con respecto a la magnitud de los existentes.	**Alta**, cuando la acción produce efectos acumulativos y éstos son superiores al 60% con respecto a la magnitud de los existentes o incluso los rebasan.
Controversia (C)	**Nula** a **Mínima**, no hay controversia o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	**Moderada**, existe controversia, las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad.	**Alta**, existe mucha controversia con el 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 un 30% del impacto ambiental identificado.	**Media**, existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	**Alta** a **Muy alta**, las medidas de mitigación aplicadas reducen del 60 al 100% el impacto ambiental identificado.

Información	Se refiere a la cantidad y calidad de datos que soportan la predicción.
Certeza	Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental.
Confianza	Se refiere a la certidumbre o incertidumbre con respecto a la predicción del impacto.
Estándares	Se refiere a la diferencia con respecto a una norma o criterio ambiental existente para la acción

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 VIII.3

Tabla VIII.3
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:

M_{ij} = Magnitud; E_{ij} = Extensión espacial; D_{ij} = Duración;
S_{ij} = Efectos sinérgicos; A_{ij} = Efectos acumulativos; C_{ij} = Controversia;

I_{ij} = Importancia o significancia parcial del impacto;
S_{ij} = Significancia final del impacto; y,
$T_{ij=}$ Medida de mitigación.

Posterior a la identificación de las interacciones de impacto entre las actividades y componentes ambientales para las diferentes etapas del proyecto, se procedió a evaluar su impacto considerando dos características principales, la magnitud del impacto y la importancia del factor o componente afectado.

Para la evaluación de las emisiones a la atmósfera de gases incondensables, se utilizaron los resultados del modelo de simulación de dispersión de contaminantes en el aire (ISC3) utilizado para el estudio de dispersión del H_2S (ácido sulfhídrico) en el campo geotérmico Cerritos Colorados.

Es importante señalar que para la realización de este Capítulo, la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos (GPG) implementó un Curso-Taller sobre Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, el cual fue impartido por personal de la Gerencia de Protección Ambiental de la CFE, e intervinieron como asistentes el personal de las áreas ambientales de los diferentes campos geotérmicos, así como de diferentes departamentos de la GPG, conformándose así un grupo multidisciplinario de 16 personas, entre los cuales se contaron con ingenieros de diversas disciplinas: química, eléctrica, mecánica, petrolera, instrumentista, geología y agronomía, además de profesionistas en biología. Como resultado de dicho curso-taller se evaluó que la metodología que se utiliza en este proyecto es la que mejor se adapta al proyecto.

Algunas de las ventajas de esta metodología son las siguientes:

a) No se duplican las actividades del proyecto con respecto a los impactos;
b) La información es organizada en un formato simple, no se elaboran matrices complejas;
c) Los enjuiciamientos sobre los impactos son rastreables, no queda sujeta a la subjetividad del evaluador;
d) Es un procedimiento sistemático y objetivo, en el que todos los impactos se evalúan bajo los mismos criterios;

e) Existe mayor certidumbre en los resultados y se facilita la racionalidad en la toma de decisiones.
f) Los datos reales, más fácilmente obtenidos para los criterios básicos, pueden ser separados de los valores más subjetivos enjuiciados para los criterios complementarios; y
g) 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.

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. Por otro lado, la mitigación tiene el efecto opuesto, es decir, disminuye la significancia del impacto. Los criterios calificadores no modifican el impacto, pero indican la capacidad predictiva de la evaluación. De esta manera, los criterios básicos definen las características directas e inmediatas, los complementarios toman en cuenta las relaciones de orden superior y los calificadores relacionan a los otros dos con el fundamento técnico de la predicción.

Cuando se tiene incertidumbre para determinar el valor de un parámetro, se asigna el mayor. Esta regla es consistente con una racionalidad precautoria 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.

VIII.3. Bibliografía citada y/o consultada

Capítulo II

CFE. 2007. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) 2007-2016. México.

Japan Internacional Cooperation Agency 1989 (JICA). La Primavera geothermal Development Project In The United Mexican States. Final Report. Japan. 338 p.

West Japan Engineering Consultants. 2005. Inc. Feasibility Study of the Cerritos Colorados Geothermal Field, Jalisco State, Mexico. Draft Final Report. Japan. 60 p.

CFE. Centrales Geotermoeléctricas. http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/lisctralesgeneradoras/geotermoelectricas.htm?Combo=geotermoelectricas

CFE. 1994. Restauración de la zona geotérmica del Bosque de la Primavera, Jalisco. Informe interno de CFE. Subdirección de Construcción. Gerencia de Proyectos Geotermoelectricos.

CFE.2007. Estudio de dispersión del ácido sulfhídrico (H2S) Proyecto Geotermoeléctrico Cerritos Colorados. Gerencia de Protección Ambiental. 38 pp.

Capítulo III

Diario Oficial de la Federación 6 de marzo de 1980. Decreto por el que por causa de utilidad pública se establece zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre la región conocida como La Primavera, que se localiza dentro de una superficie aproximada de 30 500 ha., de propiedad particular en los Municipios de Tala, Zapopan y Tlajomulco, Jalisco.

Diario Oficial de la Federación , 7 de Junio de 2000. Acuerdo que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal.

Gobierno del Estado de Jalisco. Plan Estatal de desarrollo 2001-2007

Gobierno del Estado de Jalisco. Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado. Plan de Desarrollo Regional Región 11 Valles.

Gobierno del Estado de Jalisco. Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado. Plan de Desarrollo Regional Región 12 Centro.

H. Ayuntamiento de Tala, Jalisco. Plan Municipal de Desarrollo (Tala 2004-2020)

H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Plan Municipal de Desarrollo (Tlajomulco de Zúñiga 2004-2006)

H. Ayuntamiento de Zapopan, Jalisco. Plan Municipal de Desarrollo (Zapopan 2007-2009).

INEGI. 2006. Anuario Estadístico de Jalisco, edición 2005.

NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

NOM-50-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

NOM-052-SEMARNAT-1993. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM052-SEMARNAT-1993.

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.

NOM-080-SEMARNAT-1994. 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.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

NOM-060-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en el suelo y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

NOM-061-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestre por el aprovechamiento forestal.

NOM-114-SEMARNAT-1998. Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas, publicada el 23 de noviembre de 1998.

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

NOM-150-SEMARNAT-2006. Que establece las especificaciones técnicas de protección ambiental que deben observarse en las actividades de construcción y evaluación preliminar de pozos geotérmicos para exploración, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas y terrenos forestales.

NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-002-SCT-2003. Listado de substancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.

NOM-003-CNA-1996. Que establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

NOM-004-CNA-1996. Que establece los requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.

NOM-006-CNA-1997. Fosas sépticas prefabricadas específicamente y métodos de pruebas.

NOM-008-SCFI-2002. Sistema General de Unidades de Medida.

NAE-SEMADES-001/2003. (Norma del Estatal de Jalisco) Que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la poda, el transplante y el derribo del arbolado en zonas urbanas del Estado de Jalisco. Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco. del 4 de Septiembre de 2003.

Periódico Oficial del Estado de Jalisco. 28 de julio de 2001. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Jalisco (POETJ)

Periódico Oficial del Estado de Jalisco. 27 de julio de 2006. Reformas al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Jalisco.

SEMARNAT. 2000. .Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. CONANP. México. 133 p.

Capítulo IV

Medio abiótico

Colegio de Postgraduados – CFE. 2001. Estudio Hidrológico de las microcuencas el Caracol y el Huilustre, Estado de Jalisco; Etapa I; Hidrológico. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Colegio de Postgraduados – CFE. 2002. Estudio Hidrológico de las microcuencas el Caracol y el Huilustre, Estado de Jalisco; Etapa II; Erosión Hídrica. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Comisión de Estudio del Territorio Nacional (CETENAL). 1975. Carta Edafológica Guadalajara Oeste F-13-D-65. Escala 1:50,000. SPP. México.

Comisión de Estudio del Territorio Nacional (CETENAL). 1980. Carta de uso de suelo. Guadalajara Oeste F-13-D-65. Escala 1:50 000. SPP. México

Comisión Federal de Electricidad. 1991. Estudio e información para el diagnóstico de la zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre "La Primavera", Jal. Vols. I y II. Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos. 157 pp.

CONAGUA-SIGA. 2005. Regiones Hidrológicas de México.

CONAGUA-SIGA. 2005. Acuíferos de México.

Curiel-Ballesteros, A. 1985. Evaluación de los factores de erosión del Bosque La Primavera. Tiempos de Ciencia, No. 1, Difusión Científica. Universidad de Guadalajara. México. Pp. 38-47

Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1981. Carta hidrológica de aguas superficiales. Esc. 1:250,000. Carta Guadalajara F13-12. SPP. Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática

ESRI, 2006. ArcGis 9.2. Using ArcGis Desktop.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª. Ed. Offset Larios. México, D.F. 155 p.

GEOCÓNSUL S. A. de C. V. 1993. Análisis y evaluación de la información geológica, geofísica, geoquímica y de impacto ambiental disponible sobre el campo geotermico de la primavera, Jalisco; preparado para la gerencia de proyectos geotermoeléctricos. CFE. Morelia, México. 142 pp.

GEMA-INEGI. 2007. Geomodelos de altimetría del territorio nacional; Zona UTM 13 N. "Área de Protección de Flora y Fauna la Primavera". Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Google Earth. 2007. Imagenes satelitales de la zona UTM 13 N. "Área de Protección de Flora y Fauna la Primavera". http://www.googleearth.com

INEGI. 2001. Datos Vectoriales de la Carta F13D65 Escala 1: 50000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

INEGI. 2001. Datos Vectoriales de la Carta F1312 Escala 1: 250000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Mahood G.A. 1980 "The Geological and Chemical Evolution of Late Pleistocene Rhyolitic Center: The Sierra la Primavera; Jalisco"; México. Tesis doctoral.

Palacios Vélez, E. 1996. Programa CLIMAT; Estima información mensual de clima de acuerdo a la ubicación del sitio. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Ramírez-Silva, G.S. 1982a. Hidrología superficial y subterránea en las zonas geotérmicas La Primavera-San Marcos-Hervores de la Vega. Informe C.F.E. 14/82. Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos. México. 34 pp. (inédito).

Ramírez S. G. R. 1982b. Hidrología superficial y subterránea de la zona geotérmica La Primavera, San Marcos y Hervores de La Vega, Jal. Depto. de Exploración; informe 19/82.

Ramírez S. G. R. 1987. Consideraciones hidrogeológicas a la inyección en la Toba Tala de la salmuera residual del campo geotérmico de La Primavera; Depto. de Exploración; Reporte GG 10/87.

Ramírez S. G. R. 1990. Estudio de los niveles piezométricos en los pozos de agua de los alrededores del campo geotérmico La Primavera. Depto. de Exploración; informe 5/90

Tello, H. E., Villa M. J. y Chacón, F.M. 1991. Geoquímica de los manantiales de Río Caliente, Jal. GPG. Depto. de Exploración; informe 1/91.

Truesdell, A.H. and Mahood, G. A. 1978. Preliminary geochemical assesment of the geothermal system of Primavera, Jal. USGS-report.

UACH-CFE. 2004. Carta geotérmica nacional. Geología regional del APFFLP.

Universidad de Guadalajara – CFE. 2006. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del proyecto geotermoeléctrico "Cerritos Colorados", Jalisco, México.

Villalpando I., J.F. y E. García. 1993. Agroclimatología del Estado de Jalisco. Anexo cartográfico. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.

Zarazua-Villaseñor, P. 1986. Uso de modelos para la determinación de erosión hídrica en bosques templados de México. Tesis Profesional. Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara. México. 87 pp.

Medio biótico

Álvarez S., T. Y F. de Lachica. 1991. Zoogeografía de los vertebrados de México. SITESA. IPN. México, D.F. 66p.

Ceballos, G. y G. Oliva. (Coord.). 2005. Los Mamíferos silvestres de México. CONABIO. Fondo de Cultura Económica. México. 987 p.

CITTES, 2003. Lista de las especies CITES. Secretaría de la Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Comisión Europe & Joint Nature Conservation Comité. Ginebra, suiza. 312 pp.
http/www.cites.org/eng/append/latest_appendices.shtml

Díaz, B. H. y M. Palacios -Ríos. 1992. Listado preliminar de especies Pteridofitas de los Estados de Guanajuato Michoacán y Querétaro. Fascículo Complementario No. III Flora del Bajio y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Mich.

Espejo, S. A. & A. R López F. 1993. Las Monocotiledóneas Mexicanas, una sinopsis Florística. 1.- Lista de referencia parte 1. Agavaceae, Alismaceae, Alliaceae, Alstroemeriaceae y Amarylidaceae. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México.

Estrada, F.E. & L.M. Villarreal de Puga 1975. Vegetación Actual de la Región Central de Jalisco. Dictamen sobre el estado actual de la Vegetación existente dentro de un radio de 50 Km. En torno a la Ciudad de Guadalajara. Boletín Informativo del Instituto de Botánica Universidad de Guadalajara Época II marzo-abril No. 2.pp. 2 al 24.

Estrada, C. A. E. & J. S. Marroquín de la Fuente. 1992. Leguminosas en el Centro- sur de Nuevo León. Reporte Científico Número Especial 10. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Elorza-Reyes, A.M. 1992. Comparación estacional de la avifauna en cuatro tipos de vegetación del Bosque La Primavera. Tesis Profesional. División de Ciencias Agronómicas. CUCBA. Universidad de Guadalajara. México. 82 pp.

Figueroa-Murguía, H. 1996. Contribución al conocimiento de las leguminosas del Bosque La Primavera. Tesis Profesional. División de Ciencias Agronómicas. CUCBA. Universidad de Guadalajara. México. 135 pp.

Flores V., O. Y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO- UNAM. México, D.F. 439P.

González, V. L.M. 1987. Contribución al Conocimiento del Género Quercus (Fagaceae) en el Estado de Jalisco. Colección Flora de Jalisco. Instituto de Botánica Universidad de Guadalajara.

González, V. L.M..1990. Las Ericaceas de Jalisco, Colección Flora de Jalisco. Instituto de Botánica Universidad de Guadalajara.

Guillén-Ibarra, F. 1998. Guía de fauna silvestre para el Bosque La Primavera. Tesis Profesional. Centro Universitario de Ciencia Biológicas y Agrícolas, Universidad de Guadalajara. México. 91 pp.

Howell, S. N. G. Y S. Webb. 1995. A guide to the birds of México and Northern Central América. Oxford University Press. USA. 851 p.

Juárez-Aguilar, A. 1995. Los carnívoros (Clase Mammalia: Orden Carnívora) del Bosque La Primavera, Jal., su distribución, abundancia y diversidad por tipos de vegetación. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara. México. 118 pp

León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José Costa Rica.

Loeza C., A., C. Rivera D. y C. F. Barrera S. 2005. Actualización del listado herpetofaunístico del Bosque La Primavera, Jalisco. En: Memorias I Foro de Investigación del Bosque La Primavera 22-23 de Septiembre de 2005, Zapopan, Jalisco. Pág 184- 186.

Macías R. M.A., 2000. Florística del Cerro del Colli, municipio de Zapopan, Jal., México. Boletín , IBUG, Instituto de Botánica Universidad de Guadalajara , Noviembre núm1-2, pp 75-99.

Martínez, M. 1953. Las Pinaceas Mexicanas. Secretaria de Agricultura y Ganadería Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza.

Matuda, E. e I. Piña L. 1980. Las plantas mexicanas del Género Yucca. Serie Fernándo de Alva Ixtlilxochitl Colección Miscelanea Estado de México.Gobierno del Estado de México.

Maya E., E., O. F. Reyna B. y V. C. Rosas- Espinoza. 2005. Preferencia y caracterización de hábitat del carpintero "bellotero" (*Melanerpes formicivorus*) (Aves: Picidae) en el Bosque La Primavera, Jalisco. En: Memorias I Foro de Investigación del Bosque La Primavera 22-23 de Septiembre de 2005, Zapopan, Jalisco. Pág: 365-368.

Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco. 1998. SEMADES. Gobierno del Estado de Jalisco, México.

Peterson T., R. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México. Ed. Diana. México.

Ramírez D.R., Reynoso D.J y Harker M., 2005. Estado actual del conocimiento florìstico del Bosque La Primavera Jalisco, Méx. I Foro de Investigación y Conservación del Bosque La Primavera 22 y 23 de septiembre Zapopan Jal. ISBN:970-27-09660-1.

Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of Central América and Southeast México. Oxford University Press. USA. 334 p.

Reyna-Bustos, O. 1988. Árboles y arbustos del Bosque La Primavera. Tesis Profesional. Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara. México.

Reyna-Bustos, O.F. 1989. Estudio de la vegetación de la reserva forestal de La Primavera, Jalisco. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara. México. 70 pp.

Reyna B., O. 2004. Árboles y arbustos del Bosque La Primavera, (Guía Ilustrada). CONABIO-U. de G. 118 pp.

Romo-Campos, R.L. 1998. Evaluación de especies herbáceas con potencial de adaptación a suelos degradados del Bosque La Primavera. Tesis de Maestría. División de Ciencias Agronómicas, Coordinación de Posgrado, Universidad de Guadalajara. México 109 pp.

Riojas- López, M. E. 2005. Especies de roedores presente en el Bosque La Primavera, Jalisco. En: Memorias I Foro de Investigación del Bosque La Primavera 22-23 de Septiembre de 2005, Zapopan, Jalisco. Pág. 154- 157.

Rodríguez, C. A., & J.J. Reynoso, D., 1992. Inventario Florístico del Bosque-Escuela Sierra de la Primavera, municipio de Tala , Jalisco, México Boletín IBUG, Vol. I ,3: 137-166.

Rodríguez, C. A. & O. Vargas P. 1994. Las especies de papa silvestre (Solanum L. Sección Petota Dumortier) en Jalisco.67 pp.

Rodríguez, O.A. & L. Guzmán-Dávalos. 1993. Nuevos Registros de Hongos para Jalisco. Boletín del Instituto de Botánica .Época 3 Vol. 1 Núm. 5 marzo pp 333 .

Rzedowski R. J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México.432 págs.

Rzedowski, J. & R. McVaugh.1966. La Vegetación de Nueva Galicia . Contributions from the University of Michigan Herbarium. Vol. 9 No. 1 pp 1 -123-28 fig. In text,map. University of Michigan Ann Arbor, Michigan

Rzedowski, G. C. de J. Rzedowski y colaboradores. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª. Edición.Instituto de Ecología, A. C. y CONABIO, Pátzcuaro Michoacán, México. 1406 págs.

Sánchez-Arellano, J.M. 1992. Evaluación del cambio de uso del suelo en la Sierra La Primavera durante 1972-1986. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara. México, 33 pp.

SEMARNAT. 2000. .Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. CONANP. México. 133 p.

Trigueros-Morales, F.E. 1996. Descripción de la estructura arbórea en la comunidad de pino-encino del Bosque La Primavera. Tesis Profesional. División de Ciencias Agronómicas, Universidad de Guadalajara. México. 36 pp.

Universidad de Guadalajara. 1988. Plan de Manejo Bosque La Primavera. Universidad de Guadalajara/Facultad de Agricultura/DICSA. 1a. edición México. 166 pp.

Vargas, P. O. & A. Rodríguez C. 1993. La Sección Solanum del Género Solanum en Jalisco. Boletín del Instituto de Botánica. Época 3. VOL. 1 No. 6 julio pp 423.

Vázquez L.S. y L. Guzmán-D. 1991. Los Hongos del Género Volvariella (Agaricales, Basidiomycetes) conocidos en Jalisco. Boletín del Instituto de Botánica . Época 3 No. 1 Vol. 1 1-38 octubr 15 pp.

Villalpando-Prieto, J.L. 1996. Contribución al conocimiento de las gramíneas del Bosque La Primavera. Tesis Profesional. División de Ciencias Agronómicas. CUCBA. Universidad de Guadalajara. México. 280 pp.

Villegas F. E., M. A. Macías Rodríguez y R. Ramírez D. 1995. Vegetación de la Laguna de Sayula, Jalisco, Méx. Boletín del Instituto de Botánica. IBUG. Época 3 Vol. 3 Núm. 1-3 diciembre. Pp 91.

Zamudio, R.S., J. Rzedowski, E. Carranza G. & G. C. de Rzedowski.1992. La Vegetación en el Estado de Querétaro. CONCYTEQ e Instituto de Ecología.

En internet:

http://www.conabio.gob.mx/informacion/cgi-bin/mamiferos.cgi
http://www.acude.udg.mx/jalisciencia/ordena.html
http://www.cdi.gob.mx/wixarika/PDF/Leyes%20y%20planes/or_ec_jal.pdf

Aspectos socioeconómicos

Consejo Nacional de Población. Indicadores demográficos básicos. En línea: http://www.conapo.gob.mx/00cifras/00indicadores.htm

Consejo Nacional de Población. Índices de marginación 2005. En línea: http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/inicios/004.htm

Gobierno del estado de Jalisco. Sistema Estatal de Información (SEIJAL); Cédulas municipales en línea: http://sig.jalisco.gob.mx/cedulas/

Gobierno del Estado de Jalisco. Plan de desarrollo Regional, Región XI Valles.

Gobierno del Estado de Jalisco. Plan de desarrollo Regional, Región XII Centro.

H. Ayuntamiento de Tala, Jalisco. Plan Municipal de Desarrollo 2004-2020.

H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Plan Municipal de Desarrollo 2004-2006.

H. Ayuntamiento de Zapopan, Jalisco. Plan Municipal de Desarrollo (Zapopan 2007-2009).

INEGI. 2000. Censo General de Población y Vivienda

INEGI. 2005. Conteo de Población y Vivienda

INEGI. 2006. Anuario Estadístico de Jalisco, edición 2005.

INEGI. Sistema Municipal de Bases de Datos (SIMBAD) en línea: http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/simbad/default.asp?c=1415

Secretaría de Gobernación. Enciclopedia de los Municipios de México. En línea: http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia

SEDESOL (Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio), en línea: http://www.sedesol.gob.mx/index/index.php?sec=1005&len=1

Capítulo V

Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management No. 53, 91-99.

Canter, L. W. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental; técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Mc Graw Hill, pp 563-601.

Colegio de Postgraduados – CFE. 2002. Estudio Hidrológico de las microcuencas el Caracol y el Huilustre, Estado de Jalisco; Etapa II; Erosión Hídrica. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Comisión Federal de Electricidad. 2007. Estudio de dispersión del ácido sulfhídrico. Proyecto Cerritos Colorados. Gerencia de Protección Ambiental-CFE. 38 pp.

Environmental Protection Agency, U.S. 1978. Pollution control guidance for geothermal energy development. EPA-600/7-78-101. Pp. 38-39.

Fernández.-Vítora, V. C. 1994. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundiprensa. pp 203-255.

Thompson, R y M. Katz, 1978. Behavior of H_2S in the atmosphere and its effects on vegetation. Geothermal Environmental Seminar –'78. Pp. 193-198.

VIII.4. Anexos

Del Capítulo I

Anexo I-1 Oficio DGGIMAR.710/382, del 11 de febrero de 2004
Anexo I-2 Oficio DOO.-04/001183, del 16 de marzo de 2000

Del Capítulo II

Anexo II-1 Certificado de Industria Limpia para el Campo Geotérmico Cerritos Colorados (copia)
Anexo II-2 Plano II-2-1 Distribución de la infraestructura permanente existente y las obras por construir
Plano II-2-2 Ubicación de las trayectorias de vaporductos y líneas de inyección
Plano II-2-3 Trayectoria de la LST Cerritos Colorados Entq. Guadalajara I – El Sol
Anexo II-3 Anexo fotográfico
Anexo II-4 Análisis comparativo de sitios
Anexo II-5 Información básica forestal del Estudio Técnico Justificativo
Anexo II-6 Estudio de dispersión del ácido sulfhídrico (H_2S) para el proyecto geotermoeléctrico Cerritos Colorados
Anexo II-7 Copia del Convenio Ejido Adolfo López Mateos-CFE

Del Capítulo III

Anexo III-1 Estudio hidrológico de las Microcuencas El Caracol y el Huilustre

Del Capítulo IV

Anexo IV-1 Rosas de los vientos de las cuatro estaciones climatológicas automatizadas de la CFE
Anexo IV-2 Balances hídricos de las cuatro estaciones climatológicas automatizadas de la CFE
Anexo IV-3 Obtención del coeficiente medio de erodabilidad para el cálculo de erosión
Anexo IV-4 Parámetros fitosociológicos y listado florístico
Anexo IV-5 Perfiles fisonómicos de los tipos de vegetación
Anexo IV-6 Listado faunístico, fauna protegida y usos locales de la fauna