



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO  
EN INGENIERÍA**

**TRASCENDENCIA AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS  
EÓLICOS DE LA CFE EN LA REGIÓN  
DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC**

**T E S I S**  
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**P R E S E N T A:**  
**ERIKA JANET LEÓN PÉREZ**

**TUTOR:**  
**DRA. CECILIA MARTÍN DEL CAMPO MÁRQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MÉXICO, D.F. FEBRERO 2013**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. José Luis Fernández Zayas

Secretario: Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez

Vocal: Dr. Arturo Guillermo Reinking Cejudo

1<sup>er.</sup>

Suplente: Dr. Juan Luis Francois Lacouture

2<sup>do.</sup>

Suplente: M.SC. Arturo Soto Hernández

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:  
BOCA DEL RIO, VER.

**TUTOR DE TESIS:**

**DRA. CECILIA MARTÍN DEL CAMPO MÁRQUEZ**

---

**FIRMA**



## **DEDICATORIAS**

Sin duda alguna cuando piensas en escribir este apartado pasan muchas ideas al mismo tiempo por la mente y no sabes cuál escribir primero. Si bien es cierto, del inicio del presente trabajo a la fecha muchas cosas han cambiado y evolucionado. Es hora de cerrar este ciclo y comenzar proyectos nuevos, para ello GRACIAS!!!...

A **MIS ESPOSOS**; por haber estado a mi lado y apoyar este proyecto, agradezco que hayas sido el impulso y motor por mucho tiempo. Hoy es una realidad y aunque ya no te lo pueda compartir, sin duda sé estarías orgulloso.

A **MIS PADRES**; por darme la vida y haberme formado como individuo y profesionalista, por darme la oportunidad de crecer y ser alguien de bien.

A **MIS HERMANOS**; porque sé que este esfuerzo es un orgullo compartido, por estar pendiente de mí en sus diferentes formas.

A **MIS FAMILIARES Y AMIGOS**; por creer en mí y por su admiración, sé que este logro lo disfrutarán tanto como yo, familia Zarate Pérez, familia Rivera Pérez, familia Landa Ruíz, familia García Landa y familia Martínez Reyes, Marce, Ayesha, Estela, Miriam, Pao, Raga, Mary, Dulce, Cris, Bere, Merry, May, Judith, Tere, Ale, Charly, Gus, Ernesto, Mario, Manuel, Cruz, Marco, Hugo, Armando, Roger, César, Soberón, Giovanni, Juan Jo, Sergio, Ordoñez, Miguel, Ríos, David, Omar, Chipio, Leidy, Alex, Jorge, Bullets, Chikc's y muchos más.

## **AGRADECIMIENTOS**

A LA **UNAM**; por la oportunidad para ampliar mi formación profesional, por la oportunidad de ser parte de su comunidad.

A LA **DRA. CECILIA MARTÍN DE CAMPO MÁRQUEZ**; por su incondicional apoyo y porque en todo momento me alentó para no caer en el camino, por compartir su conocimiento y su amistad.

AL RESTO DE LOS **CATEDRÁTICOS DE LA UNAM**; por darme la oportunidad de aprender parte de conocimiento y experiencia.

A **MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE LA CFE**; gracias por la oportunidad y por la confianza depositada a lo largo de esta travesía, Fis. Juan Manuel Rodríguez Álvarez, Ing. Ramón Fernández, Ing. Gonzalo Elizondo, M.S. Arturo Soto, Ing. Manuel Hernández, M.C. Francisco Hernández y su grupo AAPA.

AL **ING. FRANCISCO GALVAN PICAYO**; por la oportunidad de trabajar a su lado y la libertad para mi desarrollo.



# ÍNDICE

## Índice General

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Introducción</b> .....  | 2           |
| <b>Capítulo I</b>  |             |
| 1.1 Antecedentes.....  | 5           |
| 1.2 Potencial Eólico en México.....  | 9           |
| 1.3 La Región del Istmo de Tehuantepec.....  | 10          |
| 1.4 Recurso Eólico en el Istmo de Tehuantepec.....   | 13          |
| 1.5 Estimación del potencial eléctrico del viento.....   | 15          |
| 1.6 Descripción de los equipos (aerogeneradores).....  | 16          |
| 1.7 Referencias.....   | 21          |
| <b>Capítulo II</b>   |             |
| 2.1 Estructura General de Comisión Federal de Electricidad.....  | 23          |
| 2.2 Descripción y características de los proyectos.....  | 25          |
| 2.2.1 Proyecto Central Eólica “La Venta”.....  | 25          |
| 2.2.2 Proyecto Central Eólica “La Venta II”.....   | 26          |
| 2.2.3 Proyecto Central Eólica “La Venta III”.....  | 28          |
| 2.2.4 Proyecto Central Eólica “Oaxaca I”.....  | 31          |
| 2.2.5 Proyecto Central Eólica Oaxaca II, III y IV.....   | 34          |
| 2.3 Descripción de las Obras Asociadas.....  | 37          |
| 2.3.1 Línea de Transmisión La Venta III – La Venta II.....   | 38          |
| 2.3.2 Línea de Transmisión Oaxaca II, III y IV – SE La Ventosa.....  | 39          |
| 2.4 Otros proyectos eólicos.....   | 40          |
| 2.4.1 Proyecto Central Eólica “Parques Eólicos de México”.....   | 41          |
| 2.4.2 Proyecto Central Eólica “Eurus”.....   | 41          |
| 2.4.3 Proyecto Central Eólica “Bii Stipa Energía Eólica”.....  | 41          |
| 2.4.4 Proyecto Central Eólica “Electricidad del Valle de México”.....  | 42          |
| 2.5. Referencias.....  | 42          |
| <b>Capítulo III</b>  |             |
| 3.1 Documentos requeridos para el desarrollo de los proyectos eólicos.....   | 46          |
| 3.1.1 Dictamen de Factibilidad Ambiental (DFA).....  | 46          |
| 3.1.2. Oficio de Inversión Financiada de la SENER.....   | 48          |
| 3.2. Estudios necesarios para el desarrollo de los proyectos eólicos.....  | 49          |
| 3.2.1 Estudio de Diagnóstico Social.....   | 49          |
| 3.2.2. Manifestación de Impacto Ambiental.....   | 49          |
| 3.2.3. Estudio Técnico Justificativo.....  | 52          |
| 3.3. Estudios existentes para los proyectos eólicos (CFE).....   | 53          |
| 3.3.1. Diagnóstico Social del Municipio de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca (Agosto 2009).....                                | 53          |
| 3.3.2. Estudio Prospectivo de la fauna, avifauna y quirópteros para las CE Oaxaca I, II III y IV (INECOL 2008 - 2009)..... | 59          |
| 3.4 Etapas que conforman el desarrollo de los proyectos eólicos.....   | 60          |
| 3.4.1. Etapa de preparación del sitio.....   | 61          |
| 3.4.2 Etapa de construcción.....   | 63          |
| 3.4.3 Etapa de operación y mantenimiento.....  | 68          |
| 3.5 Identificación de los Aspectos e Impactos Ambientales Relevantes.....  | 70          |
| 3.6 Medidas de mitigación propuestas para cada proyecto.....   | 73          |
| 3.7 Anuencias del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).....  | 78          |
| 3.7.1 Metodología de trabajo INAH – CFE.....   | 79          |
| 3.8 Gestión Inmobiliaria de los proyectos eólicos.....   | 81          |

|   |                   |
|---|-------------------|
| 3.9 Referencias.....  | <b>Pág.</b><br>83 |
| <br><b>Capítulo IV</b>  |                   |
| 4.1 Inconvenientes durante el desarrollo de los proyectos eólicos ..... | 86                |
| 4.1.1 Selección del sitio .....   | 86                |
| 4.1.1.1 Proceso de selección del sitio.....                             | 86                |
| 4.1.1.2 Determinación de áreas de exclusión y potenciales.....          | 87                |
| 4.1.1.3 Determinación del sitio seleccionado.....                       | 89                |
| 4.1.1.4 Caracterización del sitio Seleccionado.....                     | 90                |
| 4.1.2 Adquisición de derechos inmobiliarios.....                        | 91                |
| 4.1.3 Gestión de Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental.....       | 92                |
| 4.1.4 Gestión de Evaluación de Estudios Técnicos Justificativos.....    | 94                |
| 4.1.5 Cumplimiento a Resolutivos Ambientales.....                       | 96                |
| 4.1.6 Reacción social.....  | 97                |
| 4.1.6.1 Desistimiento .....   | 97                |
| 4.1.6.2 Conflicto de intereses.....                                     | 98                |
| 4.2 Referencias.....  | 99                |
| <br><b>Capítulo V</b>   |                   |
| 5.1 Contribuciones por el desarrollo de proyectos eólicos.....          | 101               |
| 5.1.1 Programa Especial de Cambio Climático (PECC).....                 | 101               |
| 5.1.2 Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).....                        | 101               |
| 5.1.3 Preocupaciones en torno a la generación eoloelectrónica.....      | 103               |
| 5.3 Referencias.....  | 103               |
| <br><b>Propuestas y Conclusiones</b> .....                              | <br>106           |

## Índice de Cuadros

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>Capítulo I</b>   |      |
| Cuadro I.1 Capacidad efectiva instalada, centrales y unidades generadoras CFE + PIE.....                                    | 5    |
| Cuadro I.2 Capacidad efectiva instalada, centrales y unidades generadoras de CFE.....                                       | 6    |
| Cuadro I.3 Capacidad de Centrales Ciclo Combinado + Eoloeléctricas tipo PIE .....   | 7    |
| Cuadro I.4 Capacidad de generación por proyectos eólicos.....   | 8    |
| Cuadro I.5. Obras asociadas a proyectos sujetos a estudio.....  | 8    |
| Cuadro I.6 Estado en que se encuentran los proyectos eoloeléctricos de generación de energía eléctrica a cargo de CFE ..... | 9    |
| Cuadro I.7 Potencial eólico estimado en la República Mexicana.....  | 10   |
| Cuadro I.8 Clasificación de la potencia del viento.....   | 13   |
| Cuadro I.9 Oaxaca – Potencial eléctrico del viento.....   | 15   |
| a) Recurso eólico bueno a excelente a 50 metros   |      |
| b) Recurso eólico moderado a excelente a 50 metros (escala comercial)   |      |
| Cuadro I.10 Parámetros de diseño para torres de aerogeneradores a 44, 55 y 65 m de altura..                                 | 19   |
| <b>Capítulo II</b>  |      |
| Cuadro II.1 Características de la CE La Venta .....   | 25   |
| Cuadro II.2. Características de la CE La Venta II.....  | 27   |
| Cuadro II.3. Superficie requerida para la construcción de la CE La Venta II.....  | 27   |
| Cuadro II.4. Coordenadas de los vértices del predio para el proyecto CE La Venta III.....                                   | 28   |
| Cuadro II.5 Características de la CE La Venta III.....  | 29   |
| Cuadro II.6. Superficie afectada temporalmente durante la etapa de construcción de la CE La Venta III.....                  | 30   |
| Cuadro II.7. Superficie a afectar permanentemente durante la etapa de operación de la CE La Venta III.....                  | 31   |
| Cuadro II.8. Características de la CE Oaxaca I.....   | 32   |
| Cuadro II.9. Comparativo de tipos de vegetación que prevalecen en el predio de la CE Oaxaca I.....                          | 33   |
| Cuadro II.10. Superficie de afectación temporal para la CE Oaxaca I.....  | 33   |
| Cuadro II.11. Superficie de afectación permanente para la CE Oaxaca I.....  | 34   |
| Cuadro II.12. Características de las CE Oaxaca II, III y IV.....  | 35   |
| Cuadro II.13. Superficies a ocupar por los proyectos CE Oaxaca II, III y IV.....  | 37   |
| Cuadro II.14. Características técnicas de la L.T. La Venta III – La Venta II.....   | 38   |
| Cuadro II.15. Superficie por tipo de vegetación o uso de suelo para la L.T. La Venta III – La Venta II.....                 | 39   |
| Cuadro II.16. Especificaciones técnicas de la L.T. Oaxaca II, III y IV –S.E. La Ventosa.....                                | 39   |
| Cuadro II.17. Proyectos eólicos en operación, construcción y desarrollo para el estado de Oaxaca.....                       | 40   |
| Cuadro II.18. Características de la CE Parques Eólicos de México.....   | 41   |
| Cuadro II.19. Características de la CE Eurús.....   | 41   |
| Cuadro II.20. Características de la CE Bii Stipa Energía Eólica.....  | 42   |
| Cuadro II.21. Características de la CE Electricidad del Valle de México.....  | 42   |
| <b>Capítulo III</b>   |      |
| Cuadro III.1. DFA de los proyectos eólicos a cargo de CFE.....  | 48   |
| Cuadro III.2. Estatus que guardan los proyectos eólicos a cargo de CFE en materia de EIA...                                 | 51   |
| Cuadro III.3. Estatus que guardan los proyectos eólicos a cargo de CFE en materia de CUSTF.....                             | 53   |
| Cuadro III.4 Etapas y principales actividades durante el desarrollo de los proyectos eólicos...                             | 61   |

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Cuadro III.5 Actividades de mantenimiento y su periodicidad.....  | 68          |
| Cuadro III.6 Descripción general de impactos probables para el Proyecto CE La Venta III...  | 72          |
| Cuadro III.7 Principales impactos de las diferentes etapas para el proyecto CE Oaxaca I.....  | 73          |
| Cuadro III.8 Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto La Venta II..... | 73          |
| Cuadro III.9 Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de Operación y Mantenimiento del Proyecto La Venta III.....           | 76          |
| Cuadro III.10 Número de medidas de prevención y mitigación por proyecto en el Istmo de Tehuantepec.....                                     | 77          |
| <br><b>Capítulo IV</b>  |             |
| Cuadro IV.1. Consultores externos para proyectos eólicos.....   | 92          |
| <br><b>Capítulo V</b>   |             |
| Cuadro V.1 Requerimientos de capacidad para la región del Istmo de Tehuantepec.....   | 101         |

## Índice de Figuras

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Capítulo I</b>  |             |
| Figura I.1 Sitios con potencial eólico en México.....                                  | 9           |
| Figura I.2 Istmo de Tehuantepec, México.....   | 10          |
| Figura I.3. Ubicación geográfica del Estado de Oaxaca.....                             | 11          |
| Figura I.4 Mapa de recurso eólicos en Oaxaca.....                                      | 14          |
| Figura I.5 Partes de los aerogeneradores.....  | 17          |
| Figura I.6. Características de los aerogeneradores. R26000 (radio en milímetros) ..... | 18          |
| Figura I.7. Partes constructivas de una góndola.....                                   | 19          |
| Figura I.8. Aerogeneradores con diferentes alturas de torre de 44 m hasta 74 m.....    | 20          |
| <b>Capítulo II</b>   |             |
| Figura II.1. Ubicación de la RGC VI dentro de la estructura de la CFE.....             | 24          |
| Figura II.2. Ubicación del proyecto eólico La Venta II.....                            | 26          |
| Figura II.3. Ubicación del proyecto CE La Venta III.....                               | 29          |
| Figura II.4. Arreglo general del proyecto CE La Venta III.....                         | 30          |
| Figura II.5. Ubicación de la CE Oaxaca I en Santo Domingo Ingenio.....                 | 31          |
| Figura II.6. Arreglo general del proyecto CE Oaxaca I.....                             | 32          |
| Figura II.7. Ubicación del proyecto eólico Oaxaca II, III y IV.....                    | 34          |
| Figura II.8. Arreglo general del proyecto CE Oaxaca II.....                            | 36          |
| Figura II.9. Arreglo general del proyecto CE Oaxaca III.....                           | 36          |
| Figura II.10. Arreglo general del proyecto CE Oaxaca IV.....                           | 37          |
| <b>Capítulo III</b>  |             |
| Figura III.1. Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.....                    | 50          |
| Figura III.2. Procedimiento de Evaluación de CUSTF.....                                | 52          |
| Figura III.3 Desmante.....   | 62          |
| Figura III.4 Despalme .....  | 62          |
| Figura III.5. Conformación de plataforma de montaje.....                               | 63          |
| Figura III.6. Conformación de material de banco en camino.....                         | 63          |
| Figura III.7 Almacenamiento de acero de refuerzo.....                                  | 63          |
| Figura III.8. Excavación para cimentación.....   | 64          |
| Figura III.9. Excavación para aerogenerador.....                                       | 64          |
| Figura III.10. Colocación de cimbra.....   | 65          |
| Figura III.11. Colocación de acero de refuerzo en cimentación de aerogenerador.....    | 65          |
| Figura III.12. Colocación y armado de acero de refuerzo para cimentación.....          | 65          |
| Figura III.13. Armado y cimbrado de zapata.....  | 65          |
| Figura III.14. Colocación de concreto en cimentación de aerogenerador.....             | 66          |
| Figura III.15. Colocación de ductos de alta densidad.....                              | 66          |
| Figura III.16. Construcción de vialidad.....   | 66          |
| Figura III.17. Colocación de tablero de control.....                                   | 66          |
| Figura III.18. Colocación de primera sección del aerogenerador.....                    | 66          |
| Figura III.19. Montaje segunda sección del aerogenerador.....                          | 66          |
| Figura III.20. Montaje de buje en nacelle.....   | 67          |
| Figura III.21. Acoplamiento de buje en nacelle.....                                    | 67          |
| Figura III.22. Aerogenerador completo a).....  | 67          |
| Figura III.23 Aerogenerador completo b).....   | 67          |
| Figura III.24. Colocación de cerca perimetral en caminos.....                          | 67          |
| Figura III.25. Trazo para excavación de bus colector.....                              | 67          |
| Figura III.26. Excavación de bus colector.....   | 68          |

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Figura III.27. Flujo para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.....  | 71          |
| Figura III.28. Sitios de importancia arqueológica “Paso Tamal y Las Ollitas”, ubicados en la trayectoria del proyecto LT La Venta III – La Venta II..... | 80          |
| Figura III.29. Diagrama de flujo de actividades de la gestión inmobiliaria del proyecto.....   | 81          |
| <br><b>Capítulo IV</b>   |             |
| Figura IV.1 Esquema general del proceso de selección de sitios para proyectos de infraestructura eléctrica.....  | 87          |
| Figura IV.2. Ejemplo de metodología del proceso de selección del sitio.....  | 90          |
| Figura IV.3. Diagrama de flujo del proceso de gestión de Evaluación de Impacto Ambiental   | 93          |
| Figura IV.4. Diagrama de flujo del proceso de gestión de la ACUSTF.....  | 94          |
| Figura IV.5. Estimación de tiempos de gestión de la ACUSTF.....  | 96          |
| <br><b>Capítulo V</b>  |             |
| Figura V.1. Diagrama de flujo para formular e implementar un MDL.....  | 102         |

## Índice de Apéndices y Anexos

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| APENDICE A. Siglas y Acrónimos.....  | 110         |
| Apéndice B. Normatividad relacionada.....  | 112         |
| <b>ANEXOS</b>  |             |
| Anexo 1. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE Oaxaca I, 2008.....  | 114         |
| Anexo 2. Dictamen de factibilidad ambiental de las CE Oaxaca II, III y IV, 2009.....   | 115         |
| Anexo 3. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE La Venta II, 2003.....   | 116         |
| Anexo 4. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE La Venta III, 2007.....  | 117         |
| Anexo 5. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE Oaxaca II, 2010.....   | 118         |
| Anexo 6. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE Oaxaca III, 2010.....  | 119         |
| Anexo 7. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE Oaxaca IV, 2010.....   | 120         |
| Anexo 8. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto L.T. La Venta III – La Venta II, 2010.....  | 121         |
| Anexo 9. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto, 2005.....   | 122         |
| Anexo 10. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto CE Oaxaca II, 2010.....                               | 123         |
| Anexo 11. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto CE Oaxaca IV, 2010.....                               | 124         |
| Anexo 12. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto L.T. La Venta III – La Venta II, 2010.....            | 125         |
| Anexo 13. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto L.T. Oaxaca II, III y IV – S.E. La Ventosa, 2010..... | 126         |
| Anexo 14. Primer Informe Estudio prospectivo de fauna, avifauna y quirópteros para las CE Oaxaca I, II, III y IV, 2009.....  | 127         |
| Anexo 15. Informe final Estudio prospectivo de fauna, avifauna y quirópteros para las CE Oaxaca I, II, III y IV, 2009.....   | 128         |
| Anexo 16. Diagnóstico social del municipio Santo Domingo Ingenio, 2009.....  | 129         |
| Anexo 17. Estudio hidrológico – hidráulico CE La Venta II, 2006.....   | 130         |

# INTRODUCCIÓN

## **Introducción**

### **Objetivo general**

- Mostrar la trascendencia ambiental de los proyectos eólicos a cargo de la Coordinación de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

### **Objetivos Específicos**

- Elaborar un documento de referencia sobre los proyectos de generación de energía eléctrica a partir del recurso eólico en la Región del Istmo de Tehuantepec.
- Describir la importancia que representa el capital eólico de la región del Istmo de Tehuantepec para el desarrollo del sector eléctrico.
- Mostrar un panorama actualizado de los proyectos de infraestructura y de generación eléctrica desarrollados y a ser desarrollados por CFE; así como sus redes de distribución asociadas en la región del Istmo de Tehuantepec.
- Destacar los resultados derivados de la introducción de proyectos de generación de energía eléctrica en el Istmo de Tehuantepec.

Propiamente el presente trabajo no describe una metodología general para el desarrollo del documento; sin embargo, las metodologías a emplearse se describirán en cada uno de los temas a desarrollarse.

Este trabajo de tesis se encuentra conformado por cinco capítulos los cuales se describen a continuación:

En el Capítulo I se describe la región conocida como Istmo de Tehuantepec, en la cual se ha proyectado sean desarrollados proyectos eoloeléctricos de suma relevancia. Así mismo, se describe cual es el potencial eólico existente en el país, haciendo la distinción del recurso eólico con que se cuenta en el Istmo de Tehuantepec en el Estado de Oaxaca.

En el Capítulo II se describen las características de cada uno de los proyectos de estudio del presente trabajo, siendo estos: las Centrales Eólicas La Venta III, Oaxaca I, Oaxaca II, Oaxaca III y Oaxaca IV, sin dejar de mencionar brevemente las Centrales Eólicas La Venta y La Venta II, que hasta antes de mediados del 2012 eran las únicas que se encontraban en operación. Aunado a lo anterior se involucran las redes de distribución asociadas denominadas Línea de Transmisión La Venta III – La Venta II y Línea de Transmisión Oaxaca II, III y IV – S.E. La Ventosa (Ixtepec).

En el Capítulo III se realiza un análisis de la diversidad de estudios con los que la CFE cuenta entorno a la planeación de dichos proyectos. Se abordan las etapas que conforman el proceso constructivo supervisado por CFE durante el desarrollo de las Centrales Eólicas y sus redes Asociadas, identificándose los Aspectos Ambientales relevantes y las Medidas de Compensación y/o Mitigación a considerar.

En el Capítulo IV, se plasman los inconvenientes que para CFE se han presentado durante el desarrollo de los proyectos de generación de energía a partir del recurso eólico en el Istmo de Tehuantepec, de igual manera se presentan propuestas que buscan dar solución a ello. Finalmente a manera de conclusión en el Capítulo V se mencionan y describen cuales pudieran ser los trabajos y estudios que pueden ser complemento del presente trabajo.

# CAPITULO I

## Capítulo I

### 1.1 Antecedentes

El sector energético es fundamental para el desarrollo del país, el suministro de energéticos con calidad y suficiencia contribuye, en gran medida, a un mayor bienestar de la población, a la realización de las actividades productivas, al crecimiento económico y a la competitividad del país en el escenario internacional [1].

La seguridad energética es para México un objetivo central plasmado en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) [2], debido a que nuestro consumo de energéticos depende, principalmente, del petróleo y del gas natural. Por ello, y con el objeto de reducir los riesgos inherentes al alto consumo de combustibles fósiles, se hace conveniente que la matriz energética nacional incluya mayor participación de fuentes renovables.

En este sentido, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) cuenta con el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) el cual es el resultado de estudios coordinados dentro del marco de la planificación integral del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) del país.

| <b>Cuadro I.1 Capacidad efectiva instalada centrales y unidades generadoras CFE + PIE<sup>1</sup> [3]</b> |                            |                 |                     |
|---|----------------------------|-----------------|---------------------|
| <b>Tipo</b>   | <b>Numero de centrales</b> | <b>Unidades</b> | <b>Capacidad MW</b> |
| <b>Capacidad Instalada S.D.G.</b>   | 155                        | 639             | 37 710,296          |
| <b>Nuclear</b>  | 1                          | 2               | 1 610,000           |
| <b>Subtotal CFE</b>   | 156                        | 641             | <b>39 320,296</b>   |
| <b>Subtotal PIE</b>   | 27                         | 450             | <b>12 417,750</b>   |
| <b>TOTAL CFE+PIE</b>  | 183                        | 1 091           | <b>51 738,046</b>   |

La selección de los componentes del SEN, su programación en el tiempo y la definición de los sitios para la instalación de centrales, son actividades importantes en el proceso de

<sup>1</sup> Dirección de Operación CFE datos a Octubre 2012

decisión que conllevan implicaciones técnicas, económicas, ambientales y sociales a nivel nacional [4].

Con base en el artículo 36 bis de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), la planificación del SEN se realiza aprovechando, tanto en corto como en largo plazo, la producción de energía eléctrica que resulte de menor costo, considerando para ello las externalidades ambientales para cada tecnología, y que ofrezca, además, óptima estabilidad, calidad y seguridad del servicio público [5].

En 1960 la capacidad de generación instalada a nivel nacional era de 3 021 MW, mientras que para octubre de 2012, la Subgerencia de Generación (SDG) de la Dirección de Operación (DO) de la CFE reportó una capacidad efectiva instalada de 51 738,046 MW con un total de 183 centrales (Cuadro I.1).

| <b>Cuadro I.2 Capacidad efectiva instalada<br/>centrales y unidades generadoras de CFE<sup>2</sup> [3]</b> |                                |                 |                         |            |
|--|--------------------------------|-----------------|-------------------------|------------|
| <b>Tipo</b>  | <b>Numero de<br/>centrales</b> | <b>Unidades</b> | <b>Capacidad<br/>MW</b> | <b>%</b>   |
| Vapor convencional   | 26                             | 87              | 11 698,600              | 31,02      |
| Dual   | 1                              | 7               | 2 778,360               | 7,37       |
| Carboeléctrica   | 2                              | 8               | 2 600,000               | 6,89       |
| Ciclo Combinado  | 13                             | 59              | 6 122,383               | 16,24      |
| Geotermoeléctrica  | 7                              | 37              | 811,600                 | 2,15       |
| Turbogas   | 30                             | 71              | 2 030,675               | 5,38       |
| Combustión interna   | 9                              | 56              | 207,805                 | 0,55       |
| Turbogas Móvil   | -                              | 11              | 115,400                 | 0,31       |
| Combustión Interna Móvil   | -                              | 19              | 3,110                   | 0,01       |
| Hidroeléctrica   | 64                             | 178             | 11 255,613              | 29,85      |
| Eoloeléctrica  | 3                              | 106             | 86,750                  | 0,23       |
| <b>TOTAL S.D.G.</b>  | <b>155</b>                     | <b>639</b>      | <b>37 710,296</b>       | <b>100</b> |
| <b>Nuclear</b>   | <b>1</b>                       | <b>2</b>        | <b>1 600,000</b>        |            |
| <b>TOTAL CFE</b>   | <b>156</b>                     | <b>641</b>      | <b>39 320,296</b>       |            |

Dicha capacidad efectiva instalada a Octubre de 2012 estaba conformada por 39 320,296 MW provenientes de 156 centrales propiedad de CFE (Cuadro I.2) y 12 417,046MW de 27

<sup>2</sup> Dirección de Operación CFE datos a Octubre 2012

centrales de Productores Independientes de Energía (PIE), también conocidos como Productores Externos de Energía (PEE), Cuadro I.3.

Actualmente el 0,23% de la capacidad instalada de CFE corresponde a la generación por Centrales Eoloeléctricas, este tipo de generación de energía eléctrica es pieza clave para el desarrollo del presente trabajo; para 2007 existía una capacidad de 1,57 MW correspondiente a la Central Eólica (CE) La Venta, situada en el estado de Oaxaca, a esta capacidad se adicionaron 83,3 MW con la instalación de la CE La Venta II.

| <b>Cuadro I.3 Capacidad Centrales Ciclo Combinado + Eoloeléctricas tipo PIE<sup>3</sup> [3]</b> |                          |                 |                   |
|---|--------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Central</b>  | <b>Gerencia regional</b> | <b>Unidades</b> | <b>Total MW</b>   |
| 1 C.C. Hermosillo   | NOR                      | 2               | 250               |
| 2 C.C. Mexicali   | NOR                      | 3               | 489               |
| 3 C.C. Naco Nogales   | NO                       | 2               | 258               |
| 4 C.C. Saltillo   | NTE                      | 2               | 247,5             |
| 5 C.C. Río Bravo II   | NTE                      | 3               | 495               |
| 6 C.C. Monterrey III  | NTE                      | 2               | 449               |
| 7 C.C. Chihuahua III  | NTE                      | 3               | 259               |
| 8 C.C. Río Bravo III  | NTE                      | 3               | 495               |
| 9 C.C. La Laguna II   | NTE                      | 3               | 498               |
| 10 C.C. Río Bravo IV  | NTE                      | 3               | 500               |
| 11 C.C. Norte Durango   | NTE                      | 3               | 450               |
| 12 C.C. Bajío   | CEN                      | 4               | 495               |
| 13 C.C. Mérida III  | SUR                      | 3               | 484               |
| 14 C.C. Tuxpan II   | SUR                      | 3               | 495               |
| 15 C.C. Altamira II   | SUR                      | 3               | 495               |
| 16 C.C. Tuxpan III y IV   | SUR                      | 6               | 983               |
| 17 C.C. Campeche  | SUR                      | 2               | 252,4             |
| 18 C.C. Altamira III y IV   | SUR                      | 6               | 1036              |
| 19 C.C. Valladolid III  | SUR                      | 3               | 525               |
| 20 C.C. Tuxpan V  | SUR                      | 3               | 495               |
| 21 C.C. Altamira V  | SUR                      | 6               | 1121              |
| 22 C.C. Tamazunchale  | SUR                      | 6               | 1135              |
| 23 C.E. Oaxaca III  | SUR                      | 68              | 102               |
| 24 C.E. Oaxaca IV   | SUR                      | 68              | 102               |
| 25 C.E. Oaxaca I  | SUR                      | 51              | 102               |
| 26 C.E. La Venta III  | SUR                      | 121             | 102,85            |
| <b>TOTAL</b>  |                          | <b>450</b>      | <b>12 417,750</b> |

<sup>3</sup> Dirección de Operación CFE Octubre 2012

Para octubre de 2012 con la entrada en operación comercial de la CE La Venta III se adicionaron 102,85 MW al total de la capacidad efectiva instalada, mientras que con los proyectos Oaxaca I y Oaxaca II, III y IV, se sumarían 102 y 306 MW respectivamente para el mismo año, para así, hacer un total de 595,72 MW generados aproximadamente por recurso eólico (Cuadro I.4).

| <b>Cuadro I.4 Capacidad de generación por proyectos eólicos</b> |                       |                                     |
|---|-----------------------|-------------------------------------|
| <b>Ubicación</b>  | <b>Proyecto</b>       | <b>Capacidad de generación (MW)</b> |
| <b>Estado de Oaxaca</b>   | La Venta <sup>4</sup> | 1.57*                               |
|   | La Venta II           | 83.3*                               |
|   | La Venta III          | 102,85*                             |
|   | Oaxaca I              | 102*                                |
|   | Oaxaca II             | 102*                                |
|   | Oaxaca III            | 102*                                |
|   | Oaxaca IV             | 102*                                |
| <b>TOTAL</b>  |                       | <b>595,72</b>                       |

\*Proyectos que al 2012 están operando.

Adicional a estos proyectos de tipo eólicos, y aunque éstas no producen MW pero si distribuyen la energía al SEN, en el presente trabajo se abordan las consideradas redes asociadas a los proyectos eólicos: Línea de Transmisión de interconexión “L.T. La Venta III – La Venta II” y Línea de Transmisión de interconexión entre el Punto Pivote en el que confluyen los proyectos eólicos Oaxaca II, III y IV a la Sub Estación (S.E.) La Ventosa (Ixtepec), denominada “L.T. Oaxaca II, III y IV – S.E. La Ventosa”, Ver Cuadro I.5.

En el Cuadro I.6 se representa el estado actual en que se encuentran los proyectos eólicos, los cuales están bajo el esquema PIE o PEE.

| <b>Cuadro I.5. Obras asociadas a proyectos sujetos a estudio</b> |  |                        |
|--|--|------------------------|
| <b>Ubicación</b>   | <b>Obra asociada</b>                       | <b>Características</b> |
| <b>Estado de Oaxaca</b>  | L.T. La Venta III – La Venta II            | 230 KV – 2C – 10 Km.   |
|  | L.T. Oaxaca II, III y IV – S.E. La Ventosa | 230 KV – 3C – 23 Km.   |

<sup>4</sup> La CE La Venta tan solo será enunciativa, no se profundizará al respecto en el presente trabajo, dado que es una CE de la cual ya se han realizado estudios y análisis al respecto.

La supervisión de la construcción de los proyectos eolieléctricos estuvo a cargo de la Residencia General de Construcción VI (RGC VI), perteneciente a la Coordinación de Proyectos Termoeléctricos (CPT), de la Subdirección de Proyectos y de Construcción (SP yC) de la CFE.

| <b>Cuadro I.6. Estado en que se encuentran los proyectos eolieléctricos de generación de energía eléctrica a cargo de CFE<sup>5</sup></b> |               |                  |
|---|---------------|------------------|
| <b>PROYECTO</b>   | <b>ESTADO</b> | <b>MODALIDAD</b> |
| CE La venta II  | En operación  | PIE o PEE        |
| CE La Venta III   | En operación  | PIE o PEE        |
| CE Oaxaca I   | En operación  | PIE o PEE        |
| CE Oaxaca II  | En operación  | PIE o PEE        |
| CE Oaxaca III   | En operación  | PIE o PEE        |
| CE Oaxaca IV  | En operación  | PIE o PEE        |

## 1.2 Potencial Eólico en México

Entre los sitios identificados en el territorio nacional con viento de alta calidad se encuentran las regiones costeras, especialmente en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Oaxaca y Yucatán (Figura I.1).



**Figura I.1.** Sitios con potencial eólico en México<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Datos actualizados a octubre de 2012, Comisión Federal de Electricidad, Residencia General de Construcción VI.

<sup>6</sup> Comisión Federal de Electricidad, Subgerencia de Selección de Sitios, 2008.

| Cuadro I.7 Potencial eólico estimado en la República Mexicana |                     |                |                          |
|---|---------------------|----------------|--------------------------|
| No  | Estados             | Ubicación      | Potencial Estudiado (MW) |
| 1   | Baja California     | La Rumorosa    | -                        |
| 2   |                     | San Quintín    | -                        |
| 3   | Baja California Sur | Guerrero negro | 1500 – 2500              |
| 4   |                     | López Mateos   | -                        |
| 5   | Sinaloa             | Mazatlán       | 1000 – 1500              |
| 6   | Zacatecas           | Zacatecas      | 800 – 1500               |
| 7   | Hidalgo             | Hidalgo        | -                        |
| 8   | Oaxaca              | La Ventosa     | 2000 -3000               |
| 9   | Yucatán             | Cozumel-Cancún | 1000 – 2000              |
| 10  | Veracruz            | Veracruz       | 1000 – 1500              |
|   |                     |                | >7000                    |

### 1.3 La Región del Istmo de Tehuantepec

La región de México en donde el océano Pacífico y el Golfo de México se localizan a una menor distancia, es conocida como el Istmo de Tehuantepec.

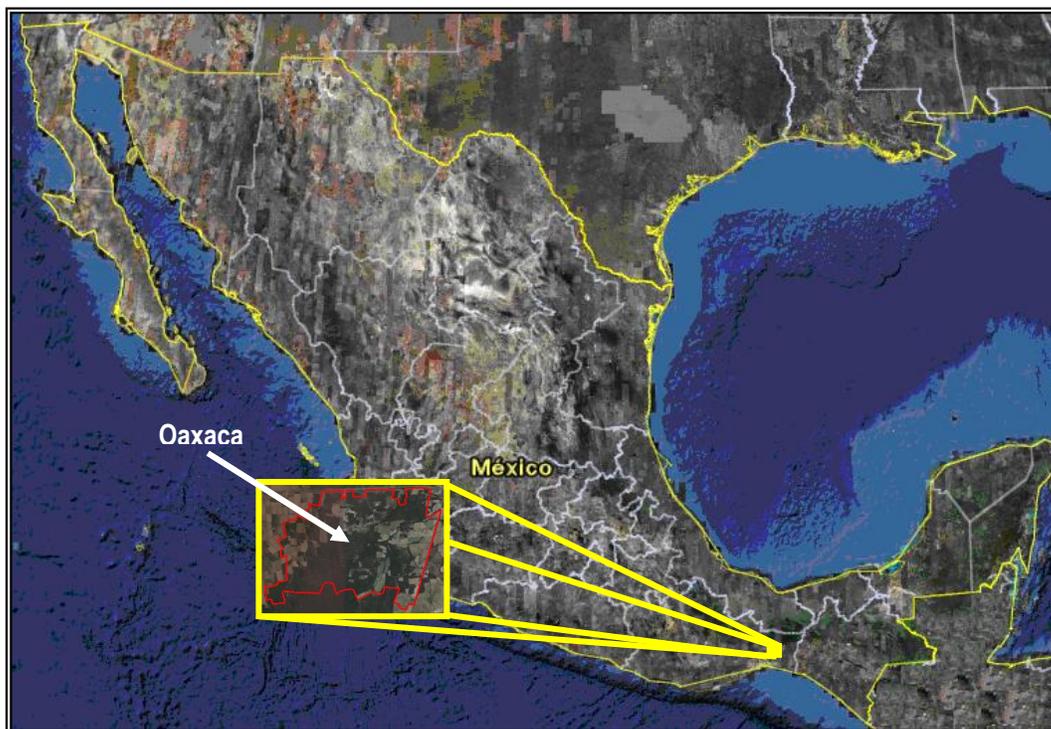


**Figura I.2.** Istmo de Tehuantepec, México

En su punto más angosto, el Istmo alcanza los 200 km de distancia entre el Océano Pacífico (precisamente en el Golfo de Tehuantepec) y el Golfo de México.

El Istmo de Tehuantepec es la parte más angosta de la República Mexicana, se localiza al sureste, en el estado de Oaxaca [6]. Dicha región es en la cual la CFE encontró las condiciones idóneas para el desarrollo de proyectos eólicos de generación de energía eléctrica.

Para atender la demanda de electricidad que cada vez es mayor e impostergable, surge la necesidad de aumentar la generación de energía eléctrica, dando prioridad a las fuentes de energía encaminadas a lograr un desarrollo sustentable como es la energía proporcionada por el viento.



**Figura I.3.** Ubicación geográfica del Estado de Oaxaca

La CFE atenta a cubrir esta necesidad de la población, ha impulsado el incremento de la generación de electricidad, por medio de la energía eólica, tomando como fuente primaria

---

al viento, elemento natural tan vasto en la zona del Istmo de Tehuantepec (Ver Figura I.2). El estado de Oaxaca (Ver Figura I.3), por esa característica, representa una importante opción que debe aprovecharse, por la riqueza en la abundancia de este recurso natural renovable<sup>7</sup>.

La energía eólica es una de las fuentes más económicas para la generación de electricidad; puede competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales, como las que se utilizan en las centrales termoeléctricas, ya sean de carbón y/o combustóleo e incluso las que emplean gas.

El generar electricidad sin que exista un proceso de combustión o una etapa de transformación térmica, supone desde el punto de vista del cuidado y protección al ambiente, un modo muy favorable por ser limpio y exento de problemas de contaminación. Se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión, lo que beneficia a la atmósfera, suelo, agua, fauna y vegetación. Además no resulta necesaria la instalación de líneas de abastecimiento de ésta fuente primaria como ocurre para otro tipo de tecnología.

La utilización de la energía eólica para la generación de electricidad, no afecta las características fisicoquímicas del suelo o su erosionabilidad, ya que no se produce ningún contaminante que incida sobre la superficie terrestre; los proyectos que se desarrollan actualmente y otros que se encuentran en proceso, proporcionan una inmejorable oportunidad al estado de Oaxaca y en particular, a los municipios involucrados geográficamente, para detonar su economía y encaminarse hacia un progreso social, sostenible e indudablemente de larga duración.

---

<sup>7</sup> Las condiciones eólicas en el Istmo de Tehuantepec son de las mejores a nivel mundial. En Oaxaca hay zonas con velocidades del viento medidas a 50m de altura superiores a 8.5 m/s, con un potencial de 6,250 MW, y otras con velocidades entre 7.7 y 8.5 m/s, con un potencial de 8,800 MW. [9]

## 1.4 Recurso Eólico en el Istmo de Tehuantepec

Oaxaca, considerado el quinto Estado más grande de la República Mexicana, con un periodo de lluvias mayormente abundante entre abril a octubre, un promedio de lluvias de 700 mm aproximadamente; es influenciada por tres flujos eólicos predominantes: un viento de noreste a norte de octubre a febrero, un viento del este de marzo a mayo y un viento alisio de este a noreste de junio a septiembre.

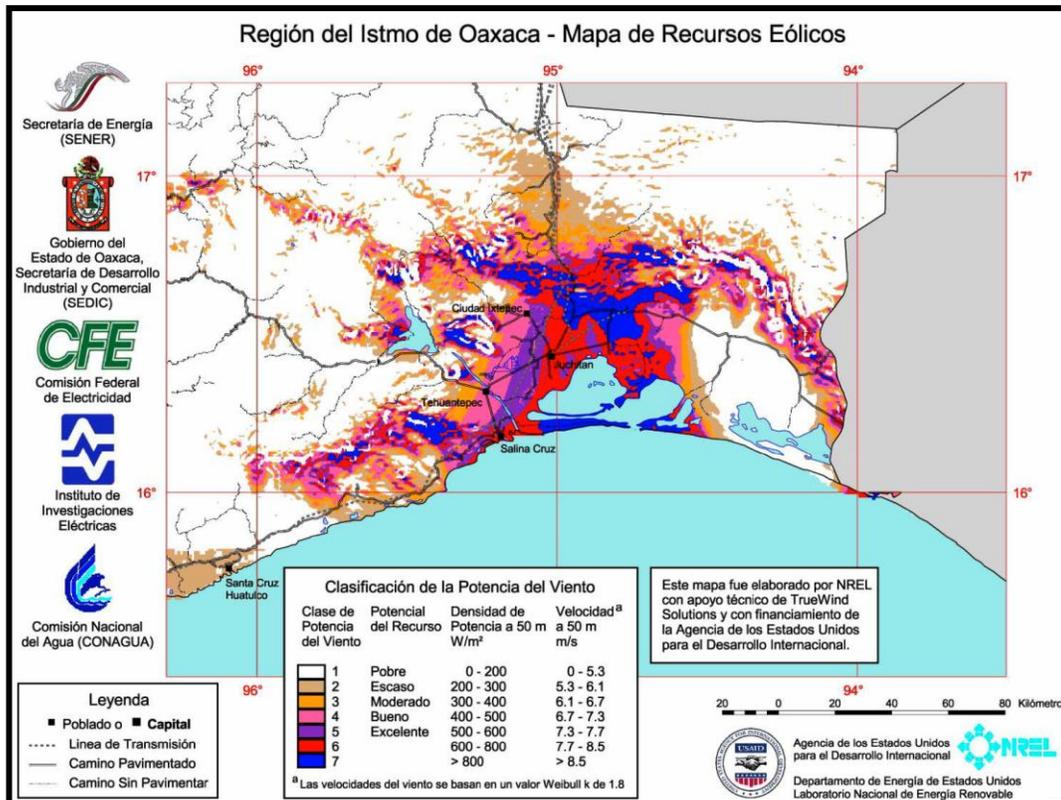
| <b>Cuadro I.8. Clasificación de la potencia del viento [7]</b> |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>Clase</b>   | <b>Potencial del Recurso (Escala comercial)</b> | <b>Densidad de Potencia del Viento (<math>W/m^2</math>) @ 50 m agl</b> | <b>Velocidad del Viento <sup>8</sup>(m/s) @ 50 m agl</b> |
| 1  | Pobre   | 0 – 200  | 0.0 – 5.3  |
| 2  | Escaso  | 200 – 300  | 5.3 – 6.1  |
| 3  | Moderado  | 300 – 400  | 6.1 – 6.7  |
| 4  | Bueno   | 400 – 500  | 6.7 – 7.3  |
| 5  | Excelente                                       | 500 – 600  | 7.3 – 7.7  |
| 6  | Excelente                                       | 600 – 800  | 7.7 – 8.5  |
| 7  | Excelente                                       | > 800  | > 8.5  |

Actualmente existen diversos estudios del recurso eólico en todo el mundo, pero en 2004 se publica el Atlas de Recursos Eólicos del estado de Oaxaca, el cual logra identificar las características del viento y la distribución del recurso eólico en el Estado de Oaxaca; facilitando la identificación de las áreas prospectivas para el uso de tecnologías eoloeléctricas para diversas aplicaciones, incluyendo la generación de electricidad a escala comercial.

En el Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca se establece la clasificación de la Potencia del viento (Cuadro I.8) en siete rangos. Las áreas de recurso eólico de Clase 4 y mayores se consideran adecuadas para el desarrollo de energía eólica a escala comercial.

<sup>8</sup> La velocidad media del viento se estima asumiendo una elevación sobre el nivel del mar y una distribución Weibull de velocidades del viento con un factor de forma (k) de 1.8. La velocidad medias real del viento puede diferir de estos valores estimados por hasta 20%, dependiendo de la distribución real de la velocidad del viento (o valor de k de Weibull) y de la elevación sobre el nivel del mar.

Como resultado del desarrollo de los mapas eólicos de Oaxaca se muestran muchas áreas que se estima cuentan con recursos eólicos buenos a excelentes. Las mejores áreas de recurso eólico en Oaxaca se concentran en la región sureste del estado, principalmente en la parte sur del Istmo de Tehuantepec. La región con viento del Istmo se extiende desde la costa norte aproximadamente 60 km y aproximadamente de 60 a 80 km de este a oeste.



**Figura I.4.** Mapa de recursos eólicos en Oaxaca [7].

Esta región del Istmo cuenta con un recurso eólico excelente (Clase 5 o mayor). El recurso más alto (Clase de potencia 7) en el Istmo se presenta cerca de las colinas (incluyendo La Mata y La Venta), cordilleras y en la costa.

Los fuertes vientos del norte son frecuentes en la región del Istmo, particularmente durante la temporada pico de viento de noviembre a febrero. Se estima que también muchas de las cordilleras y zonas de terreno elevado adyacentes a la región (hasta 100 km al este y oeste

del Istmo) cuentan con excelentes recursos eólicos, pero muchos de estos sitios presentarían dificultades de desarrollo debido a su accidentado terreno y difícil acceso.

Algunas zonas adicionales que se estima cuentan con un recurso eólico de bueno a excelente se localizan en áreas específicas en el noroeste, centro y sur de Oaxaca. En el noroeste de Oaxaca, las áreas más notables se localizan principalmente al este y norte de Huajuapán de León. En el centro de Oaxaca, las áreas más notables se localizan aproximadamente de 40-70 km al este de la ciudad de Oaxaca (cerca de Mitla). En el sur de Oaxaca, algunas áreas notables se localizan aproximadamente 80-110 km al sur de la ciudad de Oaxaca (cerca de Miahuatlán). En todas estas regiones, se estima que las mejores áreas ocurren donde las características del terreno canalizan y/o aceleran los vientos del noreste [7].

### 1.5 Estimación del potencial eléctrico del viento

Se estima que existe una superficie aproximada de 6 600 km<sup>2</sup> con un potencial del recurso eólico bueno a excelente en Oaxaca. De esos 6 600 km<sup>2</sup>, 4 400 tienen un excelente potencial de recurso eólico.

**Cuadro I.9 Oaxaca – Potencial eléctrico del viento [7]**

| <b>a) Recurso eólico bueno a excelente a 50 metros</b>                       |                 |   |                                  |                                     |                                  |                                 |
|--|-----------------|---|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Recurso Eólico a Escala Comercial  | Clase de Viento | Potencia del Viento a 50 m W/m <sup>2</sup> | Velocidad del Viento a 50 m m/s* | Superficie Total en km <sup>2</sup> | Porcentaje de Terreno con Viento | Capacidad Instalada Total en MW |
| <b>Bueno</b>   | 4               | 400 – 500                                   | 6,7 – 7,3                        | 2 263                               | 2,5                              | 11 300                          |
| <b>Excelente</b>   | 5               | 500 – 600                                   | 7,3 – 7,7                        | 1 370                               | 1,5                              | 6 850                           |
| <b>Excelente</b>   | 6               | 600 – 700                                   | 7,7 – 8,5                        | 1 756                               | 1,9                              | 8 800                           |
| <b>Excelente</b>   | 7               | > 800                                       | > 8,5                            | 1 248                               | 1,4                              | 6 250                           |
| <b>Total</b>   |                 |   |                                  | 6 637                               | 7,3                              | 33 200                          |
| <b>b) Recurso eólico moderado a excelente a 50 metros (escala comercial)</b> |                 |   |                                  |                                     |                                  |                                 |
| Recurso Eólico a Escala Comercial  | Clase de Viento | Potencia del Viento a 50 m W/m <sup>2</sup> | Velocidad del Viento a 50 m m/s* | Superficie Total en km <sup>2</sup> | Porcentaje de Terreno con Viento | Capacidad Instalada Total en MW |
| <b>Moderado</b>  | 3               | 300 – 400                                   | 6,1 – 6,7                        | 2 234                               | 2,4                              | 11 150                          |
| <b>Bueno</b>   | 4               | 400 – 500                                   | 6,7 – 7,3                        | 2 263                               | 2,5                              | 11 300                          |
| <b>Excelente</b>   | 5               | 500 – 600                                   | 7,3 – 7,7                        | 1 370                               | 1,5                              | 6 850                           |
| <b>Excelente</b>   | 6               | 600 – 700                                   | 7,7 – 8,5                        | 1 756                               | 1,9                              | 8 800                           |
| <b>Excelente</b>   | 7               | > 800                                       | > 8,5                            | 1 248                               | 1,4                              | 6 250                           |
| <b>Total</b>   |                 |   |                                  | 8 870                               | 9,7                              | 44 350                          |

\* Las velocidades del viento se basan en una elevación de 2000 metros y un valor Weibull k de 2.0

---

La proporción de terreno con viento y capacidad de viento potencial en cada categoría de potencia del viento se indica en el Cuadro 1.9. Este terreno con viento representa más del 7% de la superficie total (no incluyendo las lagunas) de 91 500 km<sup>2</sup>.

Usando un supuesto de 5 MW por km<sup>2</sup>, este terreno con viento podría alojar más de 33 000 MW de capacidad instalada potencial (Cuadro I.9 a). Si se consideran áreas adicionales con un potencial moderado de recurso eólico (o bueno para aplicaciones de electrificación rural), la superficie total estimada con viento aumenta a más de 8 800 km<sup>2</sup> (Cuadro 1.9 b). Esta cantidad de terreno con viento podría alojar más de 44 000 MW de capacidad instalada [7].

### **1.6 Descripción de los equipos (aerogeneradores)**

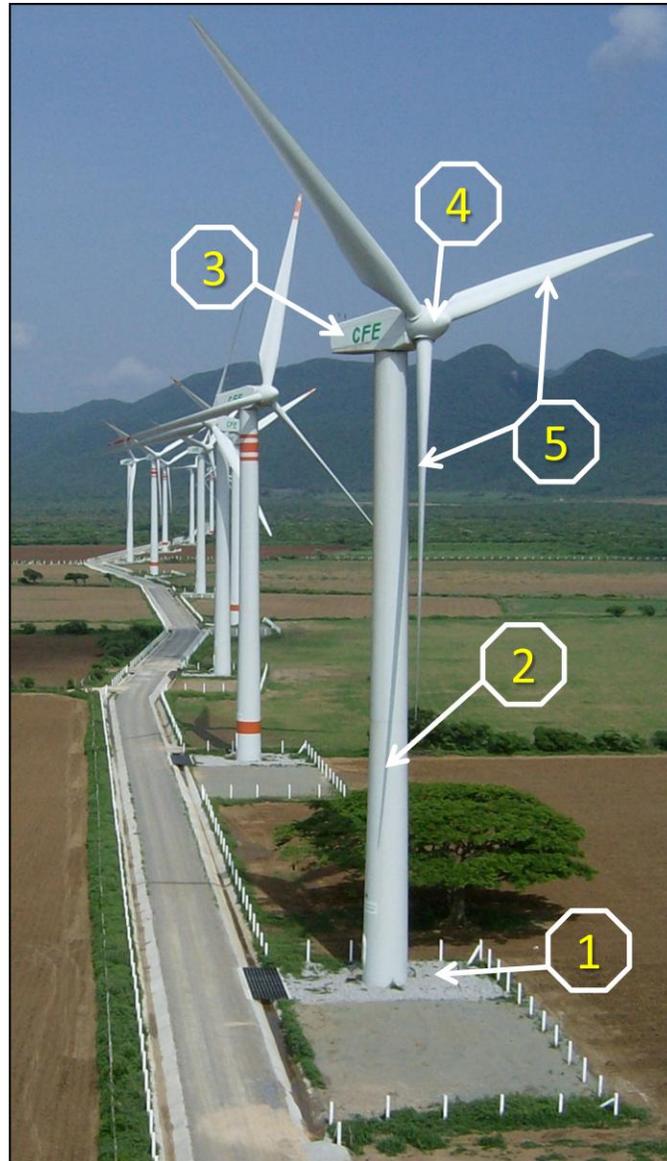
Las partes básicas que conforman un aerogenerador son: 1. Cimentación, 2. Torre, 3. Nacelle o Góndola, 4. Buje y 5.Álabes o palas (Figura I.5).

Las características específicas de los equipos aerogeneradores generalmente varían de un fabricante a otro. Pero de manera genérica se emplean aerogeneradores de rotor tripala a barlovento, regulado por un sistema de cambio de paso y con sistema de orientación activo.

La figura I.6 muestra un modelo de aerogenerador que cuenta con un rotor de 52 m de diámetro y utiliza un sistema especial de control capaz de adaptar al aerogenerador para operar en grandes intervalos de velocidad de rotor, que se soporta con una torre troncocónica metálica.

Técnicamente la cimentación es la estructura que brinda soporte al aerogenerador, para que este resista las grandes velocidades de viento y pueda operar para así garantizar la generación de energía eólica.

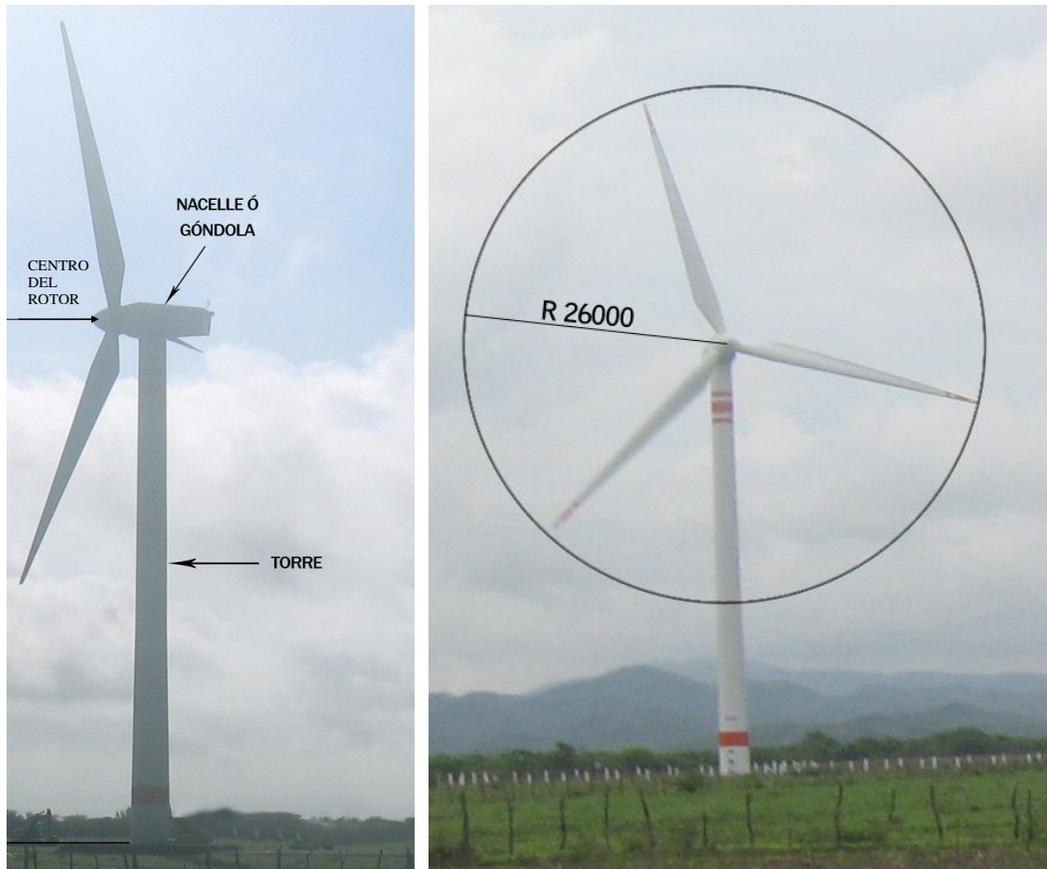
La Torre es la estructura que sostiene la góndola, buje y álabes del aerogenerador, esta estructura se monta por secciones (dos o tres secciones) según el diseño del fabricante.



**Figura I.5.** Partes de los aerogeneradores.<sup>9</sup>

Mientras tanto, la Nacelle o góndola hecha de fibra de vidrio y poliéster, es la cubierta en la cual se alojan los diversos componentes, mecánicos, eléctricos y de control para la generación eléctrica (Figura I.7). Aquí también se instalan el sistema de control basado en microprocesadores. El sistema de control regula las revoluciones por minuto (rpm) y asegura que el aeromotor del aerogenerador siempre suministre una potencia eléctrica estable a la subestación y red eléctrica del proyecto y a continuación a la red eléctrica nacional. Dicha estructura protege contra lluvias, polvo, rayos solares, etc.

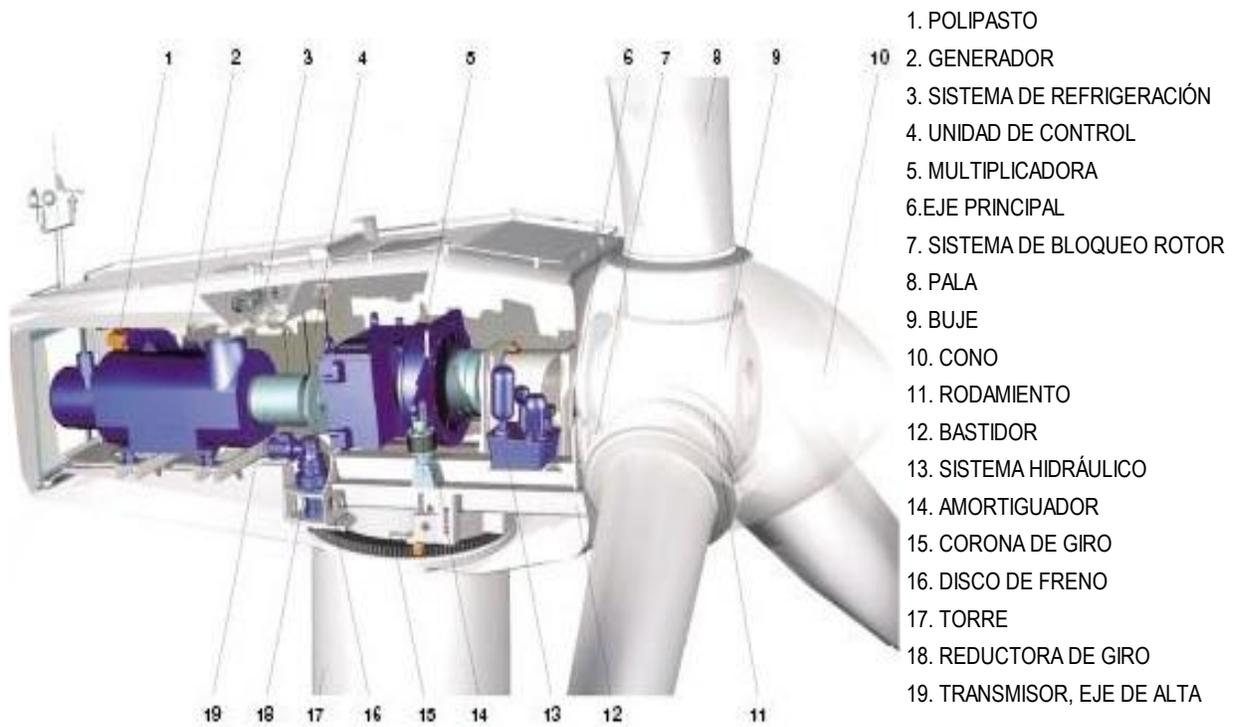
<sup>9</sup> Comisión Federal de Electricidad, Residencia de Obra Proyectos Eólicos 2012.



**Figura I.6.** Características de los aerogeneradores. R 26000 (radio en milímetros)

Las Álabes o palas, presentes en juegos de tres, pueden variar su longitud, entre los modelos mayormente usados se encuentran palas de 26, 35 o 40 m. Las palas están fabricadas en fibra de vidrio con resina epóxica y núcleo de PVC. Cada pala consta de 2 conchas pegadas a una viga soporte, de sección tubular cerrada, con geometría adaptada a la forma aerodinámica de las conchas de cada pala.

En conjunto las palas con el alabe conforman el rotor, este sistema proporciona en todo momento un ajuste del ángulo de operación de las palas que aumenta la producción de potencia y reduce la emisión de ruido



**Figura I.7.** Partes constructivas de una góndola [8]

Con respecto a la velocidad del viento se pueden establecer 4 fases de viento:

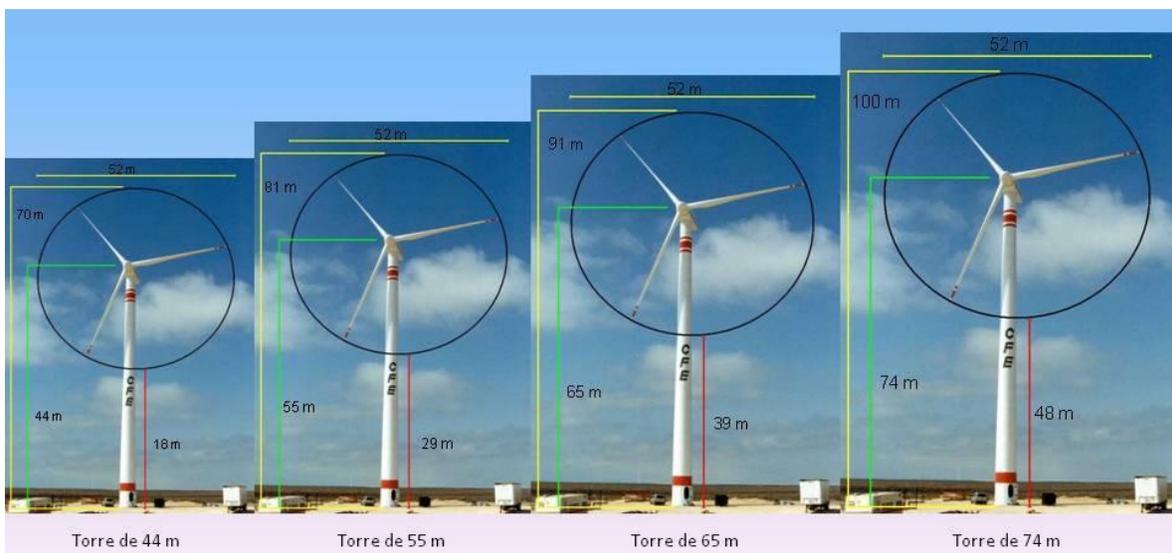
- Viento bajo, con el generador desconectado de la red eléctrica,
- Viento medio, con el generador conectado, pero sin llegar a generar potencia nominal,
- Viento alto, el generador produce potencia nominal,
- Viento muy alto, el generador está desconectado y la turbina parada.

| <b>Cuadro I.10. Parámetros de diseño para torres de aerogeneradores a 44, 55 y 65 m de altura</b> |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>Concepto</b>   | <b>Valor</b>        | <b>Comentarios</b>              |
| <b>Velocidad media anual del viento</b>   | 10 m/s              |                                 |
| <b>Intensidad de turbulencia a 15 m/s</b>   | 18%                 |                                 |
| <b>Viento de referencia (10 min)</b>  | 50 m/s              | Periodo de recurrencia: 50 años |
| <b>Viento de referencia (3 s)</b>   | 70 m/s              | Periodo de recurrencia: 50 años |
| <b>Máxima aceleración de ráfaga de viento</b>   | 10 m/s <sup>2</sup> |                                 |

Las condiciones del clima influyen en la determinación del diseño de los aerogeneradores, ya que si la velocidad es alta y la turbulencia alta, las cargas en el aerogenerador aumentan

y la vida útil del equipo disminuye; si la velocidad del viento es baja y la turbulencia es también baja, no se genera electricidad; si la velocidad del viento o la turbulencia es baja, las cargas se reducirán y la vida útil del equipo aumentará. En el Cuadro I.10 se encuentran los parámetros de diseño de un aerogenerador con altura de torre de 44, 55 y 65 m.

La figura I.8 muestra gráficamente cuatro diseños de aerogeneradores, en los cuales la altura de la torre oscila entre 44, 55, 65 y 74 m, respectivamente, de forma troncocónica tubular de acero construida en 2 o 3 secciones.



**Figura I.8.** Aerogeneradores con diferentes alturas de torre de 44 m hasta 74 m. [10]

Durante los periodos de vientos bajos, es de esperar un aumento del consumo de potencia para el calentamiento y la deshumidificación de la góndola. En algunas combinaciones de vientos veloces, altas temperaturas, temperatura baja del viento, baja densidad y/o bajo voltaje, puede disminuir la potencia nominal para asegurar que las condiciones térmicas de algunos componentes principales como la multiplicadora, generador, etc. se mantengan dentro de los límites de funcionamiento [8].

---

## 1.7 Referencias

- [1] Secretaría de Energía. *Programa Sectorial de Energía 2007-2012*, México, 2007.
- [2] Poder Ejecutivo Federal. *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*, México, 2007.
- [3] Comisión Federal de Electricidad. Dirección de Operación. Subdirección de Generación. *Nuestras Capacidades*, México, Octubre 2012.
- [4] Comisión Federal de Electricidad. *Programa de Obras de Inversiones del Sector Eléctrico 2010-2014*, México, 2010.
- [5] Diario Oficial de la Federación. *Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica*. Artículo 36 BIS.2011
- [6] Instituto Nacional Indígena. Subdirección de Investigación. Colección de graficas y mapas del Istmo de Tehuantepec. 2002
- [7] Elliott D., M. Schwartz, G. Scott, S. Haynes, D. Heimiller, y R. George. *Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca*. 2004.
- [8] INECOL. *Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Proyecto 31 CE La Venta III*, Oaxaca, México, 2007.
- [9] Secretaría de Energía. *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*. México, 2006.
- [10] Universidad Autónoma de Tamaulipas. *Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular. Proyecto 33 CE Oaxaca I*, México. 2009.

# CAPITULO II

---

## Capítulo II

### 2.1 Estructura General de Comisión Federal de Electricidad

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) es una empresa del gobierno mexicano que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para cerca de 35.4 millones de clientes, lo que representa más de 100 millones de habitantes, e incorpora anualmente más de un millón de clientes nuevos.

La infraestructura, a octubre de 2012, para generar la energía eléctrica está compuesta por 183 centrales generadoras, con una capacidad instalada de 51 738,046 megawatts (MW).

Cerca del 24% de la capacidad instalada corresponde a 27 centrales construidas con capital privado por los Productores Independientes de Energía (PIE).

En la CFE se produce la energía eléctrica utilizando diferentes tecnologías y distintas fuentes de energético primario. En su haber cuenta con centrales de tipo vapor convencional, dual, carboeléctricas, ciclo combinado, geotermoeléctricas, turbogás, turbogás móvil, combustión interna, combustión interna móvil, hidroeléctrica, eoloeléctrica y nucleoeleétrica.

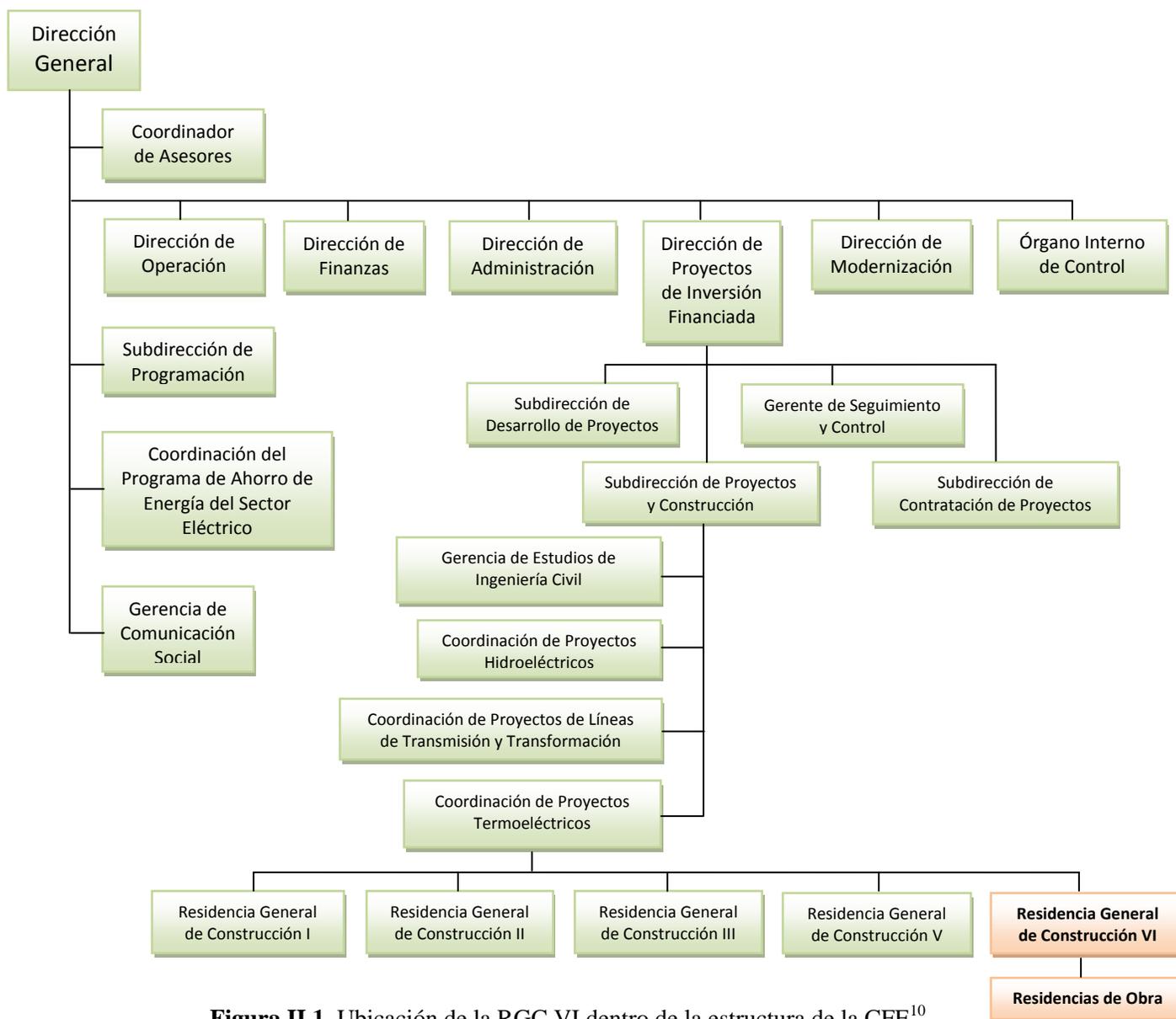
Para conducir la electricidad desde las centrales de generación hasta el domicilio de cada uno de sus clientes, la CFE tiene hoy día cerca de 758 mil kilómetros de líneas de transmisión y de distribución.

El suministro de energía eléctrica para finales del 2011 llegó a cerca de 190 mil localidades (190,655 rurales y 3,744 urbanas), con ello se asegura que el 97.61% de la población utiliza la electricidad [1].

La CFE es también la entidad del gobierno federal encargada de la planeación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), la cual es plasmada en el Programa de Obras e Inversiones del

Sector Eléctrico (POISE), tal como se comentó en el capítulo I, que describe la evolución del mercado eléctrico, así como la expansión de la capacidad de generación y transmisión para satisfacer la demanda en los próximos diez años, mismo que se actualiza anualmente [2].

El compromiso de la CFE es ofrecer servicios de excelencia, garantizando altos índices de calidad en todos sus procesos, al nivel de las mejores empresas eléctricas del mundo.



**Figura II.1.** Ubicación de la RGC VI dentro de la estructura de la CFE<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Comisión Federal de Electricidad, Residencia General de Construcción VI. 2011

---

En la Figura II.1 se aprecia la estructura orgánica que integra a la CFE; dependiente de la Dirección de Proyectos de Inversión Financiada (DPIF) se encuentra la Subdirección de Proyectos y Construcción (SPyC), entidad encargada de regular a la Coordinación de Proyectos Termoeléctricos (CPT) de quién a su vez depende la Residencia General de Construcción VI (RGC VI).

La RGC VI, localizada en el Estado de Veracruz, es el área encargada de supervisar a las Residencias de Obra (RO) localizadas en la región del Istmo de Tehuantepec, quienes en campo son las responsables a nombre de CFE, de vigilar que los PIE realicen los trabajos constructivos necesarios para la entrega y operación de las Centrales Eoloeléctricas seguras, confiables y operando bajo esquemas de certificación de Calidad, Protección Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo.

## **2.2 Descripción y características de los proyectos**

A continuación se citarán algunos detalles que permitirán conocer cada uno de los proyectos objeto del presente trabajo.

### **2.2.1 Proyecto Central Eólica “La Venta”**

Existe un referente importante para el desarrollo e incremento de la producción de electricidad por medio de la energía eólica. La Central Eoloeléctrica o Eólica (CE) “La Venta”, en una superficie de 1,8 ha., funciona desde 1994 con resultados efectivos y satisfactorios, lo que permite observar que el crecimiento de este modo de producción tiene un futuro alentador.

Ubicada en los ejidos La Venta y Santo Domingo, se trata de un proyecto de 1,575 MW, con 7 unidades instaladas de 225 kW, marca VESTAS de 30 m de altura cada una y 52 m de diámetro de rotor (Cuadro II.1).

| Cuadro II.1 Características de la CE La Venta |                |
|---|----------------|
| Característica                                | Dato           |
| Fecha inicio operación                        | Noviembre 1994 |
| Capacidad nominal                             | 1,575 MW       |
| Marca de equipos                              | VESTAS         |
| Número de unidades                            | 7              |
| Altura de torre                               | 30 m           |
| Diámetro de rotor                             | 52 m           |

## 2.2.2 Proyecto Central Eólica “La Venta II”

El proyecto Eólico La Venta II de tipo Obra Publica Financiada (OPF), es decir, proyectos asignados mediante procesos de licitación y con recursos presupuestales o extra-presupuestales, se ubica en una porción de aproximadamente 900 ha del ejido La Venta en el municipio de Juchitán de Zaragoza (Ver figura II.2), justo a un costado de la CE La Venta; entre las coordenadas  $16^{\circ}34'19''$  -  $16^{\circ}36'14''$  latitud norte y  $94^{\circ}47'17''$  -  $94^{\circ}50'13''$  de longitud oeste, a un costado de la carretera Federal La Ventosa – Tuxtla Gutiérrez [3].

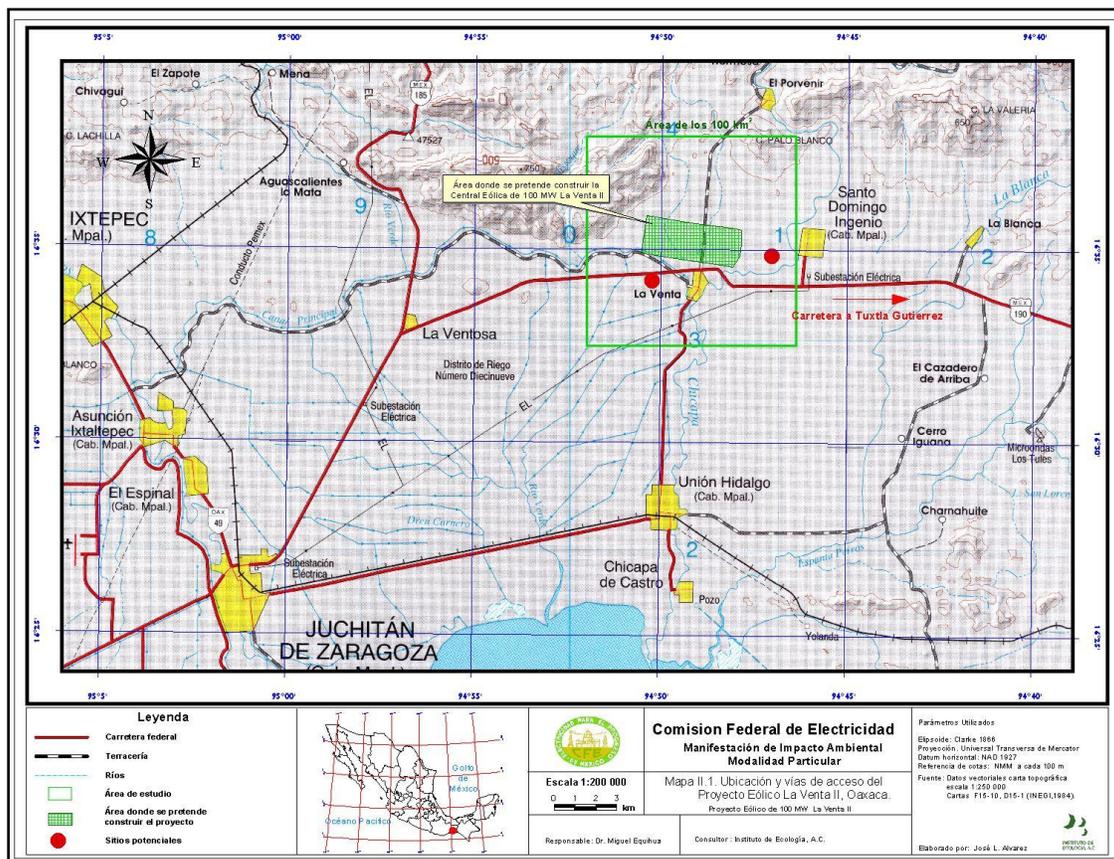


Figura II.2. Ubicación del proyecto eólico La Venta II [3].

La CE La venta II contribuyó a satisfacer parte de la creciente demanda de energía regional y nacional según lo estimado por el SEN. Dicho proyecto con una capacidad de aproximadamente 100 MW de capacidad dio continuidad al inicial proyecto CE La Venta, con apenas 1,575 MW instalados.

La CE La Venta II, entró en operación en 2007; cuenta con 98 aerogeneradores marca GAMESA, Modelo G-52-850 kW que en conjunto tienen una capacidad de 83,3 MW. Cada aerogenerador tiene una altura de 44 m. con un diámetro de 52 m. (Ver Cuadro II.2).

| <b>Cuadro II.2 Características de la CE La Venta II</b> |             |
|---|-------------|
| <b>Característica</b>                                   | <b>Dato</b> |
| Fecha inicio operación                                  | 2007        |
| Capacidad nominal                                       | 83,3 MW     |
| Marca de equipos  | Gamesa      |
| Número de unidades                                      | 98          |
| Altura de torre   | 44 m        |
| Diámetro de rotor                                       | 52 m        |

El uso del suelo del área afectada por el proyecto CE La Venta II se considera mayormente de tipo agropecuario, es decir, con cultivos de maíz y sorgo principalmente y con alteración derivada de las actividades antropogénicas.

| <b>Cuadro II.3 Superficie requerida para la construcción de la CE La Venta II [4]</b> |                                 |                        |  |  |
|---|---------------------------------|------------------------|--|--|
| <b>Conceptos</b>  | <b>Superficie por zona (ha)</b> |                        | <b>Superficie<br/>ABTC + AP<br/>(ha)</b> | <b>% respecto a la<br/>superficie total<br/>del proyecto</b> |
|   | <b>ABTC<sup>11</sup></b>        | <b>AP<sup>12</sup></b> |  |  |
| <b>Superficie total del predio</b>  | 949,84                          |                        | 949,84                                   | 100%   |
| <b>Superficie a afectar temporalmente</b>   |                                 |                        |  |  |
| Caminos   | 5,83                            | 3,64                   | 9,47                                     | 0,99   |
| Plataformas   | 2,83                            | 2,37                   | 5,20                                     | 0,55   |
| Almacenes   | -                               | 0,05                   | 0,05                                     | 0,005  |
| <b>Superficie obras permanentes</b>   |                                 |                        |  |  |
| Caminos   | 8,75                            | 5,46                   | 14,21                                    | 1,49   |
| Plataformas   | 2,85                            | 2,50                   | 5,35                                     | 0,56   |
|   | 20,26                           | 14,02                  | 34,28                                    | 3,595  |

<sup>11</sup> Acahual de Bosque Tropical Caducifolio

<sup>12</sup> Área Pecuaria

La superficie total del polígono de la CE La Venta II contempla 949,84 ha; dividiéndose está en Acahual de Bosque Tropical Caducifolio (ABTC) con 20,26 ha y Área Agropecuaria (AP) con 14,02 (Cuadro II.3). En términos reales de la superficie total del terreno (polígono) ocupado por la CE La Venta II se afectan 34,28 ha, esto es aproximadamente entre 3 y 4%. Para este proyecto fue necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, previamente autorizado, de 20,26 ha.

### 2.2.3 Proyecto Central Eólica “La Venta III”

El proyecto CE La Venta III, actualmente en etapa de construcción; se localiza al oriente de la población de Santo Domingo, en el municipio de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca, aproximadamente en el km 25 de la Carretera Panamericana, tramo La Ventosa – Tuxtla Gutiérrez, y al este a aproximadamente 6,5 km de la CE La venta II. Las coordenadas de ubicación se muestran en el Cuadro II.4.

| <b>Cuadro II.4 Coordenadas de los vértices del predio para el proyecto CE La Venta III [5]</b> |                |                 |
|--|----------------|-----------------|
| Cuadro de construcción   |                |                 |
| <b>Vértice</b>   | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> |
| V1   | 16°34'22.2" N  | 94°45'19.1" W   |
| V2   | 16°35'31.8" N  | 94°45'21.5" W   |
| V3   | 16°35'36.4" N  | 94°45'59.9" W   |
| V4   | 16°34'26.7" N  | 94°45'57.6" W   |

El proyecto consiste en una central eólica integrada por 121 aerogeneradores, distribuidos en una superficie de 1 316,47 ha, los aerogeneradores son de la marca GAMESA Modelo G52, con una altura de 44 m y un diámetro de rotor de 52 m; para obtener una capacidad de generación de 102,85 MW (Cuadro II.5).



**Figura II.3.** Ubicación del proyecto CE La Venta III

Entre las obras asociadas a desarrollarse en el proyecto se encuentra la construcción de zapatas, plataformas de maniobras y equipos, 5 torres anemométricas, caminos interiores, buses, cuarto de control, subestación eléctrica, oficina de operación, fosa séptica y almacenes, Cuadro II.6 y II.7.

**Cuadro II.5 Características de la CE La Venta III**

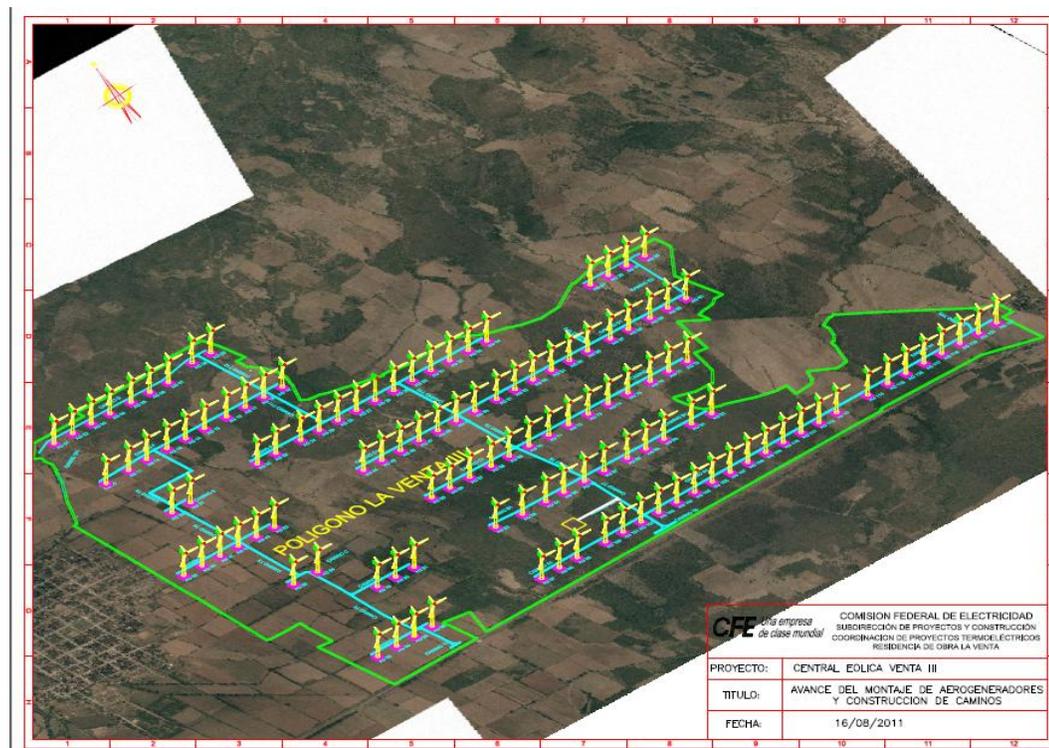
| Nombre de la central | Capacidad de la central | Número de aerogeneradores | Marca del aerogenerador | Modelo / capacidad de generación por unidad | Características Técnicas de los Aerogeneradores |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---|---|
| CE Venta III         | 102,85 MW               | 121 unidades              | Gamesa Eólica           | G-52<br>Capacidad 850 kW                    | Altura 44 m<br>Diámetro Rotor 52 m              |

La interconexión al SEN se hará en un punto localizado dentro del predio de la Sub Estación La Venta II.

**Cuadro II.6 Superficie afectada temporalmente durante la etapa de construcción de la CE La Venta III [5]**

| Obras   | Longitud (m) | Superficie (m2)   | Superficie (ha) | Porcentaje de afectación |
|---|--------------|-------------------|-----------------|--------------------------|
| Caminos interiores (superficie rodante de 6 m ancho)                                  | 19 283,00    | 118 787,28        | <b>11,87</b>    | 1,31%                    |
| Plataforma de maniobras (40 m x 15 m) Zapatas (120 unidades de 13 m x 13 m)           | -            | 72 000,00         | <b>7,20</b>     | 0,80%                    |
| Subestación eléctrica e instalaciones técnicoadministrativas (200 m x 200 m)          | -            | 40 000,00         | <b>4,00</b>     | 0,44%                    |
| Cunetas de caminos interiores (ambos lados del camino de 1,5 m ancho)                 | 19 217,09    | 57 651,26         | <b>5,77</b>     | 0,64%                    |
| Buses (3 m ancho)   | 17 440,78    | 52 330,00         | <b>5,23</b>     | 0,58%                    |
| Cunetas ampliación del camino a Santo Domingo (ambos lados del camino de 1,5 m ancho) | 2 245,00     | 6 735,00          | <b>0,67</b>     | 0,07%                    |
| Total   |              | <b>347 503,54</b> | <b>34,74</b>    | <b>3,84%</b>             |

Dicho proyecto, definido como de tipo PIE, es desarrollado por la empresa Energías Renovables Venta III, S.A. de C.V., se estimaba el 30 de junio de 2011 como fecha programada de operación comercial.<sup>13</sup>



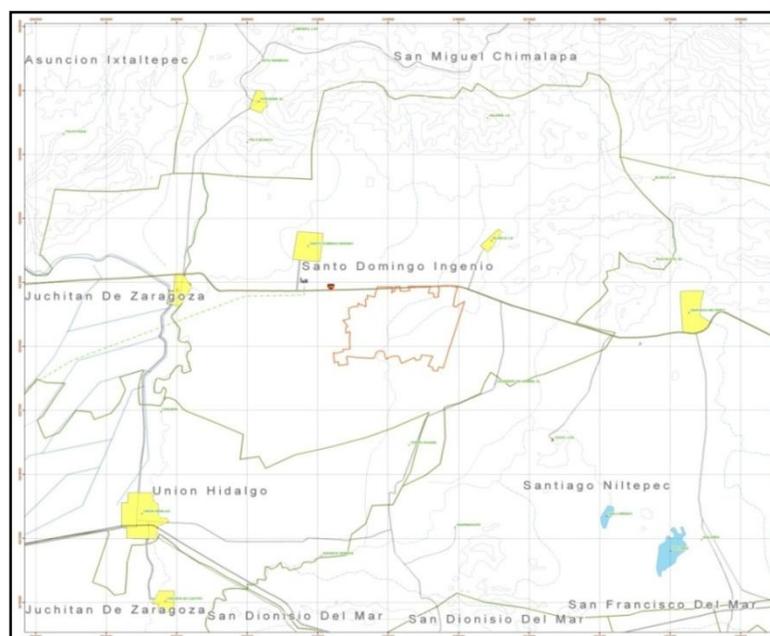
**Figura II.4. Arreglo general del proyecto CE La Venta III [6]**

<sup>13</sup> Informe mensual de construcción, R.O. Proyecto 31 CE La Venta III, septiembre 2010

| <b>Cuadro II.7 Superficie a afectar permanentemente durante la etapa de operación de la CE La Venta III [5]</b> |                     |                        |                        |                                 |
|---|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|
| <b>Obras</b>  | <b>Longitud (m)</b> | <b>Superficie (m2)</b> | <b>Superficie (ha)</b> | <b>Porcentaje de afectación</b> |
| Caminos interiores (superficie rodante de 6 m ancho)  | 19 283,00           | 118 787,28             | <b>11,87</b>           | 1,31%                           |
| Cunetas (ambos lados del camino de 1,5 m ancho)   | 19 217,09           | 57 651,26              | <b>5,77</b>            | 0,64%                           |
| Subestación eléctrica e instalaciones técnico-administrativas (200 m x 200 m)                                   | -                   | 40 000,00              | <b>4,00</b>            | 0,44%                           |
| Zapatatas (120 unidades de 13 m x 13 m)   | -                   | 20 280,00              | <b>2,03</b>            | 0,22%                           |
| Cunetas ampliación del camino (ambos lados del camino de 1,5 m ancho)   | 2 245,00            | 6 735,00               | <b>0,67</b>            | 0,07%                           |
| <b>Total</b>  |                     | <b>243,453.54</b>      | <b>24,34</b>           | <b>2,68%</b>                    |

### 2.2.4 Proyecto Central Eólica “Oaxaca I”

El sitio donde se desarrollo el proyecto CE Oaxaca I (Figura II.5 ) se encuentra al sureste de la localidad de Santo Domingo Ingenio, en el municipio de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca, en el kilometro 25 de la carretera Panamericana, tramo La Ventosa – Tuxtla Gutiérrez.



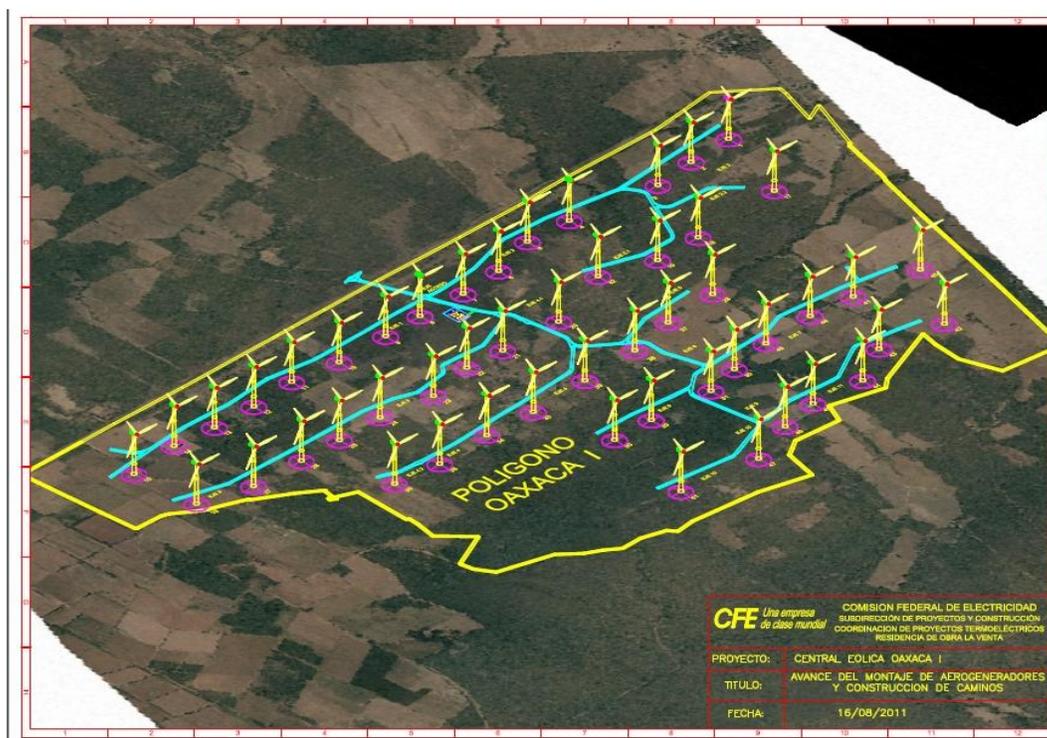
**Figura II.5.** Ubicación de la CE Oaxaca I en Santo Domingo Ingenio [7]

Dicho proyecto ocupa una superficie aproximada de 1000,00 ha. El uso del suelo en el predio del proyecto CE Oaxaca I se divide en dos principales actividades: el forestal y el agropecuario. Aunque actualmente se siembran dos cultivos agrícolas (sorgo y maíz); anteriormente se cultivaba cacahuate, frijol, ajonjolí y caña de azúcar, desarrollándose en la modalidad de temporal. La figura II.6 muestra el arreglo general que sigue la CE Oaxaca I.

**Cuadro II.8 Características de la CE Oaxaca I**

| Nombre de la central | Capacidad de la central | Número de aerogeneradores | Marca del aerogenerador | Modelo / capacidad de generación por unidad | Características Técnicas de los Aerogeneradores |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---|---|
| C.E. Oaxaca I        | 102 MW                  | 51 unidades               | VESTAS                  | V80<br>Capacidad 2.0 MW                     | Altura 67 m<br>Diámetro Rotor 80 m              |

De las casi mil ha., 635,31 ha. corresponden a vegetación de Selva Baja Caducifolia (SBC), 451,77 ha. corresponden a vegetación de Selva Baja Caducifolia secundaria (SBCs) y 374,45 ha. son uso agrícola [7]. (Ver Cuadro II. 9, 10 y 11).



**Figura II.6.** Arreglo general del Proyecto CE Oaxaca I [9]

**Cuadro II.9 Comparativo de tipos de vegetación que prevalecen en el predio de la CE Oaxaca I [7]**

| Tipos de vegetación   | INEGI, 2001        |       | Imagen de satélite<br>Ikonos 2007 |       | Cambio neto<br>(ha) | Cambio<br>(%) |
|---|--------------------|-------|-----------------------------------|-------|---------------------|---------------|
|   | Superficie<br>(ha) | %     | Superficie<br>(ha)                | %     |                     |               |
| Selva Baja Caducifolia<br>(SBC)   | 635,31             | 43,46 | 479,35                            | 32,80 | -155,96             | -24,54        |
| Selva Baja Caducifolia<br>con Vegetación<br>Secundaria Arbustiva<br>(SBC's) | 451,78             | 30,92 | 516,73                            | 35,35 | 64,95               | 14,37         |
| Agropecuario  | 374,46             | 25,62 | 465,46                            | 31,85 | 91,0                | 24,30         |

La capacidad nominal de la central se estima de 102,00 MW, conformados por 51 aerogeneradores marca VESTAS, modelo V-80, cada uno de ellos con una potencia de 2,0 MW, con una altura de 67 m y 80 m de diámetro de rotor (Ver Cuadro II.8).

La interconexión al SEN se hará en un punto localizado dentro del predio de la SE La Venta II.

**Cuadro II.10 Superficie de afectación temporal para la CE Oaxaca I [8]**

| Obras                                      | Forestal (ha) |              | No Forestal<br>(ha) | Superficie<br>total (ha) |
|--|---------------|--------------|---------------------|--------------------------|
|  | SBC           | SBCs         | Agropecuario        |                          |
| Aerogeneradores (zapatas y<br>plataformas) | 1,90          | 4,30         | 5,80                | 12,00                    |
| Camino                                     | 1,85          | 3,88         | 6,14                | 11,87                    |
| Subestación eléctrica                      | 1,78          | 2,02         | 0,2                 | 4                        |
| Cunetas                                    | 0,93          | 1,94         | 3,05                | 5,92                     |
| Torres anemométricas                       |               |              | 2,178               | 2,178                    |
| Buses                                      | 0,93          | 1,18         | 3,01                | 5,12                     |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>7,39</b>   | <b>13,32</b> | <b>20,37</b>        | <b>41,08</b>             |

Dicho proyecto, definido como de tipo PIE, fue desarrollado por la compañía Energías Ambientales de Oaxaca I, S.A. de C.V., se estimaba marzo 2012 como fecha convenida de operación comercial.

| <b>Cuadro II.11 Superficie de afectación permanente para la CE Oaxaca I [8]</b> |                      |             |                         |                              |
|---|----------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|
| <b>Obras</b>  | <b>Forestal (ha)</b> |             | <b>No Forestal (ha)</b> | <b>Superficie total (ha)</b> |
|   | <b>SBC</b>           | <b>SBCs</b> | <b>Agropecuario</b>     |                              |
| Aerogeneradores (Zapatas)   | 0,32                 | 0,72        | 0,98                    | 2,02                         |
| Caminos   | 1,85                 | 3,88        | 6,14                    | 11,87                        |
| Subestación eléctrica   | 1,78                 | 2,02        | 0,20                    | 4,00                         |
| Cunetas   | 0,93                 | 1,94        | 3,05                    | 5,92                         |
| Torres anemométricas  | -----                | -----       | 2,17                    | 2,17                         |
| <b>TOTAL</b>  | <b>4,88</b>          | <b>8,56</b> | <b>12,54</b>            | <b>25,98</b>                 |

### 2.2.5 Proyecto Central Eólica Oaxaca II, III y IV

El proyecto eólico Oaxaca II, III y IV es un proyecto integral que consiste en un conjunto de tres centrales para la generación de energía eléctrica, de 101,4 MW de capacidad cada una, y su red de transmisión asociada CE Oaxaca II, III y IV – SE La Ventosa (Ixtepec).



**Figura II.7.** Ubicación del proyecto eólico Oaxaca II, III y IV

Los sitios seleccionados para la instalación de los Proyectos Eólicos CE Oaxaca II, III y IV se ubican en tres predios distintos, pero cercanos entre sí, en el ejido Santo Domingo, en las inmediaciones de la población y cabecera municipal de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca,

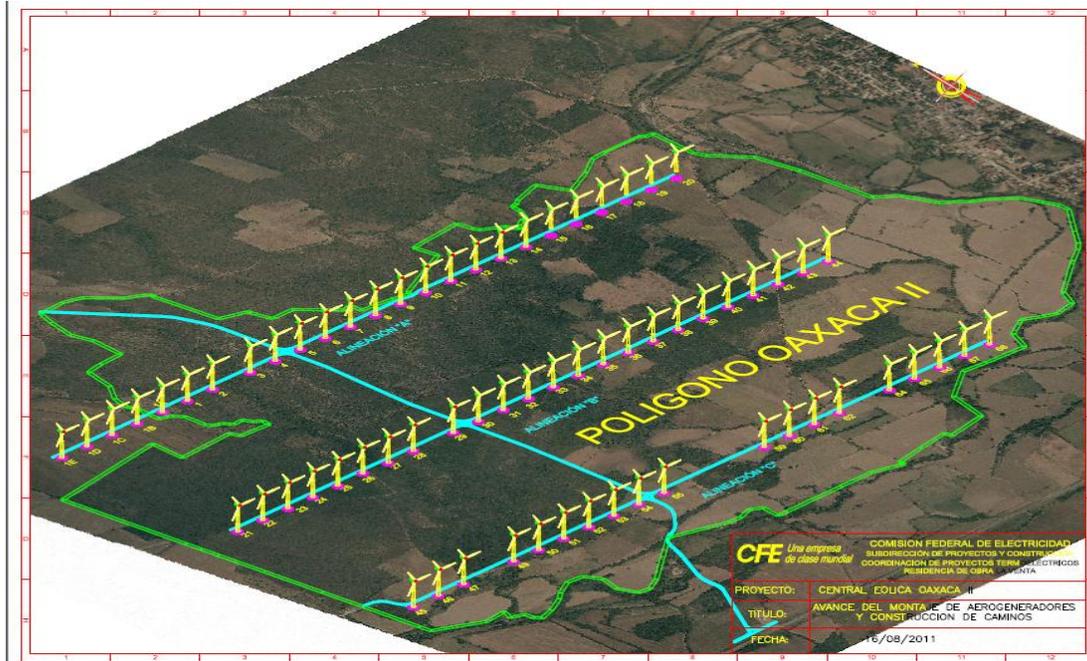
aproximadamente a 35 km al ENE de la ciudad de Juchitán de Zaragoza y a 220 km al ESE de la ciudad de Oaxaca, al sur del Istmo de Tehuantepec (Figura II.7).

Al evitar el uso de combustibles fósiles, cada una de las centrales podría permitir una reducción en la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, equivalente a unas 295 000 toneladas anuales de CO<sub>2</sub> equivalente, por lo que los tres proyectos en conjunto implicarían una reducción de emisiones atmosféricas poco menor a un millón de toneladas anuales de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Cuadro II.12 Características de las CE Oaxaca II, III y IV**

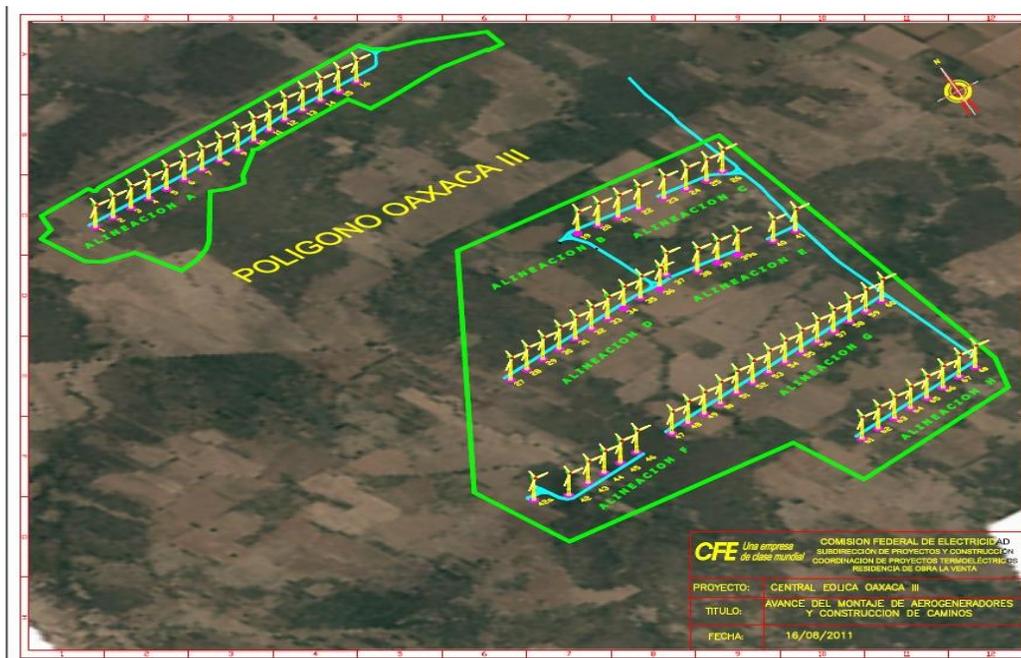
| <b>Nombre de la central</b> | <b>Capacidad de la central</b> | <b>Número de aerogeneradores</b> | <b>Marca del aerogenerador</b> | <b>Modelo / capacidad de generación por unidad</b> | <b>Características Técnicas de los Aerogeneradores</b> |
|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|--|
| <b>C.E. Oaxaca II</b>       | 101.4 MW                       | 68 unidades                      | Acciona<br>Windpower           | AW70/1500<br>Capacidad<br>1.5 MW                   | Altura 80 m<br>Diámetro Rotor 70 m                     |
| <b>C.E. Oaxaca III</b>      | 101.4 MW                       | 68 unidades                      | Acciona<br>Windpower           | AW70/1500<br>Capacidad<br>1.5 MW                   | Altura 80 m<br>Diámetro Rotor 70 m                     |
| <b>C.E. Oaxaca IV</b>       | 101.4 MW                       | 68 unidades                      | Acciona<br>Windpower           | AW70/1500<br>Capacidad<br>1.5 MW                   | Altura 80 m<br>Diámetro Rotor 70 m                     |

Los predios considerados para las CE Oaxaca II, III y IV, son prácticamente adyacentes a las áreas en las que actualmente se lleva a cabo la construcción de las CE La Venta III y Oaxaca I. Se ubican en un radio máximo de 10 km alrededor de la cabecera municipal de Santo Domingo Ingenio, a ambos lados (norte y sur) de la Carretera Federal 190, incluyendo la CE La Venta II, que entró en operación comercial, con 83,3 MW, en Enero de 2007 (Cuadro II.12).



**Figura II.8.** Arreglo general del proyecto CE Oaxaca II [10]

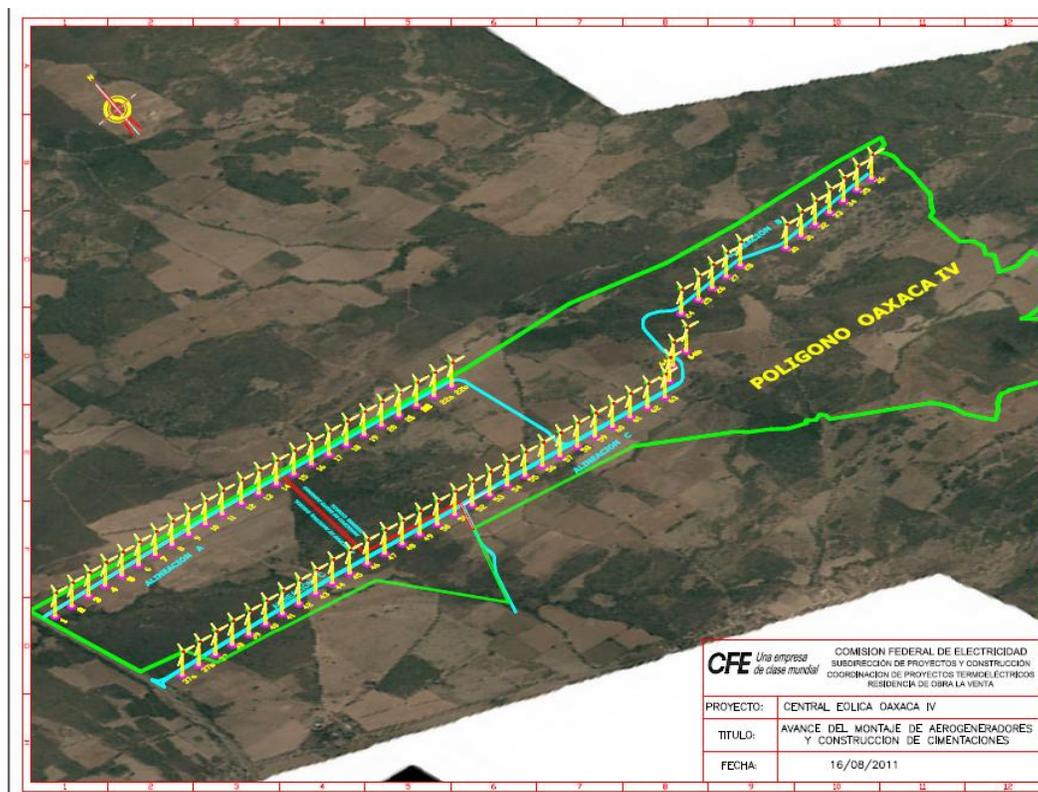
La superficie total aproximada (ver Cuadro II.13) en conjunto de de los tres predios es de 1653.0212 ha [13]; correspondiendo 617,1358 ha [14] destinado a la CE Oaxaca II (figura II.8), 473,6841 ha [15] para la CE Oaxaca III (figura II.9) y 562,2013 ha al terreno para la CE Oaxaca IV (figura II.10).



**Figura II.9.** Arreglo general del proyecto CE Oaxaca III [11]

| <b>Cuadro II.13 Superficies a ocupar por los proyectos CE Oaxaca II, III y IV [13, 14 y 15]</b> |                                 |                                  |                                 |
|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| <b>Proyecto</b>   | <b>Superficie Polígono (ha)</b> | <b>Ocupación Permanente (ha)</b> | <b>Ocupación Permanente (%)</b> |
| <b>CE Oaxaca II</b>   | 617,14                          | 27.77                            | 4.5                             |
| <b>CE Oaxaca III</b>  | 473,68                          | 10.42                            | 2.2                             |
| <b>CE Oaxaca IV</b>   | 562,20                          | 2.8                              | 0.5                             |

Los predios se encuentran bajo régimen ejidal y presentan vegetación de tipo Bosque Tropical Caducifolio y Acahual de Bosque Tropical Caducifolio, así como a áreas para la agricultura y pastizales para el pastoreo de ganado.



**Figura II.10.** Arreglo general del proyecto CE Oaxaca IV [12]

### 2.3 Descripción de las Obras Asociadas

Como ya se había mencionado, adicionalmente a los proyectos eólicos CE La venta III, CE Oaxaca I y CE Oaxaca II, III y IV, se abordarán los proyectos:

- Línea de Transmisión La Venta III – La Venta II

- Línea de Transmisión Oaxaca II, III y IV – SE La Ventosa

### 2.3.1 Línea de Transmisión La Venta III – La Venta II

El proyecto cruza los municipio de Santo Domingo Ingenio en 7,34 km y Juchitán de Zaragoza en 2,49 km.

La línea de transmisión tendrá una longitud total de instalación de 9.83 kilómetros y un derecho de vía de 26 m; con un voltaje de 400 KV en 2 circuitos (400 KV – 2C-9.83 Km-1113 ACSR-TA/PA), en la cual se instalará un total de 30 estructuras de acero autosoportadas, ver cuadro II.14.

| <b>Cuadro II.14 Características técnicas de la L.T. La Venta III – La Venta II [16]</b> |  |          |
|---|--|----------|
| <b>Característica</b>   | <b>Dato</b>  |          |
| Capacidad de transmisión:   | 400 kV   |          |
| Número de circuitos:  | 2  |          |
| Longitud del proyecto:  | 9.83 km  |          |
| Ancho de derecho de vía:  | 26 m   |          |
| Cable conductor (tipo):   | 1113 ACSR  |          |
| Cable de guarda (tipo):   | 7/8 AAS de acero con recubrimiento de aluminio                         |          |
| Aislador (tipo):  | De suspensión y tensión de vidrio forjado o porcelana de 25,000 libras |          |
| Estructuras de soporte (tipo):  | De acero autosoportadas: 2219RBP, AD42, AS2, E92A21CA-K6 y E92W21CA-K7 |          |
| Número aproximado de estructuras:   | 30   |          |
| Distancia promedio entre torres   | 300  |          |
| Tipo de cimentación:  | Concreto   |          |
| Sistema de tierras:   | Alambre Copperweld No. 2 AWG y varilla Copperweld de 5/8               |          |
| Protección catódica:  | Ninguna  |          |
| Unidades Ambientales  | Agricultura  | 13,72 ha |
|   | Cuerpo de agua   | 0,12 ha  |
|   | Ganadería  | 6,14 ha  |
|   | Infraestructura  | 0,74 ha  |
|   | Vegetación natural   | 4,83 ha  |
| Vida útil:  | 30 años  |          |

La superficie total requerida para la construcción y operación del proyecto LT La Venta III – La Venta II, es de 25,56 ha; es decir, 9 830 m de longitud por 26 m de derecho de vía (Cuadro II.15).

| <b>Cuadro II.15 Superficie por tipo de vegetación o uso de suelo para la L.T. La Venta III – La Venta II [16]</b> |  |                   |          |
|---|--|-------------------|----------|
| <b>Unidad ambiental</b>   | <b>Uso del suelo</b>                             | <b>Superficie</b> | <b>%</b> |
| <b>Agricultura</b>  | Agricultura de temporal                          | 9.99              | 39.07    |
|   | Agricultura de temporal con arbolado en linderos | 3.74              | 14.62    |
| <b>Cuerpo de agua</b>   | Cuerpo de agua                                   | 0.12              | 0.49     |
| <b>Ganadería</b>  | Ganadería extensiva                              | 2.68              | 10.47    |
|   | Ganadería extensiva con arbolado aislado         | 3.47              | 13.56    |
| <b>Infraestructura</b>  | Construcción rural                               | 0.07              | 0.25     |
|   | Infraestructura                                  | 0.68              | 2.64     |
| <b>Vegetación natural</b>   | Vegetación natural                               | 4.83              | 18.89    |
| <b>Total</b>  |  | 25.56             | 100      |

### 2.3.2 Línea de Transmisión Oaxaca II, III y IV – SE La Ventosa

El Proyecto contempla la construcción de una Línea de Transmisión de energía eléctrica a una tensión de 230 kV en 3 circuitos (230 kV – 3C – 1113 ACSR/AS) ubicada desde el Punto Pivote (PP) en que confluyen las líneas de transmisión de la CE Oaxaca II, CE Oaxaca III y CE Oaxaca IV hasta la Subestación La Ventosa (ahora conocida como Ixtepec Potencia), y cuyo trazo es de una longitud estimada de 22,103 km, con un ancho de derecho de vía de 32 m, en la cual se instalará un total de 111 postes troncocónicos autosoportados de acero estructural aproximadamente (Cuadro II.16), y con localización en los municipios de Juchitán de Zaragoza, Asunción Ixtaltepec e Ixtepec, en el Estado de Oaxaca.

| <b>Cuadro II.16. Especificaciones técnicas de la L.T. Oaxaca II, III y IV – S.E. La Ventosa [17]</b> |                  |  |
|--|------------------|--|
| <b>Nombre del proyecto</b>   | <b>Ubicación</b> | <b>Características</b>   |
| L.T. Oaxaca II, III y IV – S.E. La Ventosa   | Estado de Oaxaca | Capacidad de transmisión: 230 kV<br>Longitud: 22, 103 km<br>Derecho de vía: 32 m<br>Cable conductor: 1 113 ACSR/AS<br>Número de estructuras: 111 |

El Instituto de Ecología A.C. (INECOL, A.C.) fue el responsable de realizar el estudio de Impacto Ambiental de dicho proyecto, esto en colaboración con la Residencia General de Construcción VI (RGC VI).

## 2.4 Otros proyectos eólicos

Para 2011 la Asociación Mexicana de Energía Eólica A.C. (AMDEE), asociación civil que promueve la generación y el desarrollo de la energía eólica en México publica en su portal el concentrado de proyectos eólicos en México, en concreto para el Estado de Oaxaca se tenía la siguiente estimación, tal como se muestra en el Cuadro II.17.

| <b>Cuadro II.17. Proyectos eólicos en operación, construcción y desarrollo para el estado de Oaxaca [18]</b> |                    |                               |                 |                  |                |
|--|--------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|----------------|
| <b>En Operación</b>  |                    |                               |                 |                  |                |
| <b>Proyecto</b>  | <b>Esquema</b>     | <b>Desarrollador</b>          | <b>Turbinas</b> | <b>Operación</b> | <b>MW</b>      |
| La Venta   | OPF                | CFE                           | VESTAS          | 1994             | 1,6            |
| La Venta II  | OPF                | CFE                           | GAMESA          | 2007             | 83,3           |
| <b>Parques Eólicos de México</b>   | Autoabastecimiento | Iberdrola                     | GAMESA          | 2009             | 79,9           |
| Eurus 1ª Fase  | Autoabastecimiento | Cemex / Acciona               | ACCIONA         | 2009             | 37,5           |
| Eurus 2ª Fase  | Autoabastecimiento | Cemex / Acciona               | ACCONA          | 2010             | 212,5          |
| Bii Nee Stipa I  | Autoabastecimiento | Cisa - Gamesa                 | GAMESA          | 2010             | 26,35          |
| La Mata - Ventosa  | Autoabastecimiento | Eléctrica del Valle de México | CLIPPER         | 2010             | 67,5           |
| <b>SUBTOTAL</b>  |                    |                               |                 |                  | <b>508,65</b>  |
| <b>En Construcción</b>   |                    |                               |                 |                  |                |
| <b>Proyecto</b>  | <b>Esquema</b>     | <b>Desarrollador</b>          | <b>Turbinas</b> | <b>Operación</b> | <b>MW</b>      |
| Fuerza Eólica del Istmo  | Autoabastecimiento | Peñoles                       | CLIPPER         | 2010-2011        | 50             |
| La Venta III   | PIE                | CFE / Iberdrola               | GAMESA          | 2011             | 101            |
| Oaxaca I   | PIE                | CFE / Iberdrola               | VESTAS          | 2010             | 101            |
| Oaxaca II, III y IV  | PIE                | CFE / Acciona                 | ACCIONA         | 2011- 2012       | 304            |
| <b>SUBTOTAL</b>  |                    |                               |                 |                  | <b>556</b>     |
| <b>En Desarrollo</b>   |                    |                               |                 |                  |                |
| <b>Proyecto</b>  | <b>Esquema</b>     | <b>Desarrollador</b>          | <b>Turbinas</b> | <b>Operación</b> | <b>MW</b>      |
| Energía Alterna Istmeña  | Autoabastecimiento | Preneal                       | Por definir     | 2011-2014        | 215,9          |
| Energía Eólica Mareña  | Autoabastecimiento | Preneal                       | Por definir     | 2011-2014        | 180            |
| Fuerza Eólica del Istmo  | Autoabastecimiento | Peñoles                       | CLIPPER         | 2011-2012        | 30             |
| Bii Hioxio   | Autoabastecimiento | Unión Fenosa                  | Por definir     | 2011-2014        | 227,5          |
| Bii Stinú  | Autoabastecimiento | Eoliatec del Istmo            | Por definir     | 2011-2013        | 164            |
| Santo Domingo  | Autoabastecimiento | Eoliatec del Pacífico         | Por definir     | 2011-2014        | 160            |
| Bii Nee Stipa  | Autoabastecimiento | Cisa-Gamesa                   | GAMESA          | 2011-2014        | 288            |
| Desarrollo Eólicos Mexicanos   | Autoabastecimiento | Renovalia                     | Por definir     | 2011-2014        | 227,5          |
| Zapoteca de Energía  | Autoabastecimiento | Alesco, S.A. de C.V.          | Por definir     | 2014             | 140            |
| <b>SUBTOTAL</b>  |                    |                               |                 |                  | <b>137,9</b>   |
| <b>TOTAL</b>   |                    |                               |                 |                  | <b>2437,55</b> |

Para abril de 2012 entrarían en operación comercial los proyectos CE Oaxaca II, III y IV, de tipo PIE, construidos por la empresa Acciona.

### 2.4.1 Proyecto Central Eólica “Parques Eólicos de México”

Propiedad de Iberdrola, instalada en una superficie de 1 050 ha, en el ejido la Venta, entró en operación comercial en 2009, con una capacidad nominal de 79,9 MW en 94 máquinas de 850 kW, con una altura de 44 m cada una y un diámetro de 52 m, (cuadro II.18).

| <b>Cuadro II.18 Características de la CE Parques Eólicos de México</b> |             |
|--|-------------|
| <b>Característica</b>  | <b>Dato</b> |
| Fecha inicio operación   | 2009        |
| Capacidad nominal  | 79,9 MW     |
| Marca de equipos   | Gamesa      |
| Número de unidades   | 94          |
| Altura de torre  | 44 m        |
| Diámetro de rotor  | 52 m        |

### 2.4.2 Proyecto Central Eólica “Eurus”

Propiedad de Acciona Energía, está instalada en una superficie de 2 500 ha, en el ejido La Venta. Cuenta con una capacidad nominal de 1,5 MW, con 167 aerogeneradores marca Acciona Windpower. Cada aerogenerador tiene una altura de 80 m y un diámetro de rotor de 74 m. (Cuadro II.19)

| <b>Cuadro II.19 Características de la CE Eurus</b> |                   |
|--|-------------------|
| <b>Característica</b>                              | <b>Dato</b>       |
| Fecha inicio operación                             | 2009 - 2010       |
| Capacidad nominal                                  | 250 MW            |
| Marca de equipos                                   | Acciona Windpower |
| Número de unidades                                 | 167               |
| Altura de torre                                    | 80 m              |
| Diámetro de rotor                                  | 74 m              |

### 2.4.3 Proyecto Central Eólica “Bii Stipa Energía Eólica”

Propiedad de Iberdrola, ocupa una superficie de 340 ha, con una capacidad nominal de 26,3 MW, los 31 aerogeneradores que la integran son marca Gamesa, éstos tienen una altura de 60 m y un diámetro de rotos de 52 m. (Cuadro II.20)

| <b>Cuadro II. 20 Características de la CE Bii Stipa Energía Eólica</b> |             |
|--|-------------|
| <b>Característica</b>  | <b>Dato</b> |
| Fecha inicio operación   | 2010        |
| Capacidad nominal  | 26,3 MW     |
| Marca de equipos   | Gamesa      |
| Número de unidades   | 31          |
| Altura de torre  | 60 m        |
| Diámetro de rotor  | 52 m        |

#### **2.4.4 Proyecto Central Eólica “Electricidad del Valle de México”**

Esta central es propiedad de Electricidad de Francia, ocupa una superficie aproximada de 444 ha en los ejidos La Venta y La Mata. Cuenta con una capacidad nominal de 67,5 MW, los 27 aerogeneradores que la integran tienen cada uno una altura de 80 m y un diámetro de rotor de 89 m, todos ellos de la marca Clipper Wind. (Cuadro II.21).

| <b>Cuadro II.21 Características de la CE Electricidad del Valle de México</b> |             |
|---|-------------|
| <b>Característica</b>   | <b>Dato</b> |
| Fecha inicio operación  | 2010        |
| Capacidad nominal   | 67,5 MW     |
| Marca de equipos  | Clipper     |
| Número de unidades  | 27          |
| Altura de torre   | 80 m        |
| Diámetro de rotor   | 89 m        |

#### **2.5. Referencias**

[1] <http://www.cfe.gob.mx/QuiénesSomos>; Comisión Federal de Electricidad, Unidad de Control de Gestión, febrero de 2012.

[2] Comisión Federal de Electricidad. *Programa de Obras de Inversiones del Sector Eléctrico 2010-2014*, México, 2010.

---

[3] Instituto de Ecología, A.C. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular. Proyecto Eólico La Venta II – Oaxaca. México. 2003.

[4] Instituto de Ecología, A.C. Estudio Técnico Justificativo. Proyecto Eólico La Venta II – Oaxaca. México. 2005.

[5] Instituto de Ecología, A.C. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular Proyecto 31 CE La Venta III, Oaxaca. México. 2007.

[6] Comisión Federal de Electricidad, Residencia de Obra Proyectos Eólicos. Reporte de avance del montaje de aerogeneradores y construcción de caminos de la Central Eólica La Venta III. 2011.

[7] Universidad Autónoma de Tamaulipas. Manifestación de Impacto Ambiental. Proyecto 33 Oaxaca I. México, 2009.

[8] Universidad Autónoma de Tamaulipas. Estudio Técnico Justificativo. Proyecto 33 Oaxaca I. México, 2009.

[9] Comisión Federal de Electricidad, Residencia de Obra Proyectos Eólicos. Reporte de avance del montaje de aerogeneradores y construcción de caminos de la Central Eólica Oaxaca I. 2011.

[10] Comisión Federal de Electricidad, Residencia de Obra Proyectos Eólicos. Reporte de avance del montaje de aerogeneradores y construcción de caminos de la Central Eólica Oaxaca II. 2011.

[11] Comisión Federal de Electricidad, Residencia de Obra Proyectos Eólicos. Reporte de avance del montaje de aerogeneradores y construcción de caminos de la Central Eólica Oaxaca III. 2011.

---

[12] Comisión Federal de Electricidad, Residencia de Obra Proyectos Eólicos. Reporte de avance del montaje de aerogeneradores y construcción de caminos de la Central Eólica Oaxaca IV. 2011.

[13 ] Geo Servicios de Consultoría Ambiental, S.C. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Oaxaca II. México, 2010.

[14] Geo Servicios de Consultoría Ambiental, S.C.. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Oaxaca III. México, 2010.

[15] Instituto de Ecología, A.C. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular para el proyecto CE Oaxaca IV. México 2010.

[16] Universidad Autónoma de Chapingo. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto L.T. La Venta III – La Venta II. México, 2007.

[17] Instituto de Ecología, A.C. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto L.T. Oaxaca II, III y IV – S.E. La ventosa. México, 2010.

[18] Página electrónica de la Asociación Mexicana de Energía Eólica, <http://www.amdee.org/proyectosenmexico2011>

# CAPITULO III

---

## CAPITULO III

### 3.1 Documentos requeridos para el desarrollo de los proyectos eólicos

El desarrollo de los proyectos eólicos a cargo de la Coordinación de Proyectos Termoeléctricos (CPT) es precedido por un grupo de documentos, que en conjunto, aseguran la aprobación de los proyectos ante ciertas instancias, entre ellos destacan:

#### 3.1.1 Dictamen de Factibilidad Ambiental<sup>14</sup> (DFA)

Los DFA forman parte de los estudios previos necesarios para la evaluación de los Proyectos de Infraestructura Productiva (PIP) [1], así como para la aprobación de su realización ante las Secretarías de Energía (SENER) y de Hacienda y Crédito Público (SHCP)<sup>15</sup>. Estos estudios previos son esenciales para la consideración de los proyectos en el Presupuesto de Egresos de la Federación.

Para el caso de los proyectos eólicos del Istmo de Tehuantepec a cargo de la CFE, en los DFA se plasma la opinión de un consultor independiente quien se encarga de analizar y dictaminar que los proyectos eólicos son ambientalmente factibles, es decir, que tienen viabilidad ambiental; de manera resumida, los DFA consideran:

- La compatibilidad con los instrumentos normativos de los distintos niveles de gobierno, así como con los instrumentos y políticas de planeación y desarrollo económico, social y ambiental de la región del Istmo donde se propone sean desarrollados.
- Que los sitios de interés se encuentren fuera de alguna Área Natural Protegida (ANP), y que no se sobrepongan con áreas contempladas en las políticas de

---

<sup>14</sup> Lineamientos relativos a los dictámenes de los programas y proyectos de inversión a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública federal (DOF marzo 2008).

<sup>15</sup> Manual Institucional de Procedimientos de Proyectos de Infraestructura Productiva, CFE-DPIF 2009.

---

conservación por parte de la Federación, el Estado de Oaxaca o el municipio donde los proyectos eólicos se desarrollen.

- Las ventajas que representan la poca superficie que ocupan los aerogeneradores en el predio seleccionado, lo que favorece conservar el uso de suelo de los terrenos ejidales.
- El bajo costo ambiental requerido para la ejecución de los proyectos, el cual se relaciona primordialmente con un riesgo potencial de impacto de aves migratorias con los aerogeneradores, el cual puede ser minimizado por medio de una serie de medidas de diseño y operación de los aerogeneradores.
- Que la operación de los proyectos representa una alternativa para la generación de energía limpia, a través de una fuente renovable como lo es el viento, que permite evitar la emisión de un importante volumen de gases de efecto invernadero asociado al uso de combustibles fósiles.
- Los proyectos permiten incrementar la diversificación de fuentes de energía, consintiendo el fortalecimiento en el suministro de la energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).
- El establecimiento del compromiso, por parte de la Comisión Federal de Electricidad y el Productor Independiente de Energía (PIE) ganador, de considerar las acciones de mitigación y vigilancia que se deriven de la realización de los Estudios de Impacto Ambiental que a cada proyecto eólico le corresponda.

A la par de los DFA se deben efectuar y posteriormente presentar, para de igual forma lograr la aprobación del presupuesto para los proyectos, el Dictamen de Factibilidad Económica (DFE) y el Dictamen de Factibilidad Técnica (DFT).

| <b>Cuadro III.1. DFA de los proyectos eólicos a cargo de CFE</b> |                 |                              |                            |
|--|-----------------|------------------------------|----------------------------|
| <b>PROYECTO</b>  | <b>DICTAMEN</b> | <b>CONSULTOR<br/>EXTERNO</b> | <b>AÑO<br/>ELABORACION</b> |
| <b>CE La Venta III</b>   | Factible        | Instituto de Ecología, A.C.  | 2007                       |
| <b>LT La Venta III – La Venta II</b>                             | N.A             | N.A.                         | --                         |
| <b>CE Oaxaca I</b>   | Factible        | Instituto de Ecología, A.C.  | 2008                       |
| <b>CE Oaxaca II</b>  | Factible        | Instituto de Ecología, A.C   | 2010                       |
| <b>CE Oaxaca III</b>   | Factible        | Instituto de Ecología, A.C.  | 2010                       |
| <b>CE Oaxaca IV</b>  | Factible        | Instituto de Ecología, A.C.  | 2010                       |
| <b>LT Oaxaca II, III y IV – SE La<br/>Ventosa</b>                | N.A             | N.A.                         | --                         |

N.A.: No aplica para proyectos de líneas de transmisión y subestaciones

En el Cuadro III.1 se pueden apreciar los resultados de Factibilidad Ambiental de los proyectos materia del presente trabajo de tesis.

### **3.1.2. Oficio de Inversión Financiada de la SENER**

El oficio de Inversión Financiada constituye el medio por el cual se hace expreso el compromiso de la CFE para ejecutar un proyecto de inversión con la modalidad PIDIREGAS<sup>16</sup> (Proyectos de Infraestructura Productiva con Impacto Diferido en el Registro del Gasto) sujeto de inversión autorizada. En dicho oficio se encuentra establecido el periodo de construcción y las metas que debe alcanzar el proyecto al inicio de su operación.

Los oficios de inversión financiada constituyen el documento por el cual se autoriza de manera individual la inversión financiada para cada proyecto, ya sea para la modalidad de Obra Pública Financiada (OPF), es decir, Proyectos de Inversión Financiada Directa o modalidad PIE (Productor Independiente de Energía) para Proyectos de Inversión Financiada Condicionada [2].

<sup>16</sup> PIDIREGAS: Proyectos de inversión diferidos en el gasto o Proyectos de inversión de largo plazo, en teoría los pagos a los privados se realizarían con los flujos generados por la puesta en marcha de los proyectos.

---

## **3.2. Estudios necesarios para el desarrollo de los proyectos eólicos**

### **3.2.1 Estudio de Diagnóstico Social**

Los estudios de Diagnóstico Social, se efectúan de manera previa a la construcción de los proyectos eólicos, con la finalidad de conocer las características del sitio donde se desarrollarán los proyectos, así como el impacto social, económico, político y ambiental que de los proyectos eólicos puedan derivarse. Dicho estudio permite identificar los recursos y medios para llevar a cabo acciones que contribuyan a la prevención de posibles escenarios de conflicto generados con la consolidación del proyecto; además de que permite detectar las necesidades, problemática y áreas de oportunidad para mejora, con la finalidad de planear una intervención social dirigida a contribuir al desarrollo social, mediante la gestión y/o realización de acciones sociales.

### **3.2.2. Manifestación de Impacto Ambiental**

La Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo<sup>17</sup>.

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es el procedimiento a través del cual la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente<sup>18</sup>[3].

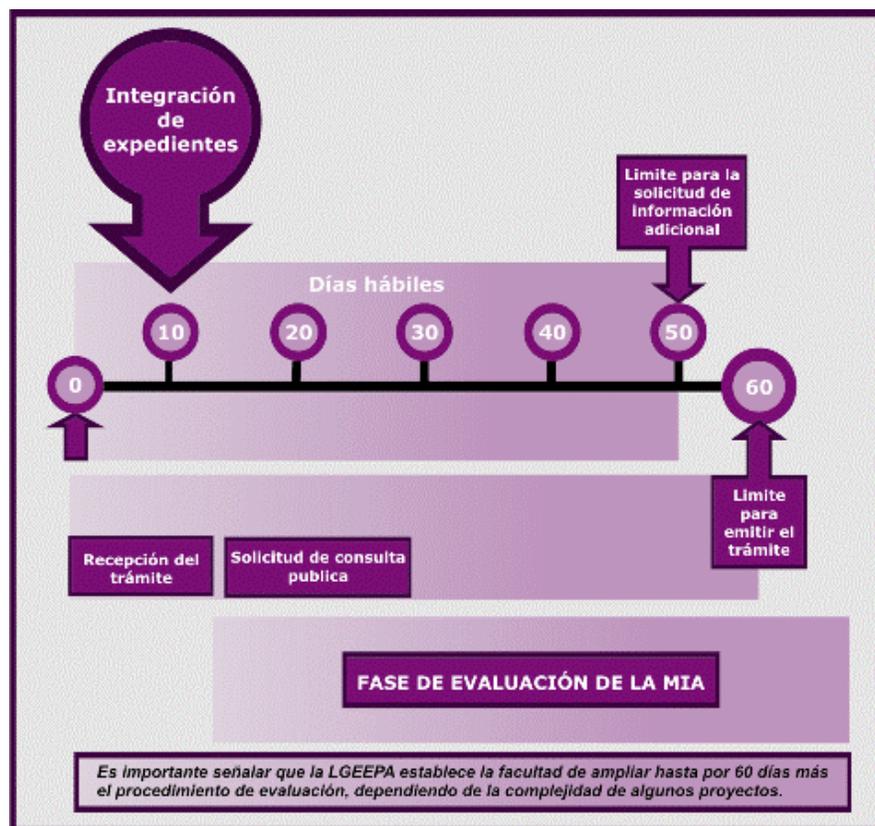
---

<sup>17</sup> Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), art 3º, DOF última reforma 05-07-2007

<sup>18</sup> LGEEPA, artículo 28 DOF última reforma 05-07-2007

Es por ello que para el caso del desarrollo de proyecto eólicos para la generación de energía eléctrica es indispensable contar con una MIA, así como con su correspondiente EIA por parte de la autoridad ambiental.

En la figura III.1 se representan las fases que conforman el proceso de EIA, ya que se cuenta con la MIA, la cual es elaborada por un consultor experto. Está será evaluada por la SEMARNAT quién emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:



**Figura III.1.** Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental [4]

I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;

II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate

de autorizaciones condicionadas, la SEMARNAT señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o

III.- Negar la autorización solicitada, cuando: a) Se contravenga lo establecido en la Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables; b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

Es necesario precisar que la CFE, para cada uno de los proyectos eólicos, ofrece un sitio opcional para su ubicación, sin embargo, el licitante ganador puede o no aceptar dicho sitio opcional; para el caso de los proyectos CE Oaxaca II y CE Oaxaca III, el Licitante ganador rechazó los sitios opcionales propuesto por la CFE y optó por sitios distintos. Por ello es que las MIA's de las CE Oaxaca II y III se quedaron en proceso de evaluación tal como se indica en el Cuadro III.2.

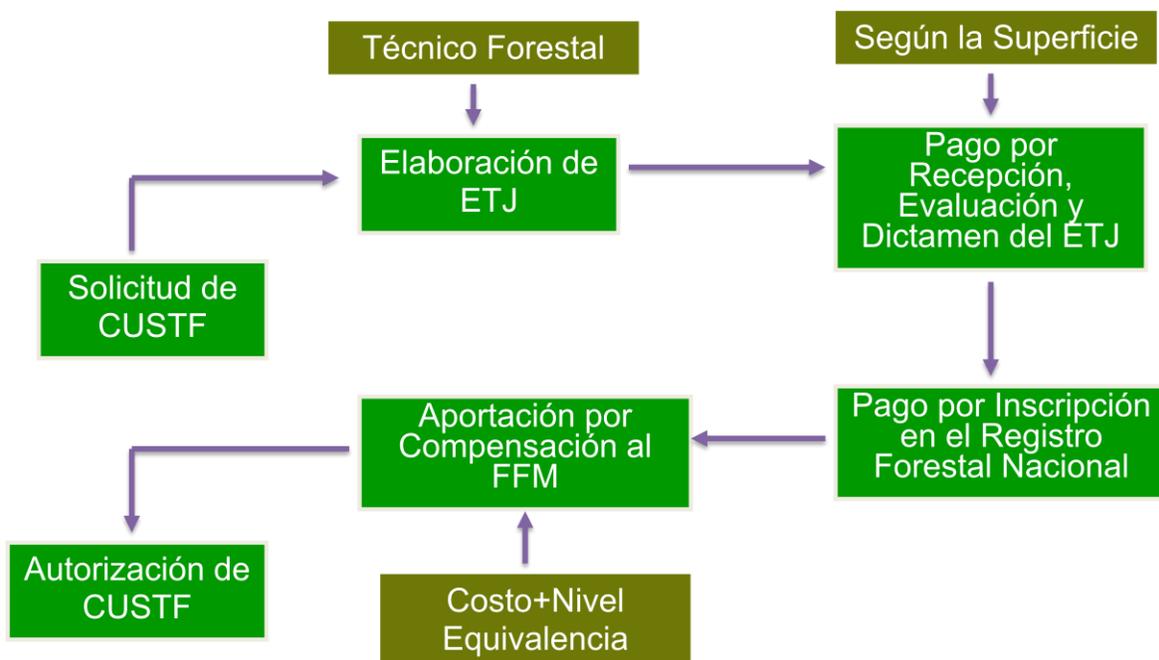
| <b>Cuadro III.2. Estatus que guardan los proyectos eólicos a cargo de CFE en materia de EIA</b> |                    |  |                           |
|---|--------------------|--|---------------------------|
| <b>PROYECTO</b>   | <b>ESTATUS MIA</b> | <b>CONSULTOR EXTERNO ENCARGADO DE ELABORAR LA MIA</b>                    | <b>ESTATUS RESOLUCIÓN</b> |
| <b>CE La Venta III</b>  | Evaluada           | Instituto de Ecología, A.C.  | Autorización condicionada |
| <b>LT La Venta III – La Venta II</b>  | Exenta             | Universidad Autónoma de Chapingo   | Autorización condicionada |
| <b>CE Oaxaca I</b>  | Evaluada           | Universidad Autónoma de Tamaulipas                                       | Autorización condicionada |
| <b>CE Oaxaca II</b>   | En evaluación      | Instituto de Ecología, A.C. / Geo Servicios e Consultoría Ambiental S.C. | **                        |
| <b>CE Oaxaca III</b>  | En evaluación      | Instituto de Ecología, A.C. / Geo Servicios e Consultoría Ambiental S.C. | **                        |
| <b>CE Oaxaca IV</b>   | Evaluada           | Instituto de Ecología, A.C.  | Autorización Condicionada |
| <b>LT Oaxaca II, III y IV – SE La Ventosa</b>   | En elaboración     | Instituto de Ecología, A.C.  | **                        |

\*\* Pendientes de obtener resolución de la Autoridad Ambiental

### 3.2.3. Estudio Técnico Justificativo

Tal como se cita en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento; cuando para el desarrollo de los proyectos, de cualquier índole, se pretenda realizar la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos considerados como forestales para destinarlos a actividades no forestales<sup>19</sup>, se hace indispensable gestionar una Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (ACUSTF) ante la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos (DGGFyS) dependiente de la SEMARNAT. Dicha gestión va acompañada, entre otros documentos, de un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) [5].

El ETJ es elaborado por un experto en materia forestal y tiene como objeto demostrar que con el desarrollo de los proyectos no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.



**Figura III.2.** Procedimiento de Evaluación de CUSTF

<sup>19</sup> Cambio de Uso de Suelo en terreno forestal: Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 7º, México 2005.

El Cuadro III.3 muestra el estado que guardan los ETJ's correspondientes a los proyectos eólicos desarrollados; para el caso de los proyectos Oaxaca II, Oaxca III, Oaxca IV y L.T. Oaxaca II, III y IV – S.E. La Ventosa fue responsabilidad del PIE la elaboración de dichos estudios, así mismo, la gestión ante la autoridad ambiental para la obtención del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

| <b>Cuadro III.3. Estatus que guardan los proyectos eólicos a cargo de CFE en materia de CUSTF</b> |                    |  |  |
|---|--------------------|--|--|
| <b>PROYECTO</b>   | <b>ESTATUS ETJ</b> | <b>CONSULTOR EXTERNO ENCARGDO DE ELABORAR EL ETJ</b>                     | <b>ESTATUS RESOLUCIÓN</b>              |
| <b>CE La Venta III</b>  | Evaluado           | Instituto de Ecología, A.C.  | Autorización condicionada 1ª y 2ª Fase |
| <b>LT La Venta III – La Venta II</b>  | En evaluación      | Universidad Autónoma de Chapingo   | Autorización condicionada              |
| <b>CE Oaxaca I</b>  | Evaluado           | Universidad Autónoma de Tamaulipas                                       | Autorización condicionada              |
| <b>CE Oaxaca II</b>   | En evaluación      | Instituto de Ecología, A.C. / Geo Servicios e Consultoría Ambiental S.C. | **                                     |
| <b>CE Oaxaca III</b>  | En evaluación      | Instituto de Ecología, A.C.  | **                                     |
| <b>CE Oaxaca IV</b>   | En evaluación      | Instituto de Ecología, A.C.  | **                                     |
| <b>LT Oaxaca II, III y IV – SE La Ventosa</b>   | En elaboración     | Instituto de Ecología, A.C.  | **                                     |

\*\* Pendientes de obtener resolución de la ACUSTF

### **3.3. Estudios existentes para los proyectos eólicos (CFE)**

#### **3.3.1. Diagnóstico Social del Municipio de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca (Agosto 2009)**

Éste se efectuó con el objetivo de conocer la situación político-administrativa del municipio, la organización de sus autoridades, así obtener la información acerca de la tenencia de la tierra, conocer la disponibilidad de infraestructura y servicios, conocer las principales actividades económicas, conocer los recursos naturales de la región, identificar la dinámica social, su organización y problemática y ubicar los principales grupos de presión.

---

Las técnicas de investigación social utilizadas dentro del diagnóstico fueron: 1. recopilación de información documental, 2. observación del comportamiento social y su entorno y 3. entrevistas, aplicación selectiva de diversos cuestionarios [6].

Los resultados arrojados al término del diagnóstico social indicaban que era necesario impulsar acciones de alto impacto social en colaboración con el gobierno federal y/o estatal:

- Sugiriendo que en las acciones de alto impacto social que realice la Residencia de Construcción en la región, invariablemente se involucre al sector de la población que será beneficiado, de tal manera que se impulse la participación de la población en obras o acciones para su propio bienestar.
- Promover acciones de coordinación entre dependencias estatales y federales para realizar campañas y actividades para proteger especies de la flora y fauna de la región.
- Realizar campañas de reforestación tanto en comunidades, como en las zonas susceptibles, de acuerdo a la vocación natural y disponibilidad de la tierra.
- Impulsar en los planteles educativos la cultura de protección a los recursos naturales; promover acciones de reforestación; alentar la separación de los residuos sólidos y en general fomentar la práctica del desarrollo sustentable.
- Llevar a cabo acciones ante el Comité de Planeación para el Desarrollo (COPLADE) y dependencias del gobierno estatal o federal para asesorar y capacitar a los mandos medios y superiores del Ayuntamiento, para la elaboración de los documentos básicos que requieren para su funcionamiento.
- Promover que el Ayuntamiento realice acciones orientadas a buscar el acercamiento con dependencias del gobierno estatal y federal, para la obtención de apoyos para la realización de obras o acciones.

- 
- Analizar las posibilidades de brindar apoyo al Secretario del Ayuntamiento para la elaboración de un manual o folleto, mediante el cual se divulgue la historia del municipio entre la población estudiantil.
  - Realizar un programa para informar a la población sobre las actividades que realiza la CFE sobre los proyectos que realizará en la región, con la finalidad de aclarar las posibles dudas o inquietudes de la población.
  - Difundir las acciones sociales que realice la Residencia de Construcción para el bienestar de la población.
  - Dar seguimiento y consolidar la relación institucional que se estableció con el residente de la Secretaría de Desarrollo social (SEDESOL) en la región, para obtener apoyos en beneficio de la población de Santo Domingo Ingenio.
  - Informar a los integrantes del Cabildo que tienen diferencias con el Presidente Municipal respecto al mecanismo para la realización de obras con recursos de la CFE, para disipar las dudas sobre el particular. Mantener una comunicación constante con ambas partes, sin involucrarse en la crisis política por la que atraviesa.
  - Promover acciones para que intervenga el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y el Ayuntamiento para investigar sobre los vestigios arqueológicos.
  - Dado el interés de varias instancias, analizar la posibilidad de promover la creación de un relleno sanitario regional, con apoyo de la SEMARNAT, COPLADE, el Instituto de Ecología del Estado de Oaxaca y empresas productoras externas de energía eléctrica. Esta obra adicionalmente representaría un ingreso económico para el Ayuntamiento.

- 
- Realizar campañas de concientización y fomento de la cultura de protección al medio ambiente, dirigidas a los servidores públicos del Ayuntamiento y la población en general, tanto para la separación de basura, como acciones orientadas a un desarrollo sustentable.
  - Capacitar a la población para promover el aprovechamiento de los residuos sólidos, de los orgánicos para la elaboración de composta y los inorgánicos para su reúso o venta.
  - Valorar la posibilidad de buscar apoyos para la adquisición de un camión recolector de desechos sólidos.
  - Igualmente, se puede analizar la posibilidad de conseguir apoyos para la compra e instalación de contenedores de basura, de acuerdo a las propias necesidades de la cabecera municipal.
  - Evaluar la posibilidad de instalar una planta de tratamiento de aguas residuales, con el apoyo de dependencias del gobierno federal y/o estatal.
  - En cuanto a todos los casos de las fluctuaciones de voltaje o interrupciones en el suministro de energía eléctrica detectados, valorar detenidamente los factores que intervienen para considerar la respuesta en cada caso (localidades, planteles escolares y Unidades Medicas Familiares), tanto con acciones directas de la Residencia de Construcción o bien a través de de la gestión ante algún área de la CFE responsable de dar atención a los casos específicos que se plantean.
  - Respecto al desacuerdo del Director de la primaria “Lic. Benito Juárez”, sobre las actividades socioculturales que lleva a cabo la CFE, se considera importante establecer contacto con él, para conocer sus puntos de vista e inquietudes, para buscar opciones respecto a las actividades que pudieran ser de su interés.

- 
- Organizar campañas de salud para prevenir enfermedades más comunes, de acuerdo a los registros actuales.
  - Realizar acciones de coordinación con dependencias del sector salud para realizar acciones de prevención de las enfermedades más comunes.
  - Aprovechar el potencial participativo de los adultos mayores y en su caso, analizar la posibilidad de organizarlos de manera formal, para realizar acciones en bienestar de la comunidad.
  - Conseguir apoyos para dotar de equipo médico indispensable a la partera, para facilitar el desempeño de sus actividades, de manera especial requiere de un glucómetro.
  - Impulsar actividades de promoción y capacitación con temas vinculados a los derechos humanos, especialmente con la población estudiantil que cursan la educación básica.
  - Promover cursos o pláticas sobre adicciones, preferentemente con la población estudiantil.
  - Analizar la posibilidad de obtener folletos informativos del Consejo Nacional contra las Adicciones (CONADIC) para su distribución.
  - Llevar a cabo acciones en apoyo para rescatar de su inminente desaparición al grupo de Alcohólicos Anónimos (AA).
  - Fomentar actividades culturales, deportivas o recreativas en todas las comunidades del municipio de Santo Domingo Ingenio.

- 
- Buscar la vinculación con la organización juvenil de La Blanca, para rescatar su experiencia y promover acciones en las demás localidades del municipio.
  - Gestionar la obtención de recursos o apoyos para la reparación o rehabilitación de los techos dañados de las escuelas.
  - Impulsar proyectos productivos o de otras vertientes, para diversificar las actividades, principalmente con las mujeres.
  - Analizar la posibilidad de impulsar entre la población la economía de traspatio.
  - Existe la posibilidad de que con el apoyo del Fondo Nacional de Empresas en Solidaridad (FONAES) se soliciten recursos para la comercialización del sorgo. Además de que esa dependencia ofreció organizar una mesa de trabajo con la participación de los productores de cacahuete y un enlace comercial conocido por FONAES para ofrecer mejores alternativas de comercialización.
  - Promover la ampliación del servicio médico en los centros de atención, para que incluyan el servicio de odontología. Analizar la posibilidad de impulsar actividades de fomento a la salud, en donde periódicamente se proporcione ese servicio.
  - Buscar opciones para mejorar el servicio de alumbrado público y tenga una cobertura del 100% en la cabecera municipal.
  - De forma coordinada con instituciones de gobierno, buscar alternativas sobre el manejo y destino final de desechos sólidos y biológicos, que resultan de la operación y funcionamiento de los centros de atención médica en el municipio.
  - Analizar la posibilidad de buscar acercamiento con personal de la Dirección de Economía del gobierno estatal para consolidar la relación y para que en caso de que

---

las empresas productoras de energía eólica continúen con sus prácticas de competencia desleal, intervengan, para evitar esas acciones.

Las acciones descritas anteriormente se justifican por el estado de desarrollo económico y social de los habitantes de las regiones del Istmo en la que se pretende instalar los proyectos eólicos, y su aplicación incrementa el costo de los mismos.

### **3.3.2. Estudio Prospectivo de la fauna, avifauna y quirópteros para las CE Oaxaca I, II III y IV (INECOL 2008 - 2009)**

Los vientos de considerable intensidad en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, constituyen una fuente natural de energía no contaminante, razón por la cual la CFE dentro del POISE, y con la visión de utilizar energía limpia, pretende instalar proyectos eoloeléctricos para la generación de energía eléctrica en esa área. Para asegurar la producción de energía limpia a través de la fuerza del viento la CFE requiere contar con información básica sobre uno de los aspectos preponderantes de mayor preocupación que son las posibles interacciones de aves y murciélagos con los aerogeneradores, así como prevenir los impactos sobre la diversidad local derivados de la construcción, instalación y operación de los centrales eólicas [7].

Los resultados plasmados en el estudio son derivados de los trabajos de campo realizados desde abril del 2008 hasta febrero del 2009. Para el caso de las aves, el trabajo más intenso se presentó en los meses de abril y mayo (temporada de primavera) y septiembre, octubre y mitad de noviembre (temporada de otoño que representan los periodos de paso de aves migratorias. Para el caso de los murciélagos los muestreos se efectuaron en las cuatro estaciones del año. Mientras que para la fauna terrestre no voladora (anfibios, reptiles y mamíferos) el muestreo se centró en la época de lluvias (julio y agosto) y época de secas (enero y febrero). Los resultados obtenidos por la ejecución de dicho estudio son:

- Lista de especies de aves con distribución potencial en el área de interés del estudio prospectivo de las centrales eoloeléctricas Oaxaca I, II, III y IV.

- 
- Lista de especies registradas en los sitios potenciales del estudio prospectivo de las centrales eoloeléctricas Oaxaca I, II, III y IV.
  - Lista de especies registradas por los métodos de Estación de Monitoreo, Estación de Redeo y Puntos de Conteo en las temporadas Primavera, Otoño e Invierno para los sitios potenciales del estudio prospectivo de las centrales eoloeléctricas Oaxaca I, II, III y IV.
  - Lista de especies de aves capturadas en la Estación de Redeo durante las temporadas de Primavera y otoño de 2008 e invierno de 2009 en los sitios potenciales del estudio prospectivo de las centrales eoloeléctricas Oaxaca I, II, III y IV.
  - Lista de especies de murciélagos con distribución potencial.
  - Lista de especies de murciélagos registrados, método de detección y gremio alimenticio.
  - Sonogramas de las especies de murciélagos insectívoros.
  - Lista de especies de anfibios con distribución potencial.
  - Lista de especies de reptiles con distribución potencial.
  - Lista de especies de mamíferos con distribución potencial.

### **3.4 Etapas que conforman el desarrollo de los proyectos eólicos**

Una vez efectuado las evaluaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal, y habiendo obtenido las correspondientes autorizaciones (resoluciones) generalmente de manera condicionada, es posible dar inicio a la ejecución de los proyectos, esto se realiza en un periodo de aproximadamente entre 18 a 20 meses.

La ejecución de éstos, se efectúa a través de las siguientes etapas (cuadro III.4):

1. Etapa de preparación del sitio
2. Etapa de construcción
3. Etapa de operación y mantenimiento

| <b>Cuadro III.4 Etapas y principales actividades durante el desarrollo de los proyectos eólicos</b> |  |
|---|--|
| <b>ETAPA</b>  | <b>ACTIVIDADES PRINCIPALES</b>   |
| <b>Preparación del sitio</b>  | A Desmonte y despalme del terreno  |
|   | B Construcción de caminos  |
| <b>Construcción</b>   | C Trazo y preparación de cimentaciones de aerogeneradores  |
|   | D Armado de varillas en cimentaciones de aerogeneradores   |
|   | E Colocación de tierras y ductos eléctricos en cimentaciones de aerogeneradores  |
|   | F Colocación de virola de aerogeneradores  |
|   | G Colado de cimentaciones de aerogeneradores   |
|   | H Instalación del bus ducto a lo largo de los caminos de interconexión   |
|   | I Construcción de registros eléctricos a lo largo del bus ducto  |
|   | J Construcción del sistema de drenaje pluvial de la Central, alcantarillas, vados de concreto, canales y cunetas de terracería con losas de concreto |
|   | K Cimentaciones y montaje electromecánico de equipos en la subestación   |
|   | L Construcción del sistema de tierras de la Central  |
|   | M Erección de torres de aerogeneradores  |
|   | N Erección de góndola y rotor de aerogeneradores   |
|   | O Construcción de edificios auxiliares   |
|   | P Construcción de pasos a través del sistema de drenajes de la Central, accesos a los predios de los ejidatarios                                     |
| Q Instalación del sistema de control  |  |
| R Pruebas y puesta en servicio  |  |
| <b>Operación</b>  | S Operación y Mantenimiento  |

### 3.4.1. Etapa de preparación del sitio

Durante la preparación del sitio se efectúan las actividades de desmonte (Figura III.3) y despalme (Figura III.4). El desmonte se refiere al retiro de la maleza o vegetación para poder acceder al terreno, mientras que el despalme significa remover la primera capa de materia vegetal y suelo para lograr una preparación correcta del terreno. El desmonte se efectúa preferentemente de manera manual con machetes y en ocasiones con la ayuda de motosierras. Durante el despalme se hace uso de motoconformadoras las cuales van arrastrando el material vegetal y suelo. El material producto del desmonte y despalme suele emplearse para restauración de terrenos o se incorpora en los sitios donde se removió.



**Figura III.3** Desmonte



**Figura III.4** Despalme

Además se efectúan los trabajos necesarios para el acondicionamiento de los caminos de acceso al predio en el cual se desarrollará el proyecto (Figuras III.5 y III.6).

Con base en las características del sitio del proyecto se establece si es o no necesario llevar a cabo excavaciones, para posteriormente compactar el terreno y nivelarlo según las especificaciones de diseño. En caso de haberse efectuado excavaciones, el material producto de esta actividad es empleado para rellenos en caminos interiores.

Cuando se hace necesario el empleo de materiales para relleno, estos son extraídos de bancos de materiales debidamente autorizados. Así mismo, se establece que los cauces naturales no sean obstruidos de ninguna forma, durante la preparación del sitio, para ello se consideran realizar obras que garanticen la libre circulación del agua en los cauces.

En parte, debido a que el periodo de realización de los proyectos eólicos no es muy prolongado (18 a 20 meses), en la mayoría de los casos, no se hace necesario instalar campamentos o dormitorios. Sin embargo, es probable que surja la necesidad de la instalación de algún comedor o simplemente de hacer uso de la infraestructura en materia de alimentos que ofrezca la región ya que se prioriza aprovechar y hacer uso de la mano de obra de la región.



**Figura III.5.** Conformación de plataforma de montaje



**Figura III.6.** Conformación de material de banco en camino

Aunado a lo anterior, se debe tomar en cuenta la instalación de talleres, almacenes (Figura III.7) o bodegas, oficinas, etc.; siendo así, sería necesario considerar espacios para la ubicación de los mismos, incluyendo el espacio a ocupar por el comedor.

Antes de iniciar propiamente con los trabajos de construcción, y aún en etapa de preparación del sitio, son factores indispensables de ser considerados, el abastecimiento de agua potable y de servicios, sanitarios móviles acorde al número de trabajadores por frente de trabajo, disponer de sitios de abastecimiento de combustibles, así como considera que se cuente con la infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales, el manejo de los residuos no peligrosos y peligrosos.



**Figura III.7** Almacenamiento de acero de refuerzo

### 3.4.2 Etapa de construcción

Una vez que se comienza con las actividades de ingeniería civil, se da inicio a la etapa de construcción del proyecto (Figuras III.8 a III.21). Durante esta etapa se lleva a cabo:

- a) La conformación de las plataformas de montaje de los aerogeneradores; en donde se realiza el trazo, el desmote, el despilme, el suministro de material de banco y la conformación de la primera capa del terraplén.
- b) La construcción de las cimentaciones de los aerogeneradores; efectuándose la excavación de las áreas de cimentación, la colocación de la cimbra y el colado de la plantilla, el habilitado, suministro y colocación de acero de refuerzo, la colocación de embebidos (anclas y ductos) y colado de las zapatas.
- c) El montaje e instalación de elementos de protección, control y comunicaciones.
- d) El montaje e instalación de tablero de control, seccionadores, cable de control, potencia y comunicación.
- e) El montaje de aerogeneradores; montaje de secciones, montaje de nacelles y armado y montaje de rotores, consiste en la colocación de secciones de tubería para la torre del aerogenerador y su posterior ensamble con el nacelle y el rotor.
- f) La construcción de drenajes del parque (puentes y alcantarillas); es decir, excavación, cimbrado, colocación de concreto para la construcción de encofrado, aleros, delantal, dentellón de las alcantarillas, colocación de acero de refuerzo y colocación de ductos de alta densidad.



**Figura III.8.** Excavación para cimentación



**Figura III.9.** Excavación para aerogenerador



**Figura III.10.** Colocación de cimbra



**Figura III.11.** Colocación de acero de refuerzo en cimentación de aerogenerador



**Figura III.12.** Colocación y armado de acero de refuerzo para cimentación

**Figura III.13.** Armado y cimbrado de zapata



**Figura III.14.** Colocación de concreto en cimentación de aerogenerador



**Figura III.15.** Colocación de ductos de alta densidad



**Figura III.16.** Construcción de vialidad



**Figura III.17.** Colocación de tablero de control



**Figura III.18.** Colocación de primera sección del aerogenerador



**Figura III.19.** Montaje segunda sección del aerogenerador



**Figura III.20.** Montaje de buje en nacelle



**Figura III.21.** Acoplamiento de buje en nacelle



**Figura III.22.** Aerogenerador completo a)



**Figura III.23.** Aerogenerador completo b)



**Figura III.24.** Colocación de cerca perimetral en caminos



**Figura III.25.** Trazo para excavación de bus colector



**Figura III.26.** Excavación de bus colector

### 3.4.3 Etapa de operación y mantenimiento

Una vez instalados los aerogeneradores y conectados a su respectivo sistema de control, y efectuadas las pruebas preoperativas; se puede pensar en el inicio de operación de la central eólica. Los proyectos eólicos operan de forma continua las 24 horas de día los 365 años, por lo tanto se consideran 3 turnos de 8 horas cada uno. Con excepción durante los paros programados o por automáticos que por seguridad se pudieran tener.

| Cuadro III.5 Actividades de mantenimiento y su periodicidad |  |              |
|---|--|--------------|
| No.   | ACTIVIDAD  | PERIODICIDAD |
| 1   | Mantenimiento preventivo                         | 3 meses      |
| 2   | Mantenimiento correctivo                         | 12 meses     |
| 3   | Mantenimiento predictivo                         | 6 meses      |
| 4   | Inspección mayor                                 | 12 meses     |
| 5   | Inspección menor                                 | 1 mes        |
| 6   | Verificación de estado físico de aerogeneradores | 1 mes        |
| 7   | Revisión de veleta                               | 6 meses      |
| 8   | Revisión de anemómetro                           | 3 meses      |
| 9   | Revisión de torre tubular                        | 12 meses     |
| 10  | Revisión de sistema de tierras                   | 24 meses     |
| 11  | Revisión de tablero de control inferior          | 12 meses     |
| 12  | Revisión de caja de engranes                     | 6 meses      |
| 13  | Revisión de cables de fuerza                     | 12 meses     |
| 14  | Revisión de barras de conexión transversal       | 12 meses     |
| 15  | Revisión de alabes                               | 12 meses     |

---

Es necesario considerar, programar y ejecutar actividades de mantenimiento en las centrales eólicas, consistentes en la verificación y revisión del estado físico de cada uno de sus componentes como son: nacelle, alabes, rodamiento de alabes, barras de conexión transversal, sistema de inclinación (pitch), flecha principal, sistema de barra de torsión, caja de engranes, frenos, flecha de transmisión, cople flexible, generador, unidad hidráulica, engrane de deslizamiento, rodamiento del sistema de deslizamiento, chasis, veleta y anemómetro, cubierta de barquilla, torre tubular, recubrimiento de superficie de torre, enfriador de aceite lubricante, cables de fuerza, medición, protección y control y tierra, tablero de control superior, tablero de control inferior, transformadores de potencia, subestación e interruptor de potencia.

Según la periodicidad y profundidad con que se ejecutan las actividades de mantenimiento, estas se dividen en: [8]

**Mantenimiento preventivo.** Tiene como objetivo evitar las interrupciones de la central, 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, de aquellas actividades que quedarán fuera del alcance 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 Central.

**Mantenimiento predictivo.** Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario. Lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones del proyecto, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas necesarias.

En el cuadro III.5 se cita la periodicidad con que se efectúan las actividades de mantenimiento para una central eólica, tales como:

---

**Inspección mayor.** Se realiza al menos con una frecuencia de una vez por año. Esta revisión se hace a detalle en cada elemento de los componentes y considera factores externos susceptibles de ocasionar fallas en la central tales como; zonas de inundación, contaminación, vandalismo e incendios.

**Inspección menor.** Se realiza con una periodicidad de un mes. Es importante mencionar que esta es una inspección visual del estado general, no a detalle del aerogenerador.

### 3.5 Identificación de los Aspectos e Impactos Ambientales Relevantes

Los estudios de Evaluación en Materia de Impacto Ambiental que se han realizado para los proyectos eólicos a cargo de la CFE, plasman para cada uno de ellos los posibles impactos ambientales, es decir, los cambios en el medio ambiente adversos o benéficos que se pudieran presentar a consecuencia de la interacción del proyecto con sus diferentes componentes (aspectos ambientales).

Algunos ejemplos de aspectos ambientales son las emisiones a la atmósfera, descargas al suelo, vertidos al agua, el uso de materias primas y recursos naturales, el uso de energía, los residuos y subproductos, entre otros [9].

Para el desarrollo de cada uno los proyectos eólicos, así como sus líneas asociadas se estudia la interacción de los aspectos ambientales y se identifican los impactos ambientales, destacándose aquellos considerados como relevantes por su alto nivel de afectación.

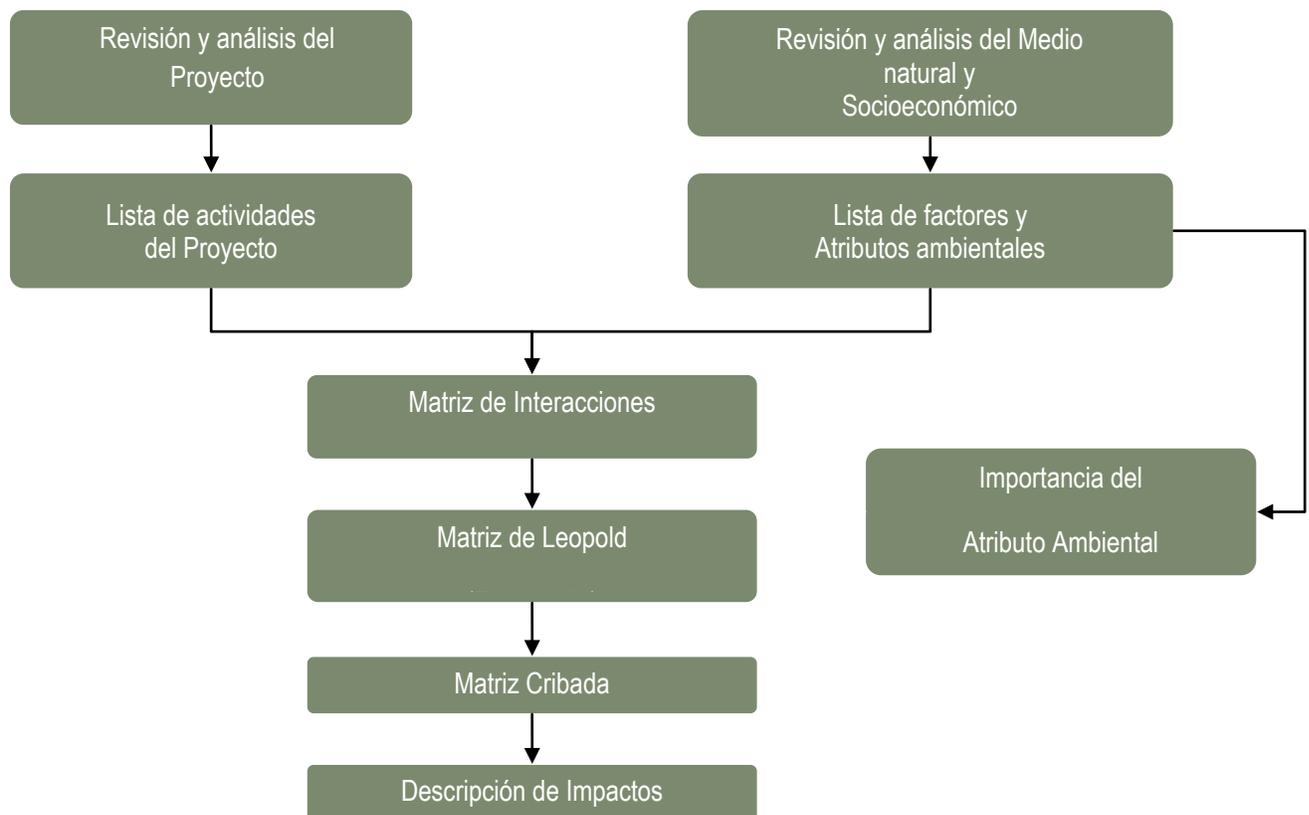
Para el caso del proyecto CE La Venta III, la metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales del dicho proyecto se basó en:

- Identificar las posibles fuentes de disturbios ambientales
- Identificación de componentes ambientales e indicadores de impacto
- Desarrollo de la matriz cribada de los impactos potenciales
- Valorización cuantitativa del impacto potencial
- Evaluación cualitativa del impacto potencial

- Descripción cualitativa de impactos relevantes

Mientras tanto, para el proyecto CE Oaxaca I la metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales empleada fue (Figura III.27):

- Revisión y análisis del proyecto
- Listado de principales actividades del proyecto
- Revisión y análisis del medio natural y socioeconómico
- Análisis de factores y atributos ambientales
- Importancia de atributos ambientales
- Matriz de interacciones
- Matriz de Leopold
- Matriz cribada
- Descripción de impactos



**Figura III.27.** Flujo para la identificación y evaluación de los impactos ambientales

El Cuadro III.6 muestra los aspectos ambientales detectados, así como los impactos ambientales asociados que correspondieron al proyecto CE La Venta III.

| <b>Cuadro III.6 Descripción general de impactos probables para el Proyecto CE La Venta III [8]</b> |                     |                                |  |
|--|---------------------|--------------------------------|--|
| <b>Etapa (s)</b>   | <b>Persistencia</b> | <b>Aspecto Ambiental</b>       | <b>Impacto Potencial</b>   |
| <b>Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento</b>                              | Fugaz               | Atmósfera                      | A) Incremento de polvos por movimiento de tierra, transporte de material de despalme, circulación de vehículos en caminos de terracería  |
|  | Fugaz               |                                | B) Emisiones de gases contaminantes: CO <sub>2</sub> , HC y PST por el uso de vehículos y maquinaria.  |
|  | Temporal            |                                | C) Incremento de nivel de ruido por uso de vehículos y maquinaria durante la preparación del sitio y montaje de estructuras.   |
| <b>Preparación del sitio</b>   | Permanente          | Geología                       | D) Modificación al relieve provocado por la excavación y los movimientos de tierras.   |
| <b>Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento</b>                              | Temporal            | Suelo                          | E) Incremento en el riesgo de erosión por la remoción a matarrasa de la capa vegetal (nivelación) y despalme, y control de la vegetación durante el mantenimiento)   |
|  | Permanente          |                                | F) Potencial contaminación por derrames accidentales de sustancias peligrosas, durante la construcción y el mantenimiento de los aerogeneradores y vehículos   |
| <b>Preparación del sitio y construcción</b>  | Permanente          | Agua                           | G) Modificación a la escorrentía superficial por la pérdida de cobertura vegetal, y posible desvío de cauces intermitentes por la construcción de caminos  |
|  | Permanente          |                                | H) Potencial contaminación por derrame o fugas accidentales de residuos domésticos y sanitarios.   |
|  | Permanente          |                                | I) Potencial contaminación por derrames accidentales de aceite, grasa, combustible, solventes y químicos que se mezclen con escurrimientos superficiales y logren penetrar al manto freático.  |
| <b>Preparación del sitio</b>   | Permanente          | Flora (terrestre)              | J) Pérdida de cobertura vegetal y hábitat para la fauna, provocada por el desmonte a matarrasa de caminos, plataformas de maniobras, etc.  |
|  | Permanente          |                                | K) Modificación de las comunidades vegetales por la apertura de caminos interiores, plataformas de maniobra, etc.  |
| <b>Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento</b>                              | Temporal            | Fauna (vertebrados terrestres) | L) El desmonte, despalme, uso de maquinaria y vehículos y la presencia de personal, pudiera ejercer presión y provocar la mortandad de fauna; los desmontes eliminan hábitat y atropellamiento de individuos de lento desplazamiento.        |
|  | Permanente          |                                | V) Durante la operación existe riesgo de colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores y las estructuras asociadas a las estaciones climatológicas (tensores); muchas de las aves que pueden colisionar son rapaces y paseriformes. |
|  | Permanente          |                                | M) Afectaciones al hábitat y a la fauna en general por uso de fuego o productos químicos.  |
|  | Temporal            |                                | N) La presencia de personal como riesgo para reptiles y mamíferos por prácticas de caza  |
| <b>Preparación del sitio y construcción</b>  | Temporal            | Procesos ecosistémicos         | O) Modificación o pérdida de bienes y servicios ambientales (hábitat) por el desmonte  |
| <b>Preparación del sitio, construcción y mantenimiento</b>   | Permanente          | Paisaje                        | T) La presencia de los aerogeneradores afectarán la calidad del paisaje  |
|  | Permanente          |                                | U) Los desmontes podrían provocar un impacto visual al sustituir de cobertura vegetal de cualquier tipo  |
| <b>Preparación del sitio y construcción</b>  | Permanente          | Productivo                     | S) Los propietarios perderán superficie forestal por las modificaciones a la cobertura vegetal   |
| <b>Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento</b>                              | Temporal            | Socio- economía                | Q) La generación de empleos en la región, por la contratación de mano de obra no calificada, representa un impacto positivo que puede contribuir a la reducción de la migración  |
|  | Temporal            |                                | R) Incremento en la derrama económica local por el arrendamiento de tierras, así como la demanda de bienes y servicios de tipo doméstico   |

Para todo caso, una vez que se analizan los impactos ambientales ocasionados por el proyecto eólico, se procede a identificar aquellos que sean significativos. De entre los impactos significativos ha destacado los mostrados, por ejemplo, en el Cuadro III.7.

| <b>Cuadro III.7 Principales impactos en las diferentes etapas para el proyecto CE Oaxaca I [11]</b> |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Aspecto ambiental</b>  | <b>Actividad</b>                 | <b>Impacto</b>  |
| Biodiversidad (flora y fauna silvestre)   | Desmonte y despalme              | Pérdida de vegetación   |
|   |                                  | Posible erosión de suelos   |
|   |                                  | Afectación poso probable de especies de flora y fauna en algún estatus legal                    |
|   |                                  | Alteración poco probable de hábitat (impactos no relevantes, temporales, locales y reversibles) |
| Aves y quirópteros  | Operación de los aerogeneradores | Posible colisión de aves (residentes y migratorias) y quirópteros                               |
| Paisaje   | Modificación                     | Modificación visual del paisaje   |

### 3.6 Medidas de mitigación propuestas para cada proyecto

Una vez que se determinan los aspectos ambientales junto con sus respectivos impactos ambientales por proyecto, se proponen las medidas de mitigación o compensación a llevar a cabo según las peculiaridades de cada proyecto.

A continuación en el cuadro III.8 se representan las medidas de mitigación o compensación detectadas para el proyecto CE La Venta III, en cada una de sus etapas.

| <b>Cuadro III.8 Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto La Venta III[8]</b> |                        |   |   |
|---|------------------------|---|---|
| <b>Impacto Potencial</b>  | <b>Clase</b>           | <b>Medida Propuesta</b>   | <b>Especificaciones</b>   |
| <b>A) Incremento de polvos en la atmósfera</b>  | Preventiva y reducción | 1. Moderar la velocidad de circulación de vehículos y maquinaria (30 km/hr)   | Instruir a los operadores de vehículos respecto a la velocidad de circulación                                 |
|   |                        | 2. Colocar señalización correspondiente al límite de velocidad máximo permitido (30 km/hr)                          |   |
|   |                        | 3. Proporcionar y promover el uso de equipo de seguridad entre el personal expuesto a la emisión de polvos          | Usar gafas protectoras y cubre bocas  |
| <b>B) Emisiones y dispersión de gases contaminantes a la atmósfera</b>  | Preventiva y reducción | 4. Elaborar un programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria  | Llevar una bitácora de seguimiento del mantenimiento y verificación vehicular en base al programa establecido |
|   |                        | 5. Cumplir con las verificaciones vehiculares o en su defecto mantener la día el mantenimiento del parque vehicular | Aplicar lo dispuesto en las:<br>NOM-041-SEMARNAT-2006<br>NOM-045-SEMARNAT-1996<br>NOM-050-SEMARNAT-1993       |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| C) Incremento en los niveles de ruido por uso de vehículos y maquinaria pesada  | Preventiva  | 6. Moderar la velocidad de desplazamiento de vehículos y maquinaria (menor a 30km/hr)<br>7. Propiciar y promover el uso de equipo de seguridad entre el personal expuesto al ruido constante   | Se debe instruir a los operadores de vehículos respecto a respetar la velocidad de desplazamiento<br><br>Distribuir entre el personal protectores auditivos   |
| D) Modificaciones al relieve por excavaciones y nivelaciones  | Preventiva  | 8. Restringir las excavaciones y movimientos de tierra exclusivamente dentro del predio<br>9. Restringir el despalme y la nivelación sólo en los sitios donde se construirán zapatas, subestaciones, caminos, cunetas y buses.   | Señalar la zona de obras.   |
| E) Incremento en el riesgo de erosión en las áreas a desmontar  | Preventiva y correctiva   | 10. Las excavaciones y las actividades de nivelación del terreno, para las estructuras de las torres, se restringirán a las plataformas de maniobras<br>11. Fuera de las áreas de maniobras se mantendrá una cubierta vegetal herbácea y arbustiva<br>12. Se utilizarán los residuos vegetales para evitar la erosión de los terrenos expuestos (excepto áreas de circulación de vehículos)<br>13. Los residuos vegetales que no se usen, serán trozados y esparcidos dentro del derecho de vía. | Estas medidas se realizaran, sobre todo en terrenos erosionables<br><br>Los residuos vegetales se depositarán en los terrenos expuestos cuando concluya la obra.  |
| F) Potencial contaminación del suelo por derrames accidentales de residuos peligrosos y no peligrosos   | Preventiva y reducción  | 14. Realizar la carga de combustible y cambios de aceite y lubricantes, en sitios fuera de predio (talleres autorizados)<br>15. Almacenar los combustibles bajo techo y contar con las previsiones para evitar la contaminación de suelo y agua por fuga o derrame<br>16. Instruir sobre el manejo adecuado de residuos peligrosos<br>17. Atender de inmediato cualquier derrame que se presente<br>18. Los residuos peligrosos se manejaran según la normatividad aplicable                     | Difundir entre el personal información sobre el riesgo por derrames accidentales de sustancias peligrosas<br><br>Construir un almacén temporal para residuos peligrosos, según la legislación aplicable |
| G) Modificación a la escorrentía superficial por la pérdida de la cobertura vegetal, y el posible desvío de cauces intermitentes por la construcción de caminos | Correctiva  | 19. Realizar la construcción de obras de canalización y/o conducción hidráulica para evitar inundaciones   | Realzar un estudio hidráulico en el predio  |
| H) Potencial contaminación por derrames o fugas de residuos domésticos y sanitarios   | Preventiva y reducción  | 20. Captar los residuos sanitarios en letrinas móviles y disponerlos de forma adecuada<br>21. En contenedores con tapa serán colocados los residuos sólidos domésticos, se ubicaran de forma visible estratégica en los frentes de trabajo. La disposición se hará donde lo indique la autoridad competente  | Se rentarán las letrinas móviles con una empresa capacitada, debidamente autorizada.<br><br>Recolección diaria de residuos y disposición, reuso o reciclado   |
| I) Potencial contaminación del agua por derrames accidentales de residuos peligrosos y no peligrosos  | Se atiende con las medias recomendadas para el impacto F (14,15,16,17 y 18) |  |   |
| J) Pérdida de cobertura vegetal y hábitat para la   | Compensación  | 22. Se eliminaran los árboles que interfieran con las obras y operación de los aerogeneradores<br>23. Se llevará un conteo de árboles que sean   | Se llevará una bitácora donde se anotará la especie, número de individuos y lugar donde fueron derribados   |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| fauna, provocada por el desmonte a matarrasa de caminos y plataformas de maniobras   |   | derribados y en conjunto con la SEMARNAT de determinarán las condiciones y sitios para realizar las actividades de compensación   |  |
| <b>K) Modificación de las unidades ambientales por apertura de caminos y plataformas de maniobras</b>  | Se atiende con las medidas recomendadas para el impacto J (22, 23 y 24) |   |  |
| <b>L) Afectación a la fauna e individuos es especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001, por atropellamiento y eliminación de hábitat (desmonte y despalme)</b> | Prevenición y reducción   | <p>24. Realizar recorridos periódicos en el derecho de vía de caminos, plataformas de maniobras; antes de iniciar las actividades de desmonte. En caso de encontrar individuos se rescatarán y liberarán en alguna zona aledaña que tenga cobertura vegetal.</p> <hr/> <p>25. Programar desmontes fuera de épocas de reproducción</p> <hr/> <p>26. Realizare el desmonte de forma manual y con motosierras, paulatinamente, de las zonas de mayor a menor densidad de vegetación, permitiendo el desplazamiento de la fauna</p> <hr/> <p>27. Moderara la velocidad de desplazamiento (30 km/hr)</p> | <p>Los recorridos se realizarán durante todo el período de preparación del sitio y construcción. Los individuos encontrados se deberán rescatar y trasladar a zonas aledañas.</p> <p>Llevar una bitácora donde se asentará la especie, número de individuos y lugar donde fueron trasladados.</p> <p>El periodo reproductivo de aves residentes es de febrero a junio, por lo que los trabajos en las zonas de acahual se efectuarán posteriormente a dicho periodo.</p> <p>Ahuyentar a los individuos de madrigueras.</p> |
| <b>M) Afectación de hábitat y fauna general por uso de fuego o químicos</b>  | Preventiva  | 28. )Prohibir el uso de fuego y productos químicos para el desmonte de la vegetación  | Instruir a los trabajadores sobre la prohibición de usar productos químicos y actividades de quema   |
| <b>N) Cacería y/o colecta de fauna por parte del personal</b>  | Preventiva  | <p>29. Queda prohibido coleccionar, cazar, capturar, dañar, consumir y comercializar especies de vegetación y fauna silvestre</p> <hr/> <p>30. Concientizar al personal para aplicar medidas de mitigación de manera correcta</p>   | <p>Con énfasis para especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001</p> <p>Impartir pláticas al personal y colocar señalización de prohibición de la cacería y/o colecta de fauna.</p>  |
| <b>O) Modificaciones o pérdida de bienes y servicios ambientales (pérdida de hábitat) provocada por el desmonte</b>  | Compensación  | 31. Permitir el restablecimiento de cobertura vegetal nativa en las áreas de desmonte temporal después de ser abandonadas   | En las zonas de afectación temporal, promover la recuperación de la cobertura vegetal del estrato vegetal.   |
| <b>P) Afectación a la áreas agropecuarias y de uso forestal</b>  | Compensación  | <p>32. Pagar indemnizaciones oportunamente</p> <hr/> <p>33. Contratar personal de la zona</p>   | <p>Negociar con cada propietario y autoridades ejidales sobre las áreas que se afectarán</p> <p>Señalar la zona de obras</p>   |
| <b>Q) Generación de empleos en la región, por la contratación de mano de obra no calificada</b>  | Compensación  | 34. Contratar personal de la zona   |  |
| <b>R) Incremento en la derrama</b>   | Compensación  | Se atiende con las medidas recomendadas para el impacto Q   |  |

económica local  
por la presencia de  
personal y  
arrendamiento de  
tierras

**Cuadro III.9 Descripción de las medidas de mitigación  
para las etapas de Operación y Mantenimiento del Proyecto La Venta III [8]**

| Impacto Potencial  | Clase  | Medida Propuesta  | Especificaciones   |
|--|--|---|--|
| <b>A) Incremento de polvos en la atmósfera</b>   | Se atiende con las medidas recomendadas para el impacto A(1,2 y 3) |   | Durante toda la vida útil del proyecto   |
| <b>S) Erosión en las áreas de caminos</b>  | Preventiva   | 35. Mantener una cubierta vegetal en dichas áreas   | Durante toda la vida útil del proyecto   |
| <b>F) Potencial contaminación del suelo por derrames accidentales de residuos peligrosos y no peligrosos</b> | Preventivas y reducción  | Se atiende con las medidas recomendadas para el impacto F (14, 15, 16 y 18)   | Difundir información sobre el riesgo de derrames accidentales  |
|  |  |   | Contar con almacén de sustancias peligrosas  |
|  |  |   | Contar con almacén permanente de residuos peligrosos   |
| <b>L) Afectación a la fauna e individuos citados en la NOM-059-SEMARNAT-2001 por atropellamiento</b>         | Prevención y reducción   | Se atiende con las medidas recomendables para el impacto L  |  |
|  |  | 36. Obedecer la señalización correspondiente al límite de velocidad   | Levantar datos en campo en bitácora, asentando la especie, número de individuos y lugar de atropellamiento |
|  |  | 37. En caso de atropellamiento avisar al responsable ambiental  |  |
| <b>T) Impacto visual (calidad del paisaje) por generadores e instalaciones técnico administrativas</b>       | Reducción  | 38. Establecer una plantación de cobertura con fines estéticos y minimizar el efecto visual                                 | Plantar especies preferentemente nativas, con bajo consumo de agua.  |
| <b>U) Impacto visual (calidad del paisaje) provocado por desmonte al sustituir cobertura vegetal</b>         | Reducción y compensación   | 39. Procurar mantener la vegetación natural en la zona  |  |
|  |  | 40. Promover y apoyar proyectos de restauración como medida de compensación a la pérdida de vegetación natural.             |  |
|  |  | 41. Se atiende con las medidas propuestas para el impacto T   |  |
| <b>V) Colisión de aves residentes, migratorias y murciélagos con las</b>                                     | Reducción  | 42. Aerogeneradores con estructura tubular, para disuadir a la aves de perchar sobre ellas                                  |  |
|  |  | 43. Programa de monitoreo de aves y murciélagos; registrar la presencia de aves muertas y recoger la carroña para evitar la |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>estructuras de los aerogeneradores y estaciones climatológicas</b> | presencia de aves carroñeras   |
|   | 44. Buscar nidos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, con alto riesgo de colisión   |
|   | 45. Limpieza alrededor de los aerogeneradores, para evitar que sea refugio de presas de aves rapaces. Colocar grava n áreas de maniobra para evitar el desarrollo de vegetación. |
|   | 46. Pintar las aspas de aerogeneradores de rojo y negro  |
|   | 47. Colocar luces blancas estroboscópicas para evitar que atraigan aves e insectos   |
|   | 48. Construcción y operación de torre de observación para apoyar las actividades de muestreo   |
|   | 49. Colocar boyas de colores en los tensores de las estaciones climatológicas  |
|   | 50. Los aerogeneradores situados en las zonas arboladas se deben pintar desde su base  |
|   | 51. Tapar con cal la carroña y retirarla del lugar   |
|   | 52. Paros programados cuando se detecten grupos de aves migratorias  |

Ya que los cuadros III. 8 y III. 9 solo son una representación de las medidas de mitigación que suelen aplicarse durante las diferentes etapas del proyecto a desarrollar, en este caso las empleadas para el proyecto CE La Venta III, a continuación en el cuadro III.10 se muestra como el número de medidas de mitigación varía de un proyecto a otro a pesar de tratarse de proyectos eólicos ubicados en la misma región; por lo tanto resulta relevante que no se consideren los mismos aspectos ambientales en la interacción con el proyecto y que por ello las medidas de mitigación defieran.

| <b>Cuadro III. 10 Número de medidas de mitigación por Proyecto eólico en el Istmo de Tehuantepec</b> |                               |  |                    |                           |                     |
|--|-------------------------------|--|--------------------|---------------------------|---------------------|
|  |                               | <b>Medidas de Mitigación de Impactos</b> |                    |                           |                     |
| <b>Componente ambiental</b>  | <b>Aspecto ambiental</b>      | <b>CE La Venta III</b>                   | <b>CE Oaxaca I</b> | <b>CE Oaxaca II y III</b> | <b>CE Oaxaca IV</b> |
| <b>Agua</b>  | Aprovechamiento de aguas      | 0  | 3                  | 1                         | 0                   |
|  | Captación y descarga de aguas | 1  | 4                  | 0                         | 1                   |
|  | Construcción de caminos       | 1  | 1                  | 0                         | 2                   |
| <b>Aire</b>  | Emisiones a la atmósfera      | 3  | 3                  | 3                         | 6                   |
|  | Ruido                         | 2  | 2                  | 2                         | 3                   |
| <b>Residuos no peligrosos</b>  | Manejo                        | 1  | 7                  | 1                         | 1                   |
|  | Almacenamiento temporal       | 0  | 1                  | 1                         | 0                   |
|  | Disposición final             | 1  | 0                  | 1                         | 1                   |
| <b>Residuos Peligrosos</b>   | Manejo                        | 4  | 5                  | 0                         | 4                   |
|  | Almacenamiento temporal       | 1  | 3                  | 0                         | 1                   |
|  | Disposición final             | 1  | 1                  | 1                         | 1                   |
| <b>Suelo</b>   | Derrames por hidrocarburos    | 5  | 3                  | 1                         | 4                   |
|  | Afectaciones                  | 2  | 5                  | 1                         | 1                   |

|                           |                                |           |           |           |           |
|---------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                           | Vertido de residuos domésticos | 2         | 0         | 0         | 2         |
| <b>Recursos Naturales</b> | Flora y fauna                  | 11        | 13        | 5         | 10        |
|                           | Avifauna y quirópteros         | 11        | 6         | 1         | 10        |
|                           | Geomorfología                  | 0         | 1         | 1         | 3         |
|                           | Rellenos                       | 0         | 0         | 0         | 0         |
|                           | <b>TOTAL</b>                   | <b>46</b> | <b>58</b> | <b>19</b> | <b>50</b> |

### 3.7 Anuencias del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)

Conforme los artículos 42 y 43 del Reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, el desarrollo de los Proyectos Eólicos requieren de una evaluación por parte del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH); dicha evaluación, mejor conocida como prospección arqueológica establece la opinión técnica de expertos del INAH respecto al sitio destinado para la ubicación del proyecto a ser desarrollado con respecto a la presencia o ausencia de zonas arqueológicas o de aspectos de importancia cultural; de requerirse un análisis sistemático del área de estudio posterior a las acciones de prospección arqueológica de pueden desarrollar acciones de sondeo y rescate, ello dependerá de la riqueza e importancia arqueológica localizada.

Los sitios arqueológicos registrados por el INAH son catalogados por tres categorías principales:

1. Carta topográfica del INEGI
2. Estado
3. Tipo de sitio

Los criterios empleados para clasificar los diferentes tipos de sitios son determinados durante el desarrollo del Proyecto mediante el Atlas Arqueológico Nacional y se fundamentan en la evidencia material que presenta cada sitio, sus componentes principales y el espacio geográfico en el que éstos se encuentran, y son los siguientes:

*Sitios con cerámica y/o lítica;* concentraciones de objetos arqueológicos en una superficie donde no se observan restos de estructuras arquitectónicas.

---

*Sitios con estructuras*; restos de arquitectura doméstica, administrativa, religiosa o agrícola, etc.

*Sitios con manifestaciones gráfico-rupestres*; petrograbados y pinturas rupestres.

*Concheros*; acumulaciones de concha dejadas por los pueblos asentados en ambientes costeros.

*Sitios en aguadas y cuerpos de agua*; depósitos arqueológicos en cenotes, ríos, lagunas y lagos.

*Sitios en cuevas y abrigos rocosos*; depósitos arqueológicos en cuevas, abrigos rocosos, cavernas y grutas.

*Yacimientos de materias primas*; yacimientos minerales explotados por los pueblos prehispánicos.

### **3.7.1 Metodología de trabajo INAH-CFE**

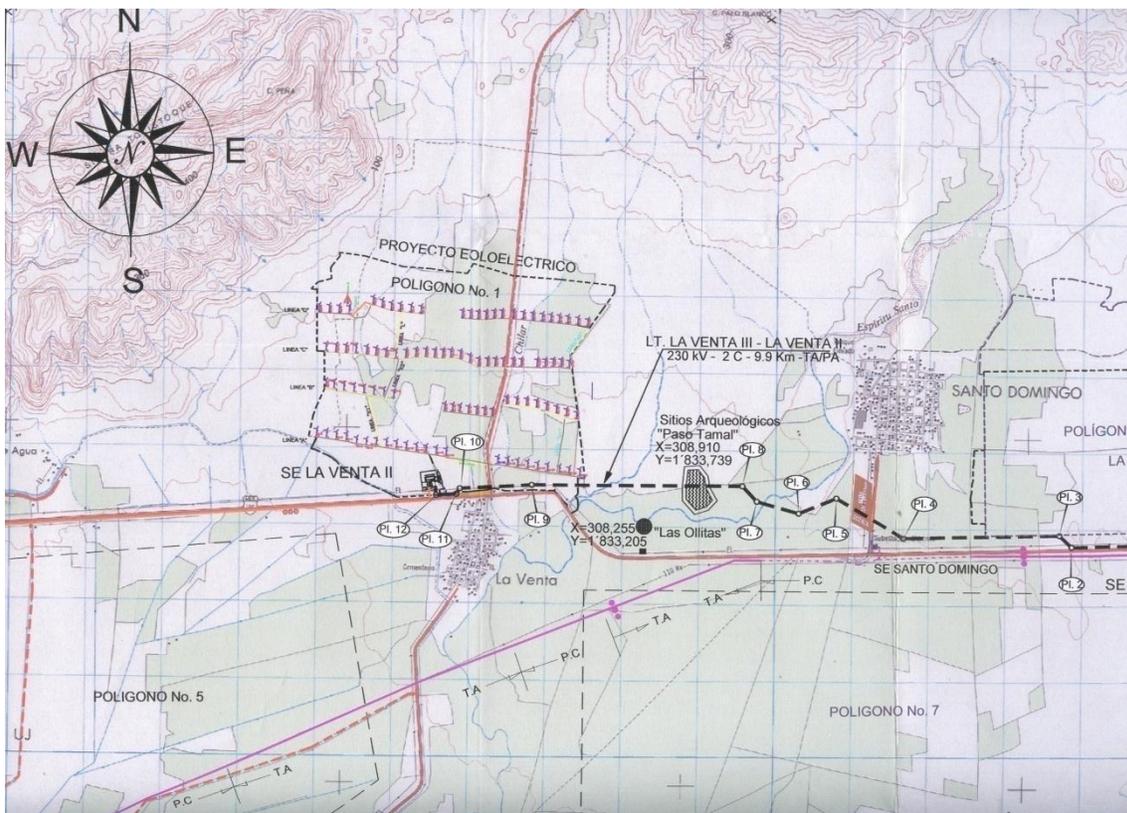
El INAH y la CFE han establecido las cláusulas para la celebración de un Convenio Marco, el cual establece las bases de colaboración para que se puedan efectuar las inspecciones arqueológicas en el o los sitios de estudio, para así coordinar acciones para la conservación, protección e investigación del patrimonio cultural.

La firma de dicho Convenio Marco ha permitido agilizar las inspecciones y firma de convenios unitarios unificando criterios de intervención por parte del personal del INAH.

En el Convenio Marco celebrado entre INAH y CFE, se estipulan los siguientes compromisos adquiridos por INAH:

- Coadyuvar en la protección, conservación, restauración y difusión del Patrimonio Cultural.

- Capacitar mediante pláticas y programas.
- Asesorar respecto a la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas.
- Evaluar técnicamente los proyectos.
- Desarrollar las labores de investigación, rescate, vigilancia, concienciación y difusión.
- Realizar trabajos de difusión y publicaciones de mutuo interés.



**Figura III.28.** Sitios de importancia arqueológica “Paso Tamal y Las Ollitas”, ubicados en la trayectoria del proyecto LT La Venta III – La Venta II

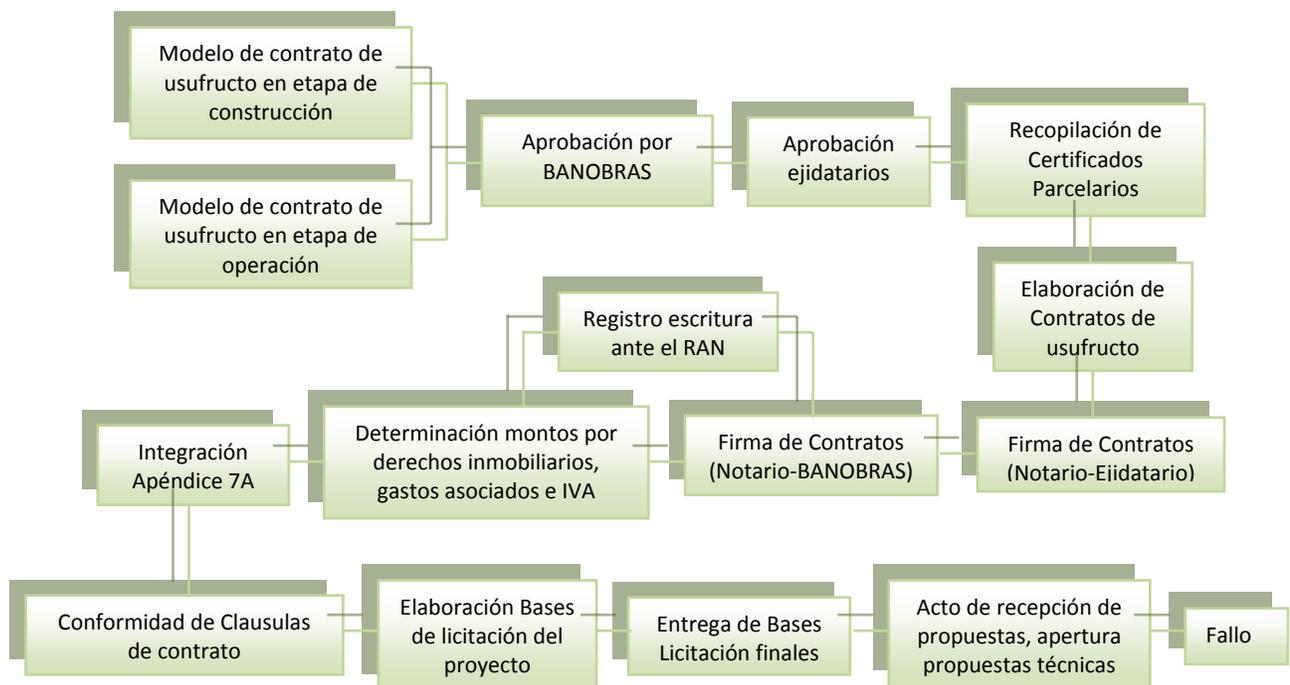
El Convenio Marco ha sido la solución a Inspecciones Arqueológicas tardías por falta de personal y tiempo disponible del INAH.

Finalmente con la intervención a tiempo del INAH, se busca evitar que las obras de infraestructura afecten al patrimonio cultural, gestionar la intervención del INAH antecedendo los tiempos de construcción, y contribuir con labores de difusión y concientización.

Con la figura III.28 se muestran los Sitios de importancia arqueológica “Paso Tamal y Las Ollitas”, ubicados en la trayectoria del proyecto L.T. La Venta III – La Venta II [12], estos sitios detectados por el INAH previo al inicio de la construcción permitieron evaluar la mejor opción para la ubicación de las estructuras que conformaron dicha L.T.

### 3.8 Gestión Inmobiliaria de los proyectos eólicos

La obtención de los derechos inmobiliarios del sitio donde se montan los aerogeneradores que conforman los campos eólicos, así como aquellos sitios donde son montadas las estructuras de las líneas de transmisión, es uno de los puntos de mayor relevancia para el proceso de ejecución de los proyectos.



**Figura III.29.** Diagrama de flujo de actividades de la gestión inmobiliaria del proyecto

De conformidad con el contrato de Generación de Energía de Origen Eólico que se formaliza con el PIE<sup>20</sup>, la CFE está obligada a obtener todos los derechos inmobiliarios para el proyecto, en un periodo no mayor a 90 días, contados a partir de la firma de dicho

<sup>20</sup> Modelo de compra venta de energía de origen eólico para PEE, cláusula 6.1 (a) derechos inmobiliarios

---

contrato; por ello, es necesario dar inicio a dicha gestión inmobiliaria del proyecto con antelación a la celebración de la firma del referido contrato. Véase la figura III.29 que muestra el diagrama de flujo de la Gestión Inmobiliaria.

Previa identificación legal del régimen de la tierra, los terrenos donde se han construido los campos eólicos y sus líneas de transmisión son de tipo ejidal, es decir, tierras parceladas o destinadas para asentamientos o de uso común [13]; que pertenecen a un ejido, el cual es un núcleo de población cuyos integrantes son propietarios de esas tierras<sup>21</sup> parceladas. El ejido se constituye por una Asamblea ejidal, un Comisariado ejidal y un Consejo de vigilancia; pero son los miembros del ejido quienes deciden sobre el aprovechamiento de las tierras, a través de dicha Asamblea.

Posteriormente es acercarse a los ejidatarios y proponerles aceptar el desarrollo del proyecto con el consentimiento de usar sus tierras para ello, una vez aceptado que se usen sus tierras, se formulan los contratos que permiten adquirir el derecho real y temporal de disfrutar los bienes ajenos [14], que para este caso se formalizaron Contratos de Usufructo, pactándose en los mismos pagos anuales con una temporalidad no mayor a 30 años.

Para la formalización de los contratos es necesario contar con la documentación que acredite al ejidatario como titular, propietario, posesionario, etc., de las tierras (certificado de derechos, certificado parcelario, constancias de Posesión y resolución del tribunal agrario)<sup>22</sup>, mismos que de no tenerse deben ser tramitados. Posterior a la recopilación de documentos, se da fe del contrato ante notario público, para su posterior inscripción ante el Registro Agrario Nacional (RAN). Una vez concluida la formalización de contratos, estos estarán listos para ser transferidos al PIE y para que éste dé inicio a los trabajos de construcción del proyecto. En el siguiente capítulo se aborda la problemática asociada al proceso de gestión de derechos inmobiliarios.

---

<sup>21</sup> Artículo 9 y 10, Ley Agraria, DOF, 2008

<sup>22</sup> Artículo 15, Ley Agraria, DOF, 2008

---

### 3.9 Referencias

[1] Lineamientos relativos a los dictámenes de los programas y proyectos de inversión a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública federal. Diario Oficial de la Federación, México, marzo 2008.

[2] Manual Institucional de Procedimientos de Proyectos de Infraestructura Productiva, Comisión Federal de Electricidad, Dirección de Proyectos de Inversión Financiada, Subdirección de Contratación de Proyectos de Inversión Financiada. México 2009.

[3] Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; Publicada el 28 de enero de 1988, última reforma 2007.

[4] Página electrónica de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/impactoambiental/>

[5] Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, SEMARNAT. México, 2005.

[6] Diagnóstico Social del Municipio de Santo domingo Ingenio, Oaxaca.. Comisión Federal de Electricidad. Gerencia de Desarrollo Social. México, 2009.

[7] Estudio prospectivo de la fauna, avifauna y quirópteros para las centrales eoloeléctricas Oaxaca I, II, III y IV. INECOL, A.C. México, 2008 – 2009.

[8] Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. Proyecto 31 CE La Venta III. INECOL, A.C. México, Julio 2007.

[9] Norma Mexicana IMNC. NMX-SAA-14001-IMNC-2004. Sistema de Gestión Ambiental – Requisitos con orientación para su uso. Tercera edición. México, 2004.

[10] Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. Proyecto 33 CE Oaxaca I, Universidad Autónoma Tamaulipas, México 2009.

[11] Autorización en Materia de Impacto Ambiental Núm. S.G.P.A./DGIRA/DG.4706.09 correspondiente al Proyecto CE Oaxaca I. SEMARNAT. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México, Agosto 2009.

[12] Autorización Arqueológica Núm. D-403-77/584 correspondiente al Proyecto L.T. La Venta III – La Venta II. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, Agosto 2008.

[13] Ley Agraria, Diario Oficial de la Federación. México, abril 2012.

[14] Código Civil Federal. Diario Oficial de la Federación. Última Reforma. México, abril 2012.

# CAPITULO IV

---

## CAPITULO IV

### 4.1 Inconvenientes durante el desarrollo de los proyectos eólicos

Detrás del desarrollo de los proyectos eólicos existen inconvenientes que retrasan el inicio de la construcción y mucho más su conclusión. A continuación se hace una descripción de situaciones problemáticas que CFE ha tenido que afrontar para los proyectos CE La Venta III, CE Oaxaca I, CE Oaxaca II, III y IV y las obras asociadas Líneas de Transmisión “La Venta III – La Venta II” y “CE Oaxaca II, III y IV – SE La Ventosa”.

- 4.1.1 Selección del sitio
- 4.1.2 Adquisición de derechos inmobiliarios
- 4.1.3 Gestión de Estudios de Impacto ambiental
- 4.1.4 Gestión de Estudios Técnicos Justificativos
- 4.1.5 Cumplimiento a Resolutivos Ambientales
- 4.1.6 Reacción social

#### 4.1.1 Selección del sitio

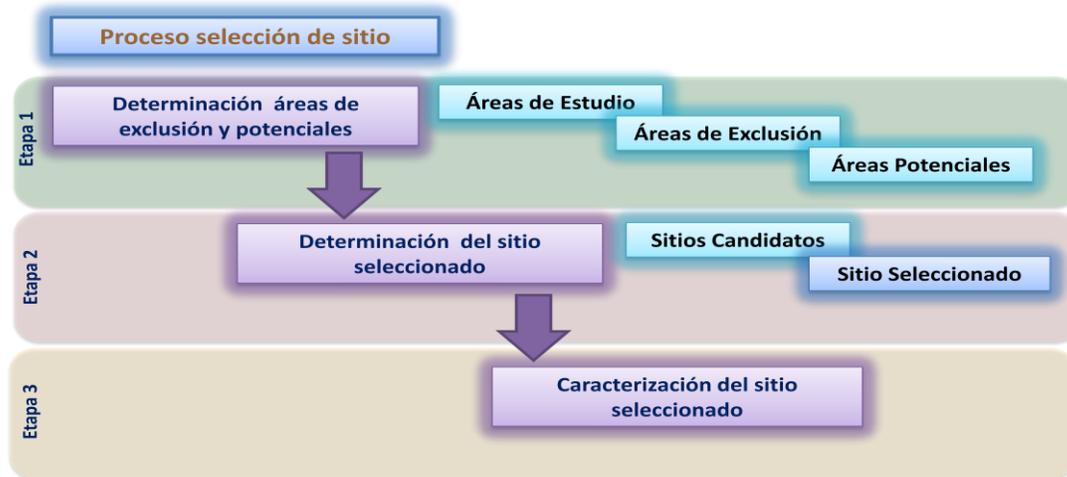
Todo proyecto de infraestructura eléctrica debe planearse con anticipación a su ejecución considerando primeramente la *selección del sitio*, es decir, proceso mediante el cual la Coordinación de Proyectos Termoeléctricos (CPT) determina el lugar que reúne las mejores condiciones técnicas, ambientales, sociales, legales y económicas para la instalación de los proyectos a desarrollarse [1].

##### 4.1.1.1 Proceso de selección del sitio

El Proceso de Selección del sitio se conforma de tres etapas principales:

1. Determinación de áreas de exclusión y potenciales
2. Determinación del sitio seleccionado

### 3. Caracterización del sitio seleccionado



**Figura IV.1** Esquema general del proceso de selección de sitios para proyectos de infraestructura eléctrica [2]

En la figura IV.1 se representan las tres etapas en que se desarrolla el proceso de selección de sitios para proyectos de infraestructura eléctrica, dando como resultado desde la determinación de áreas de estudio hasta la caracterización del sitio seleccionado.

#### 4.1.1.2 Determinación de áreas de exclusión y potenciales

En esta etapa de la selección del sitio se determina primeramente, si en el lugar donde se pretende establecer el proyecto (área de estudio) existe alguna condición que la haga excluyente es decir, donde debido a criterios técnicos, ambientales y/o legales, no es posible, no se permite o se tienen serias restricciones para la instalación del proyecto. En caso contrario si el lugar a usar es un área potencial, esto es que es factible para la ubicación del proyecto.

Entre las variables a considerar para determinar si se trata de áreas excluyentes o potenciales destacan [4]:

**Áreas de Protección al Patrimonio Histórico;** zonas donde se localizan monumentos arqueológicos inmuebles o se presume de su existencia, monumentos

---

artísticos asociados entre sí, espacios abiertos o elementos topográficos cuyo conjunto revista valor estético en forma relevante reconocido, o monumentos históricos; es decir, todos los monumentos que estén bajo protección de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (LFMZAAH) y bajo el control del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

**Áreas de Protección al Patrimonio Cultural;** aquellas zonas no clasificadas como áreas de protección al patrimonio histórico, que contienen traza urbana y edificaciones de valor cultural y arquitectónico que tengan relevancia por ser de interés para el acervo cultural; es decir, contienen elementos urbanísticos de alto valor histórico o artístico por lo que están bajo control del Gobierno del Estado y los Ayuntamientos.

**Áreas Naturales Protegidas (ANP's);** zonas en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana o que requieren ser preservadas y restauradas, que cuentan con un decreto federal o estatal que las constituya como tales. Entre ANP's se reconocen: Reservas de la Biósfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna y Santuarios, Parques y Reservas Estatales y las Zonas de Preservación Ecológica de los centros de población, de competencia Estatal.

**Áreas de Humedales;** las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación permanente o estacional; las áreas donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos. Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubierta de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina.

**Ordenamientos Ecológicos Territoriales;** política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la

---

protección del ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos [3]. Los Ordenamientos Ecológicos son de tipo: General, Regional, Local y Marino.

**Planes de Desarrollo Urbano;** estos son el conjunto de disposiciones para alcanzar los objetivos de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y de crecimiento, conservación y mejoramiento de los centros de población, a fin de lograr una distribución equilibrada y sustentable de la población y las actividades económicas. Con ello se busca que los proyectos no interfieran con las políticas específicas de desarrollo de una región.

#### **4.1.1.3 Determinación del sitio seleccionado**

Una vez analizadas las variantes anteriores (áreas de exclusión y áreas potenciales), se determina la situación del sitio evaluado, de esta manera la atención se centra en aquellos que son viables, es decir, potenciales y se descartan los que no lo son.

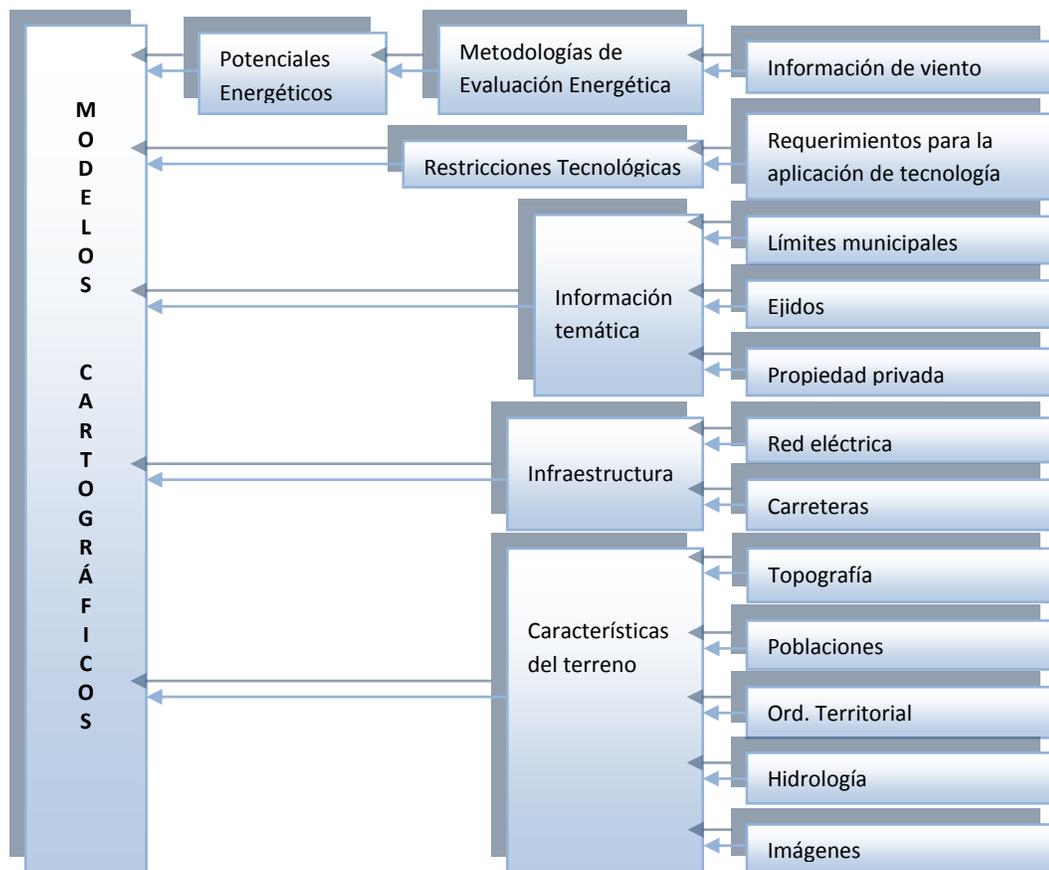
Partiendo del establecimiento de las áreas potenciales, se consideran aspectos como: recursos naturales (agua superficial, agua subterránea, agua residual), infraestructura (abastecimiento de combustible, vías de comunicación, red eléctrica), etc., para que a partir de esta etapa de planeación se trace el polígono (superficie a ocupar) del campo eólico.

En esta etapa se distingue el *sitio candidato*, aquel que cumple con la anuencia (aceptación) del propietario para la venta del predio y para la realización de los estudios necesarios, cuenta con la documentación legal necesaria para su posible adquisición, y que garantiza el saneamiento legal del predio para su posible adquisición; dicho sitio candidato pasa a ser *sitio seleccionado* al resultar con la mejor calificación en la evaluación comparativa de entre diversos sitios [5].

#### 4.1.1.4 Caracterización del sitio Seleccionado

Puesto que ya se seleccionó un sitio como potencial y se estudiaron las características con que cuenta al grado de plasmar un esquema piloto de lo que será el proyecto, se establecen las particularidades del polígono (espacio territorial) a ocupar por el proyecto.

Para esta etapa se consideran todos los estudios necesarios para determinar los atributos particulares del predio seleccionado (topografía, geología, geotecnia, sismotectónica, geohidrología, hidrometeorología, modelos matemáticos, hidráulica, etc.), así como las gestiones necesarias para obtener las anuencias, licencias o permisos estipulados por la autoridad, adicionalmente se estudia a las poblaciones aledañas y la situación social en que estas se encuentran. La figura IV.2 muestra un ejemplo de metodología usada en este proceso [6].



**Figura IV.2.** Ejemplo de metodología del proceso de selección del sitio

---

En caso de no considerar estas variantes, se prevé que el proyecto se desarrolle bajo una atmósfera complicada, desde su planeación, desarrollo y operación. Ya que todas ellas son clave para garantizar la viabilidad del proyecto.

Es necesario aclarar que una vez que se han resuelto los aspectos técnicos, ambientales, legales y sociales con las mejores condiciones económicas para la CFE, se habla de tener un *Sitio Seleccionado*, cuando se trata de proyectos asignados a Productores Independientes de Energía (PIE), dicho sitio se denomina *Sitio Opcional*. Es nombrado de esa forma debido a que es la opción que la CFE ofrece al PIE, con la libre elección de aceptarlo u optar por uno distinto, al que técnicamente se le denominada *Sitio Adicional*.

#### **4.1.2 Adquisición de derechos inmobiliarios**

Ya en el capítulo anterior se describió en qué consiste el proceso de gestión inmobiliaria, pero ahora se abordará la problemática detrás de dicha gestión.

Cuando la CFE ya tiene el sitio opcional para el proyecto eólico, se da a la tarea de negociar con los propietarios de los terrenos (ejidatarios) la aceptación del proyecto, con la finalidad de que otorguen su autorización para el uso de sus tierras, para así posteriormente se conjunten los documentos legales para la conformación de expedientes y formalización del contrato que ampare dicha aceptación.

La problemática radica en el tiempo que puede llevar dicha gestión, puesto que las tierras pertenecen al ejido, y el ejido debe, a través de su Asamblea protocolizar la aprobación de contratos que tengan por objeto el uso y disfrute de las tierras. Dicha asamblea se reúne al menos cada seis meses, o antes a solicitud del Comisariado ejidal o a solicitud de al menos el 20% del total de los ejidatarios, una vez que se establece la fecha de reunión, para que tenga validez se deberá conjuntar al menos el 50% más uno de los miembros del ejido, en caso de no reunir el porcentaje de asistencia válido, se procede a convocar por segunda ocasión a Asamblea. Esta segunda convocatoria es válida sin importar el número de

asistentes, los acuerdos de asamblea se firman en el Acta de Asamblea, misma que debe ser registrada ante el Registro Agrario Nacional (RAN).

Aunado a los tiempos que pudieran llevar el sesionar de la asamblea destacan aquellos asignados a la regularización de documentos, ya que en ocasiones las tierras se encuentran en calidad de intestadas o simplemente no cuentan con los documentos que acrediten sus derechos.

Sin la autorización antes descrita o la carencia de documentación con que se acredite la legal posesión de la tierra no será posible iniciar la construcción de un proyecto eólico, al no dar inicio a la construcción en la fecha programada es una certeza que la conclusión no se lograra según lo previsto, esta situación implica modificaciones en las fechas declaradas contractualmente y a si mismo penalizaciones y repercusiones económicas.

#### **4.1.3 Gestión de Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental**

En el capitulo anterior se describió la función que desempeñan los Estudios de Impacto Ambiental, así como el proceso de evaluación de dicho estudio por la autoridad ambiental, pero es necesario precisar que la CFE contrata, para cada estudio, los servicios de una entidad ajena a la misma Comisión; es decir, solicita la intervención de algún organismo consultor (Ver cuadro IV.1), con la experiencia y capacidad en la materia que garantice la calidad del estudio a realizar.

| <b>Cuadro IV.1. Consultores externos para proyectos eólicos</b> |  |
|---|--|
| <b>PROYECTO</b>   | <b>CONSULTOR EXTERNO ENCARGADO DE ELABORAR LA MIA</b>                    |
| <b>CE La Venta III</b>  | Instituto de Ecología, A.C.  |
| <b>LT La Venta III – La Venta II</b>                            | Universidad Autónoma de Chapingo   |
| <b>CE Oaxaca I</b>  | Universidad Autónoma de Tamaulipas                                       |
| <b>CE Oaxaca II</b>   | Instituto de Ecología, A.C. / Geo Servicios e Consultoría Ambiental S.C. |
| <b>CE Oaxaca III</b>  | Instituto de Ecología, A.C. / Geo Servicios e Consultoría Ambiental S.C. |
| <b>CE Oaxaca IV</b>   | Instituto de Ecología, A.C.  |
| <b>LT Oaxaca II, III y IV – SE La Ventosa</b>                   | Instituto de Ecología, A.C.  |

Una vez designada la entidad encargada de efectuar la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), a ésta se le proporcionan las Especificaciones Técnicas para la elaboración de dicha manifestación, al término del tiempo establecido contractualmente, dicha entidad entrega a CFE el producto MIA para ser ingresado ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT para su evaluación y obtención de su respectiva resolución. Esperando así, que al término de los 60 días hábiles, tiempo estipulado para concluir la evaluación<sup>23</sup>, se obtenga una resolución por parte de la autoridad en materia de impacto ambiental (autorización generalmente condicionada), ver Figura IV.3.

La experiencia gestionando este tipo de estudios ha revelado que los tiempos de evaluación se pueden prolongar, dando como consecuencia desfase con las fechas programadas de inicio de construcción de los proyectos.

El principal factor para ello, ha sido el atraso en la respuesta de la autoridad, es decir, los tiempos establecidos por ley no son suficientes para que puedan emitir sus resoluciones, esto debido al cúmulo de estudios que se evalúan a la par, así como la solicitud de información adicional para la integración de los expedientes de los proyectos.



**Figura IV.3.** Diagrama de flujo del Proceso de Gestión de Evaluación de Impacto Ambiental

<sup>23</sup> Artículo 35 BIS, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, DOF,1988.

#### 4.1.4 Gestión de Evaluación de Estudios Técnicos Justificativos

Para el caso de aquellos terrenos considerados como forestales, es decir aquellos que se encuentran cubiertos por vegetación forestal<sup>24</sup> a ser afectados por el proyecto eólico [7], es necesario solicitar la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (ACUSTF) ante la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos (DGGFyS) de la SEMARNAT, dicha solicitud debe acompañarse del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), de los certificados parcelarios correspondientes (gestionados durante la obtención de los derechos inmobiliarios) debidamente inscritos ante el Registro Agrario Nacional (RAN) y el Acta de asamblea en la que conste el acuerdo de aceptación del proyecto y por ende el cambio de uso de suelo.



**Figura IV.4.** Diagrama de flujo del proceso de gestión de la ACUSTF

<sup>24</sup> Vegetación forestal: conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan de forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales (LGDFS artículo 7)

---

Al igual que para la elaboración de la MIA, para la elaboración del ETJ, la CFE contrata los servicios de un consultor externo experimentado y debidamente acreditado, que garantice la calidad del contenido del ETJ.

Una vez que se obtiene el ETJ debidamente elaborado por el consultor externo con previa revisión y aprobación de la CFE, éste se considera listo para poderse integrar al expediente que conformará la solicitud de ACUSTF.

Como se describió con anterioridad, el expediente además del ETJ debe contener los Certificados parcelarios y el Acta de Asamblea debidamente inscritos ante el RAN, lo cual generalmente requiere de tiempos prolongados de gestión, es por ello que aunque para un proyecto se tenga el ETJ concluido no podrá ser ingresado para su evaluación hasta no estar el expediente completo.

Aunado a las deficiencias en el armado de los expedientes, se suman los tiempos de evaluación por parte de la autoridad ambiental ya que aunque se estima un tiempo de respuesta de 60 días hábiles, este puede demorar hasta 90 días; ya que se estiman alrededor de 15 días para la integración del expediente más un periodo de hasta 15 días para la entrega de documentación adicional, para posteriormente considerar cerca de 10 días para que el expediente sea enviado ante el Consejo Estatal Forestal mismo que dispondrá de 15 días para emitir su opinión, una vez emitida la opinión del Consejo se dispone de hasta 5 días para notificar al promovente sobre la visita técnica al sitio sujeto a CUSTF, así en un periodo de hasta 15 días se podrá ejecutar dicha visita, contando con hasta 15 días para expedir la resolución definitiva<sup>25</sup>. (Ver figura IV.5).

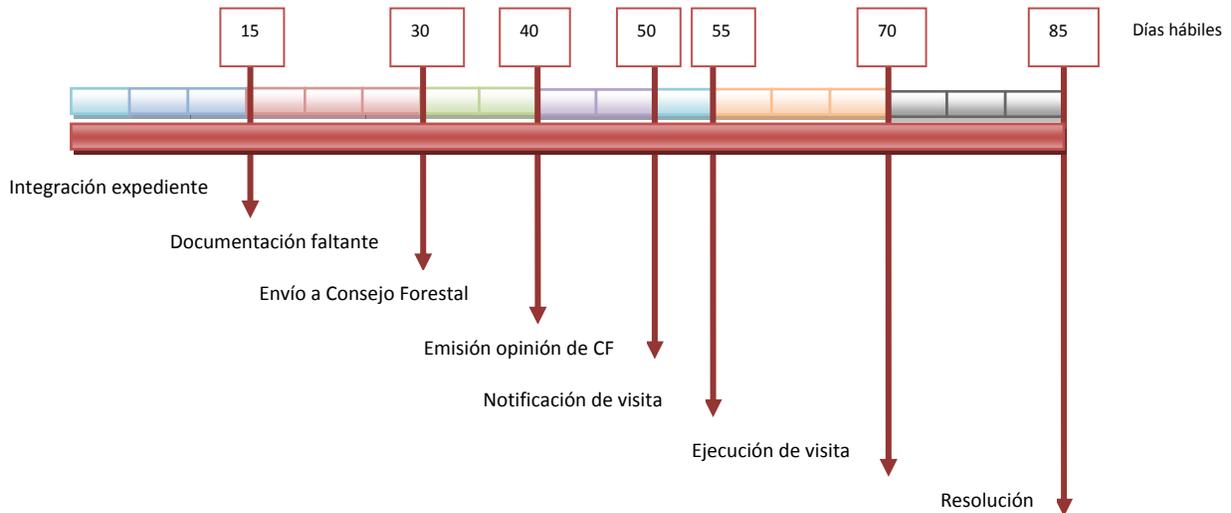
Una vez teniendo la resolución definitiva, esta podrá ser condicionada o negada, para el caso de la autorización condicionada, se hace necesario cubrir un monto por concepto de compensación forestal ante el Fondo Forestal Mexicano (FFM), organismo que se encarga

---

<sup>25</sup> Artículo 122, Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, DOF, 2005.

de administrar dicho monto de compensación, el FFM está obligado a destinar los recursos en programas que impacten el mismo municipio que sufrirá la afectación por el CUS.

La gestión del ETJ en tiempo representa hasta 85 días para su culminación, siendo en el mejor de los casos una respuesta favorable para el CUSTF, este es un problema con el cual no se puede dejar de lado la regulación de documentos para la integración de expedientes.



**Figura IV.5.** Estimación de tiempos de Gestión de la ACUSTF

#### 4.1.5 Cumplimiento a Resolutivos Ambientales

El documento mediante el cual se otorga la autorización en materia de impacto ambiental, es también conocido como resolución o resolutive ambiental, en dicho documento se indican las características generales del proyecto que se autoriza en materia de impacto ambiental, además se establecen los términos y condicionantes bajo las cuales se debe dar cumplimiento al mismo, y está principalmente fundamentado en la información contenida en la MIA. Adicional al resolutive en materia de impacto ambiental, para proyectos eólicos, se obtienen el resolutive en materia forestal, en el cual la autoridad ambiental dictamina las medidas a realizar por el Cambio de Uso de Suelo de los terrenos forestales.

---

Con relación al contenido de los resolutivos ambientales, y de forma específica los resolutivos otorgados a empresas extranjeras en comparación con los otorgados a CFE se ha observado que existen diferencias enormes en el grado y magnitud de cumplimiento de los mismos; es decir, se pensaría que al tratarse de dos promoventes (CFE y Empresa Privada) interesados en desarrollar proyectos de tipo eólico, en la misma región del Istmo de Tehuantepec, al haberseles otorgado la Autorización en Materia de Impacto Ambiental de manera condicionada, éstos deban dar cumplimiento a un similar tipo de términos y condicionantes. Sin embargo, en la realidad no ocurre de esa forma, un ejemplo claro de ello es el caso donde la CFE ha tenido que desarrollar Estudios Prospectivos de Fauna, Avifauna y Quirópteros por un periodo anual (CE La Venta III) con la finalidad de corroborar la diversidad existente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras la CFE debió dar cumplimiento a dicho estudio, otros proyectos desarrollados por empresas privadas, no estuvieron obligados al mismo cumplimiento.

#### **4.1.6 Reacción social**

##### **4.1.6.1 Desistimiento**

Independientemente de que los ejidatarios hayan dado su aprobación al proyecto, o de que éstos hayan firmado los contratos de usufructo y a pesar de haberseles pagado los montos correspondientes por apartado de las tierras, esto no es suficiente para asegurar que el ejidatario permita la libre ejecución del proyecto. La ideología de los habitantes de la región del Istmo así como los intereses propios los lleva a faltar en el cumplimiento de los contratos, al desistir de la aprobación del proyecto independientemente de que se tengan avances al respecto. Simplemente sin la aprobación de los ejidatarios el proyecto no puede desarrollarse, implicando retrasos para la ejecución del mismo, pérdidas económicas para el PIE y retraso en el cumplimiento de las fechas críticas del proyectos (fecha de entrada en operación).

---

#### 4.1.6.2 Conflicto de intereses

Los ejidos como Santo Domingo o La Venta han realizado paros y bloqueos durante la etapa constructiva, al grado de impedir el paso del personal de la CFE y del PIE al sitio de trabajo del proyecto, dichos paros son en demanda de necesidades que en ocasiones están fuera del alcance de la CFE y del propio PIE; ejemplos de ello son la solicitud hecha a la CFE para asegurar la construcción de más proyecto eólico en la región, con la finalidad de que un ejido en concreto se beneficie por el pago de usufructos, que el dinero destinado para obras sociales (mantenimiento de edificaciones, nuevas construcciones o reparación de vialidades) sea otorgado al Comisariado Ejidal para su administración directa e incluso la igualdad de montos por concepto de apartado o de pago de usufructos en comparación con los otorgados de manera directa por las empresas extranjeras de la región; para esto último la CFE se rige por un proceso de avalúos que impide a dicha paraestatal igualar los montos que empresas particulares pudieran pactar con los ejidatarios.

Adicionalmente al conflicto de los ejidatarios, la zona del Istmo de Tehuantepec se caracteriza por cotidianas manifestaciones de diversos grupos sociales: dirigentes políticos, sociedades agrícolas o representantes de transportistas, gremio educativo, entre otros; que en su afán de alzar la voz y ser tomados en cuenta por las autoridades municipales y estatales competentes para la pronta solución de sus necesidades, las cuales generalmente no se asocian a los proyectos eólicos, recurren a la estrategia de impedir la construcción de los proyectos eólicos.

Tiempo atrás no se consideraba el gran impacto negativo que ocasionan los actores sociales, hoy día es necesario que desde la planeación de los proyectos, se evalué la posible reacción de la sociedad, así mismo se estudie su situación actual.

---

## 4.2 Referencias

[1] Comisión Federal de Electricidad. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos. Procedimiento CPT-SS01: Procedimiento operativo para la selección y estudio del sitio. Revisión 8. México 2008.

[2] Memorias del V Encuentro Ambiental y del Patrimonio Arqueológico de la Subdirección de Proyectos y Construcción. Comisión Federal de Electricidad. Culiacán, México, 2011.

[3] Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Diario Oficial de la Federación. México. Marzo 1988.

[4] Comisión Federal de Electricidad. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos. CPT-SS02: Procedimiento determinación de áreas de exclusión y potenciales en el proceso de selección de sitio. Revisión 16. México 2008.

[5] Comisión Federal de Electricidad. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos. CPT-SS03: Procedimiento determinación del sitio seleccionado. Revisión 20. México 2008.

[6] Comisión Federal de Electricidad. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos. CPT-SS04: Procedimiento caracterización del sitio seleccionado. Revisión 15. México 2008.

[7] Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. SEMARNAT. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. México, 2005.

# CAPITULO V

## CAPITULO V

### 5.1 Contribuciones por el desarrollo de proyectos eólicos

#### 5.1.1 Programa Especial de Cambio Climático (PECC)

El PECC es una iniciativa del gobierno federal que muestra el interés de México para contribuir a la solución del problema del Cambio Climático (CC), el cual constituye una de las mayores amenazas para el proceso de desarrollo, el bienestar humano y la integridad del capital natural [1]. Dicho programa busca combatir el CC con acciones, metas y metodologías que representan oportunidades para impulsar el desarrollo sustentable, la seguridad energética, procesos productivos limpios, eficientes y competitivos. Con dicho PECC se pretende demostrar que es posible mitigar el CC sin comprometer el proceso de desarrollo e incluso con beneficio económico. Es por ello que en el país se busca contribuir con el PECC reduciendo los niveles de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Entre las medidas de mitigación propuestas en el PECC destaca el impulso de la Generación de Energía Eólica en el país. La CFE espera participar con la creación de las centrales eólicas Sureste I, Sureste II, Sureste III y Sureste IV; contribuyendo de este modo con una generación de 1200 MW aproximadamente. Ver cuadro V.1.

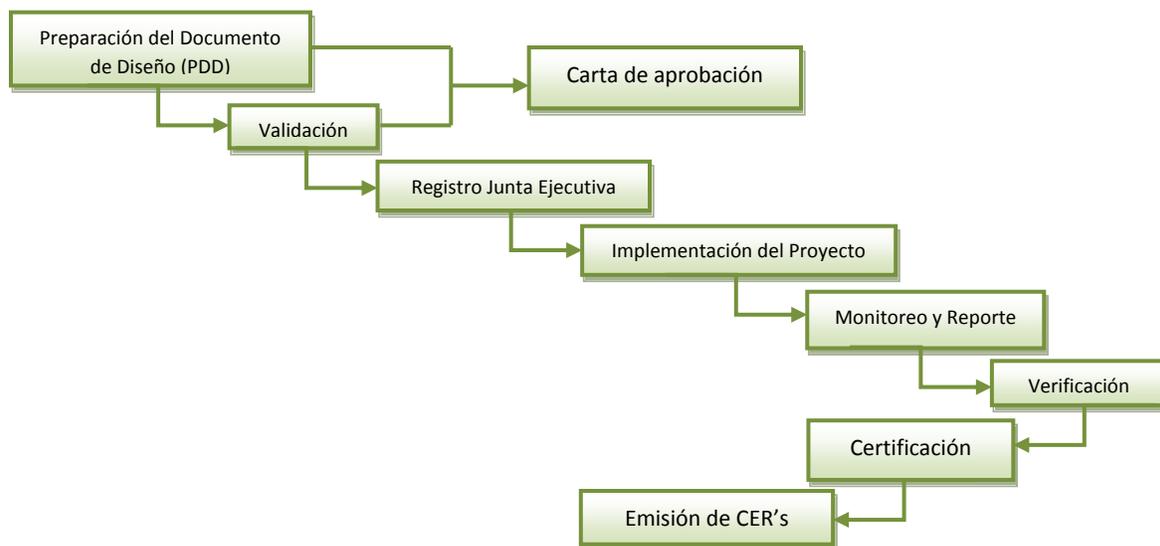
| <b>Cuadro V.1 Requerimientos de capacidad para la región del Istmo de Tehuantepec [2]</b> |                            |                                   |
|---|----------------------------|-----------------------------------|
| <b>Central Eólica</b>   | <b>Capacidad Neta (MW)</b> | <b>Fecha Entrada en Operación</b> |
| <b>Sureste I</b>  | 300                        | Abril 2013                        |
| <b>Sureste II</b>   | 300                        | Abril 2014                        |
| <b>Sureste III</b>  | 300                        | Abril 2015                        |
| <b>Sureste IV</b>   | 300                        | Abril 2016                        |

#### 5.1.2 Mecanismos de Desarrollo Limpio

En 1992 se celebra la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, con el objeto de lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que pudiera impedir interferencias antropogénicas peligrosas en el

sistema climático, misma que fue firmada por 155 países, resultando así los países Anexos I y II (México entre ellos) [4].

Posteriormente para 1998 en Kyoto se adopta y firma el protocolo en el cual los países Anexo I se comprometen a reducir sus emisiones, a mejorar sus sistemas de información e inventarios de emisiones, a establecer mecanismos que permitan a países en desarrollo recibir inversiones de países Anexo I, a través de alguno de los siguientes esquemas: 1. Transferencia de emisiones, 2. Implementación Conjunta y 3. Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) [5].



**Figura V.1** Diagrama de flujo para formular e implementar un MDL [3]

Los MDL buscan contribuir al desarrollo sustentable de los países. Los MDL permiten financiar actividades instrumentadas en países en desarrollo que tengan como consecuencia la reducción de emisiones de GEI. Permiten a los países industrializados adquirir “Certificados de Emisiones Reducidas (CER’s)” para cancelar parte de su cuota preestablecida de reducción de GEI. (Ver figura V.1).

Operando bajo el esquema de MDL actualmente se encuentra el proyecto CE La Venta II, una buena opción es continuar incluyendo proyectos eólicos a dicho esquema.

---

### 5.1.3 Preocupaciones en torno a la generación eoloelectrica

Hoy día la CFE en conjunto con la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), The Nature Conservancy (TNC) y el Programa de Conservación de Murciélagos en México (PCMM), impulsan la iniciativa para desarrollar un marco ambiental e implantarlo en futuros proyectos eólicos con la intención de lograr el desarrollo sustentable de centrales eólicas en el país. Esta metodología pretende ser una herramienta para robustecer y proporcionar mayor sustento en el análisis de alternativas de sitios y la toma de decisiones para seleccionar la mejor ubicación de futuros proyectos eólicos. Todo ello con el antecedente que ofrece la experiencia de los diferentes actores involucrados en el desarrollo de los proyectos eólicos. Se pretende considerar el actual estado de la región del Istmo de Tehuantepec, puesto que hoy día existe un gran número de proyectos en desarrollo y operando. Se vuelve esencial evaluar los impactos acumulativos que someten a los ecosistemas y replantear las mejores medidas de mitigación de los impactos asociados a ello.

Para la conformación de dicho trabajo se desarrollan talleres en los cuales se ha logrado la participación de especialistas ambientales de las instituciones antes mencionadas, así como de instituciones como la Secretaría de Energía (SENER), Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMEE), Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR), Agrupación Dodo, A.C., las empresas ACCIONA, Peñoles e Iberdrola. Se continúan los trabajos para el establecimiento de dicho marco ambiental, esperándose resultados para el 2013.

## 5.2 Referencias

[1] Programa Especial de Cambio Climático 2009 – 2012. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación. México, 2009.

[2] Programa de Obras de Inversión del Sector Eléctrico. POISE 2010 – 2024. Comisión Federal de Electricidad. Subdirección de Programación. Coordinación de Planeación.

[3] Página de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales  
<http://www.semarnat.gob.mx/servicios/anteriores/cambioclimatico/Paginas/mdl.aspx>

[4] Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas. 1992.

[5] Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Naciones Unidas 1998.

# PROPUESTAS Y CONCLUSIONES

## Propuestas y Conclusiones

Los proyectos de generación de energía de tipo eólico son bondadosos por no emplear durante su operación combustibles fósiles, por no contribuir en la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) como CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> ni partículas suspendidas. Adicionalmente emplean tecnología que no requiere el uso de volúmenes de agua ya que no existen ciclos de vapor o enfriamiento como en el caso de las Centrales de Ciclo Combinado, así mismo no existen descargas de aguas residuales, ni generación de residuos en cantidades considerables (Residuos Peligrosos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Sólidos Urbanos) y además pueden ser beneficiados mediante el pago de Bonos de Carbono (CER's).

Los proyectos eólicos representan una opción viable de contribuir al desarrollo eléctrico de la nación, explotando el potencial de recursos renovables con que cuenta el país, sin continuar dependiendo de los combustibles fósiles. Sin embargo, se tiene que tomar en cuenta que es una energía intermitente que debe ser debidamente planeada y no se pueden despreciar las problemáticas planteadas en el Capítulo IV. La selección del sitio, adquisición de derechos inmobiliarios, gestión de estudios de impacto ambiental, gestión de estudios técnicos justificativos, cumplimiento a resoluciones ambientales y reacción social son muestra clara de que es necesario tomar acciones al respecto con la firme intención de encontrar la mejor de las soluciones, que en un corto tiempo permitan seguir apostando por el desarrollo de proyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec; ello sin perder de vista la capacidad de generación límite que la región pueda soportar.

Para el caso de los conflictos ocasionados durante la gestión de los derechos inmobiliarios mucho dependerá del trabajo previo para lograr la aceptación del proyecto por los ejidatarios, para ello se propone:

- Que durante el primer acercamiento con los ejidatarios o dueños de los predios, se tenga la capacidad suficiente para explicar en qué consiste el proyecto, los beneficios que éste traería a la comunidad y al propio ejidatario

o dueño, así como estipular los precios aproximados a ser pagados por la CFE, con fundamento en datos actuales, dejando de manifiesto que la gestión que efectúa la CFE es distinta a la efectuada por las empresas privadas; esto es, una empresa privada maneja recursos económicos propios mientras que CFE usufructúa según un previo avalúo de la tierra, conllevando esto a una negociación más larga.

- Sacar el máximo provecho de los Estudios de Diagnóstico Social elaborados para los proyectos eólicos, así como apostar por la elaboración e integración de nuevos diagnósticos estableciéndose de forma específica los requerimientos a cubrirse en dichos estudios como por ejemplo: profundizar en la constitución y forma de actuar de las diversas agrupaciones sociales regionales con la intención de conocer su situación actual y sus carencias, conocer la ideología de la población que será impactada con el o los proyectos eólicos, de este modo proponer las mejores estrategias para que dicha población se vea beneficiada.
- Se hace necesario contar con estrategias que permitan proponer un plan de obras sociales que beneficien a las comunidades aledañas al proyecto, en lugar de ejecutar acciones sociales bajo condicionamiento por parte de los ejidatarios o grupos sociales, dichas acciones deberán estar basadas en los resultados obtenidos en los estudios de Diagnóstico Social, en este sentido se estaría dando solución a las necesidades previamente detectadas. Ciertamente con ello se buscaría erradicar los conflictos sociales que pudiesen afectar el desarrollo de los proyectos.
- Se hace evidente la necesidad de contar con una metodología mediante la cual se pueda definir y dar a conocer la esencia de la empresa ante las comunidades involucradas con los proyectos, quienes de manera equivocada suponen a la CFE como una empresa de la cual pueden sacar el mayor de los

provechos económicos, hasta el grado se suponer que ésta puede igualar en proporción y en tiempo el pago de los contratos de usufructo.

- Habrá que apostar por trabajar en el marco de una Evaluación Ambiental Estratégica más que una simple Evaluación de Impacto Ambiental puesto que se vuelve primordial considerar los impactos de índole acumulativo y sinérgico así como la prevención y no la corrección de impactos. No se puede olvidar que actualmente la región del Istmo de Tehuantepec se encuentra impactada por más de una decena de parques eólicos así como de otras actividades humanas. Sin duda alguna que la consideración de factores como la selección de sitios, las mejores tecnologías, aspectos e impactos ambientales, resultados de estudios ambientales previos, etc. desde el proceso de planeación podrá asegurar un correcto desarrollo de proyectos eólicos.

# APÉNDICES

---

**APÉNDICE A. Siglas y Acrónimos**

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>ABTC:</b>           | Acahual de Bosque Tropical Caducifolio                            |
| <b>ACUSTF:</b>         | Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales     |
| <b>AMEE:</b>           | Asociación Mexicana de Energía Eólica                             |
| <b>AMIA:</b>           | Autorización en Materia de Impacto Ambiental                      |
| <b>ANP:</b>            | Área Natural Protegida  |
| <b>AP:</b>             | Área Agropecuaria   |
| <b>CC:</b>             | Cambio Climático  |
| <b>CCF:</b>            | Código Civil Federal  |
| <b>CE:</b>             | Centrales Eólicas   |
| <b>CER:</b>            | Certificado de Reducción de Emisiones                             |
| <b>CIBNOR:</b>         | Centro de Investigaciones Biológicas del noreste                  |
| <b>CF:</b>             | Consejo Forestal  |
| <b>CFE:</b>            | Comisión Federal de Electricidad                                  |
| <b>CO:</b>             | Monóxido de Carbono   |
| <b>CO<sub>2</sub>:</b> | Dióxido de Carbono  |
| <b>CONANP:</b>         | Omisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas                    |
| <b>CONABIO:</b>        | Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad  |
| <b>CPH:</b>            | Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos                         |
| <b>CPT:</b>            | Coordinación de Proyectos Termoeléctricos                         |
| <b>CPTT:</b>           | Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación         |
| <b>CUSTF:</b>          | Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales                     |
| <b>DFA:</b>            | Dictamen de Factibilidad Ambiental                                |
| <b>DFE:</b>            | Dictamen de Factibilidad Económica                                |
| <b>DFT:</b>            | Dictamen de Factibilidad Técnica                                  |
| <b>DF:</b>             | Dirección de Finanzas   |
| <b>DGGFyS:</b>         | Dirección General de gestión Forestal y de Suelos                 |
| <b>DM:</b>             | Dirección de Modernización  |
| <b>DO:</b>             | Dirección de Operación  |
| <b>DOF:</b>            | Diario Oficial de la Federación                                   |
| <b>DPIF:</b>           | Dirección de Proyectos de Inversión Financiada                    |
| <b>ETJ:</b>            | Estudio Técnico Justificativo                                     |
| <b>FFM:</b>            | Fondo Forestal Mexicano   |
| <b>GEI:</b>            | Gases de Efecto Invernadero                                       |
| <b>GSC:</b>            | Gerencia de Seguridad y Control                                   |
| <b>INAH:</b>           | Instituto Nacional de Antropología e Historia                     |
| <b>INECOL:</b>         | Instituto Nacional de Ecología A.C.                               |
| <b>LA:</b>             | Ley Agraria   |
| <b>LGEEPA:</b>         | Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente     |
| <b>LSPEE:</b>          | Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica                     |
| <b>LGDFS:</b>          | Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable                    |
| <b>LPGIR:</b>          | Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos |
| <b>LSPEE:</b>          | Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica                     |
| <b>L.T.:</b>           | Línea de Transmisión  |

---

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>MDL:</b>      | Mecanismo de Desarrollo Limpio   |
| <b>MIA:</b>      | Manifestación de Impacto Ambiental   |
| <b>MW:</b>       | Mega Watts   |
| <b>NOx:</b>      | Óxidos de Nitrógeno  |
| <b>OIC:</b>      | Órgano Interno de Control  |
| <b>OPF:</b>      | Obra Pública Financiada  |
| <b>PCMM:</b>     | Programa de Conservación de Murciélagos en México                              |
| <b>PECC:</b>     | Programa Especial de Cambio Climático  |
| <b>PEE:</b>      | Productor Externo de Energía   |
| <b>PIE:</b>      | Productor Independiente de Energía   |
| <b>PIP:</b>      | Proyecto de Infraestructura Productiva   |
| <b>PND:</b>      | Plan Nacional de Desarrollo  |
| <b>POISE:</b>    | Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico                           |
| <b>PP:</b>       | Punto Pivote   |
| <b>RAN:</b>      | Registro Agrario Nacional  |
| <b>RGC:</b>      | Residencia General de Construcción   |
| <b>RGC I:</b>    | Residencia General de Construcción I: Rosarito                                 |
| <b>RGC II:</b>   | Residencia General de Construcción II: Querétaro                               |
| <b>RGC III:</b>  | Residencia General de Construcción III: Monterrey                              |
| <b>RGC V:</b>    | Residencia General de Construcción V: Chihuahua                                |
| <b>RGC VI:</b>   | Residencia General de Construcción VI: Veracruz                                |
| <b>RLGEEPA:</b>  | Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente |
| <b>RLGPGIR:</b>  | Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos              |
| <b>RO:</b>       | Residencia de Obra   |
| <b>SEMARNAT:</b> | Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales                             |
| <b>SCPIF:</b>    | Subdirección de Contratación de Proyectos de Inversión Financiada              |
| <b>SCT:</b>      | Secretaría de Comunicaciones y Transporte                                      |
| <b>SDG:</b>      | Subgerencia de Generación  |
| <b>SBC:</b>      | Selva Baja Caducifolia   |
| <b>SBCs:</b>     | Selva Baja Caducifolia Secundaria  |
| <b>SE:</b>       | Sub-Estación   |
| <b>SEN:</b>      | Sistema Eléctrico Nacional   |
| <b>SENER:</b>    | Secretaría de Energía  |
| <b>SDP:</b>      | Subdirección de Desarrollo de Proyectos  |
| <b>SHCP:</b>     | Secretaría de Hacienda y Crédito Público                                       |
| <b>SOx:</b>      | Óxidos de Azufre   |
| <b>SPyC:</b>     | Subdirección de Proyectos y Construcción                                       |
| <b>SPC:</b>      | Subdirección de Proyectos y Construcción                                       |
| <b>STPS:</b>     | Secretaría del Trabajo y Previsión Social                                      |
| <b>TNC:</b>      | The Nature Conservancy   |

**Apéndice B. Normatividad relacionada**

**Leyes**

Ley Agraria

Ley de Aguas Nacionales

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

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

**Reglamentos**

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

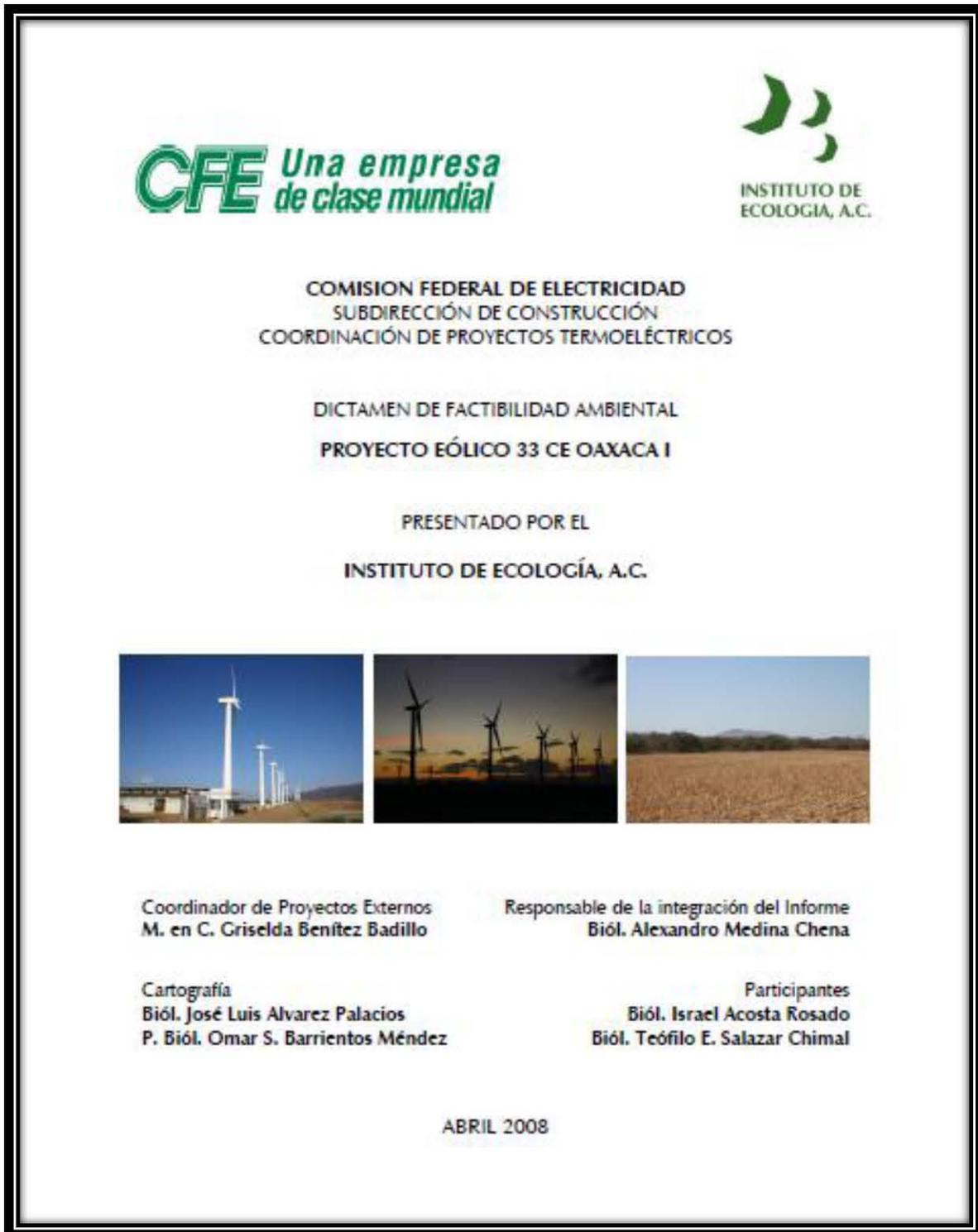
Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

# ANEXOS

Anexo 1. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE Oaxaca I, 2008.



**CFE** *Una empresa de clase mundial*

**INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.**

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
COORDINACIÓN DE PROYECTOS TERMOELÉCTRICOS

DICTAMEN DE FACTIBILIDAD AMBIENTAL  
PROYECTO EÓLICO 33 CE OAXACA I

PRESENTADO POR EL  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.



Coordinador de Proyectos Externos  
M. en C. Griselda Benítez Badillo

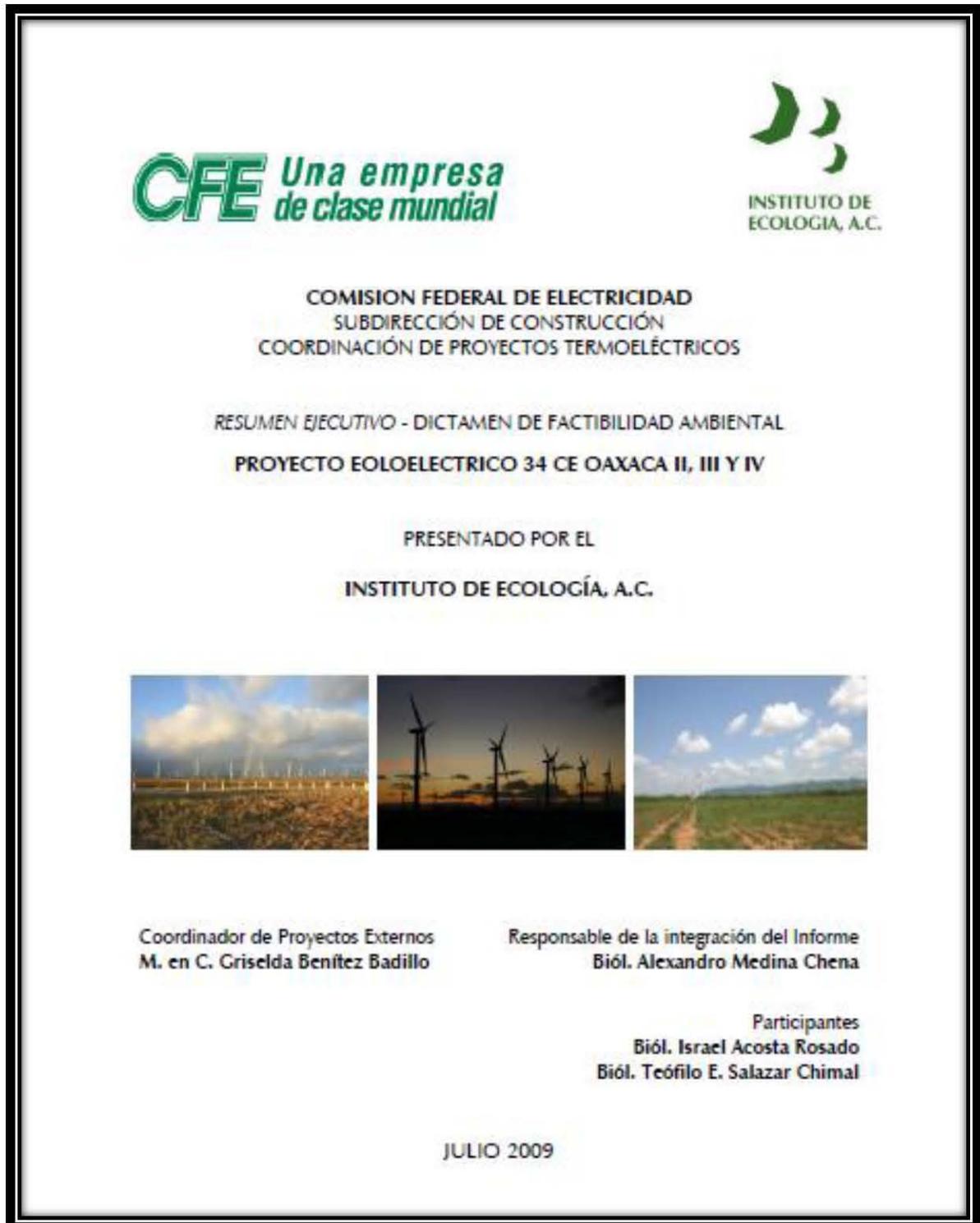
Responsable de la integración del Informe  
Biól. Alejandro Medina Chena

Cartografía  
Biól. José Luis Alvarez Palacios  
P. Biól. Omar S. Barrientos Méndez

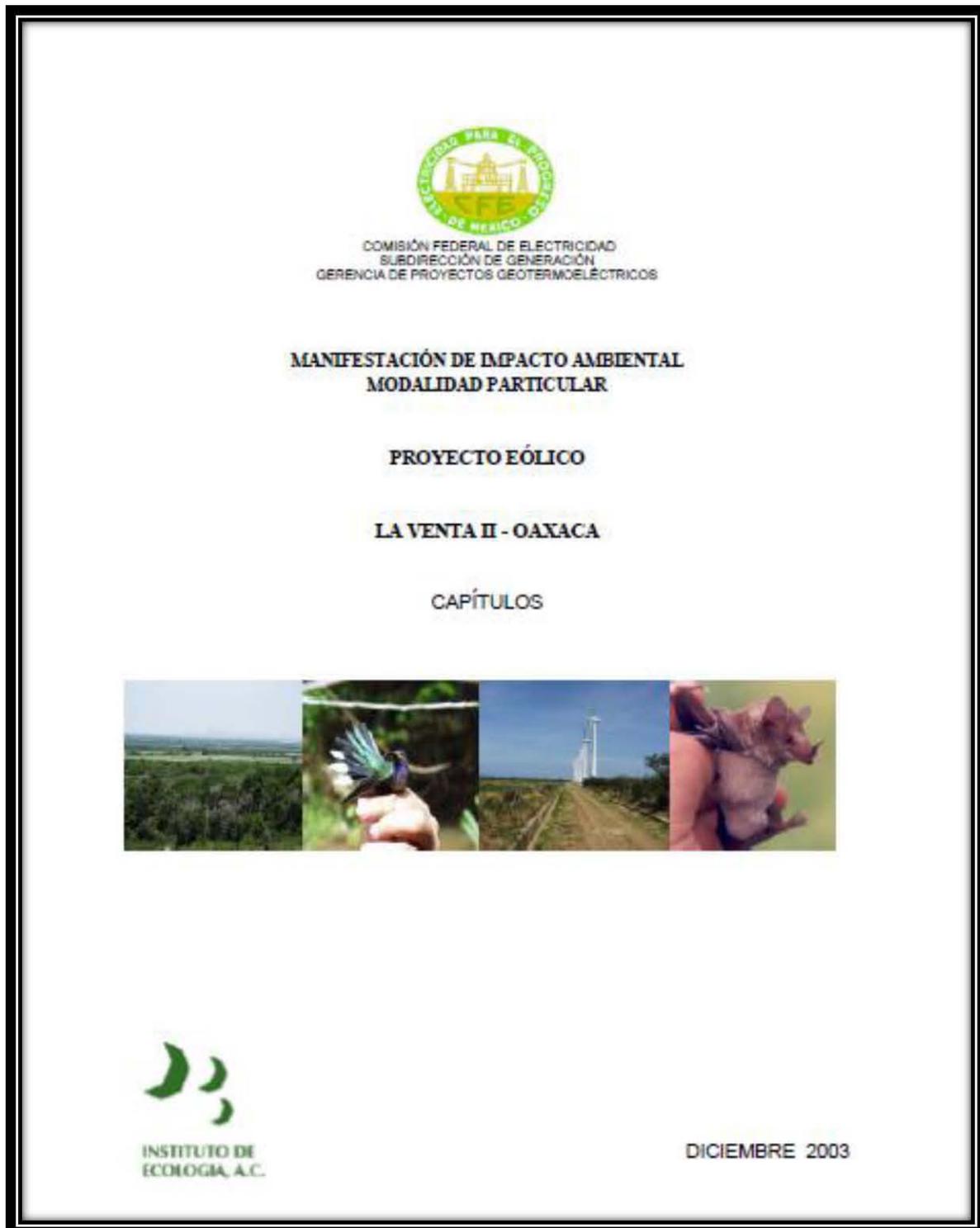
Participantes  
Biól. Israel Acosta Rosado  
Biól. Teófilo E. Salazar Chimal

ABRIL 2008

Anexo 2. Dictamen de factibilidad ambiental de las CE Oaxaca II, III y IV, 2009.



Anexo 3. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE La Venta II, 2003.



Anexo 4. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE La Venta III, 2007.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
COORDINACIÓN DE PROYECTOS TERMOELÉCTRICOS

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

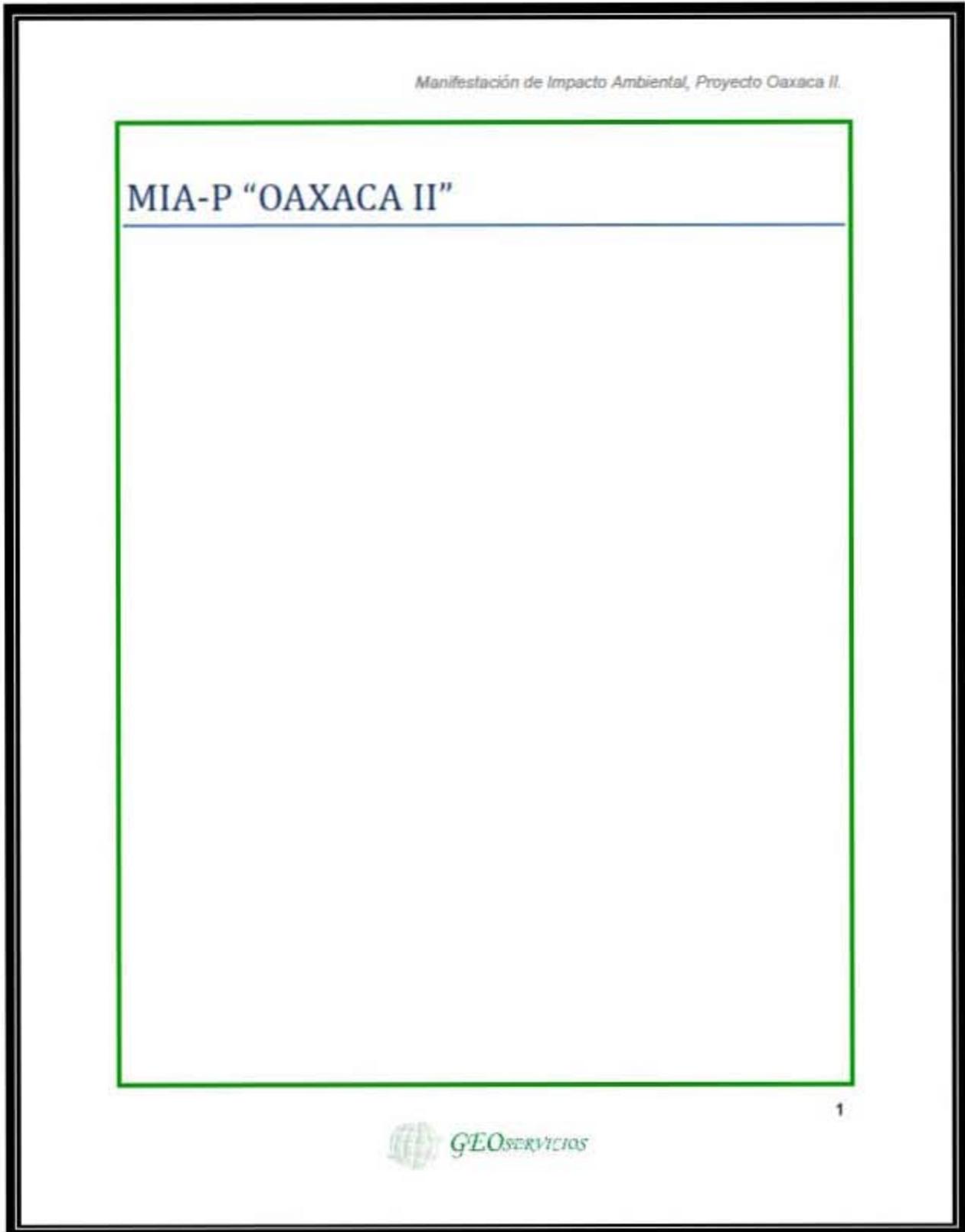
**MODALIDAD PARTICULAR**

**PROYECTO 31 CE LA VENTA III, OAXACA**

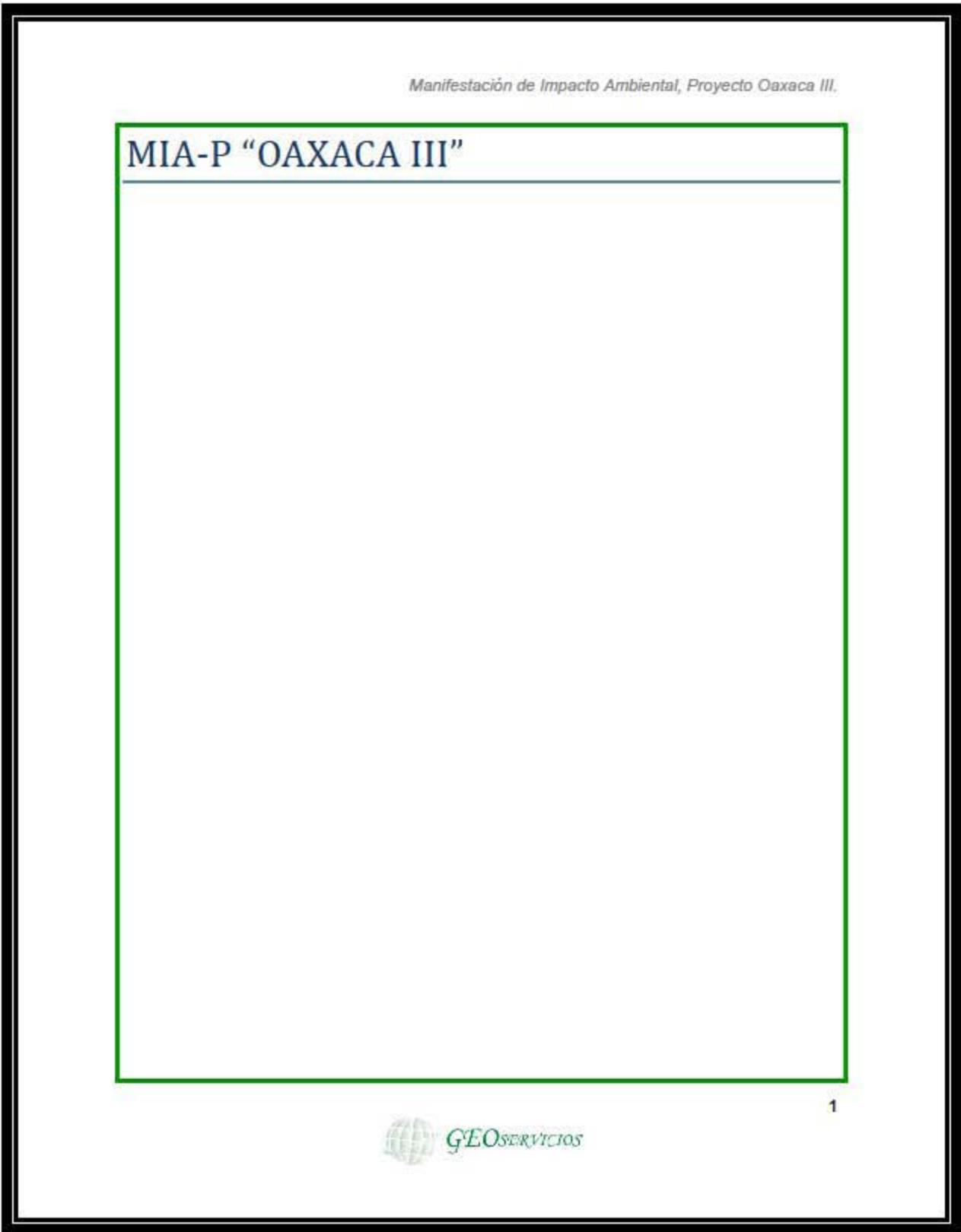


**JULIO, 2007**

Anexo 5. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE Oaxaca II, 2010.



Anexo 6. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE Oaxaca III, 2010.



Anexo 7. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto CE Oaxaca IV, 2010.

**CFE** *Una empresa de clase mundial*

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
COORDINACIÓN DE PROYECTOS TERMOELÉCTRICOS**

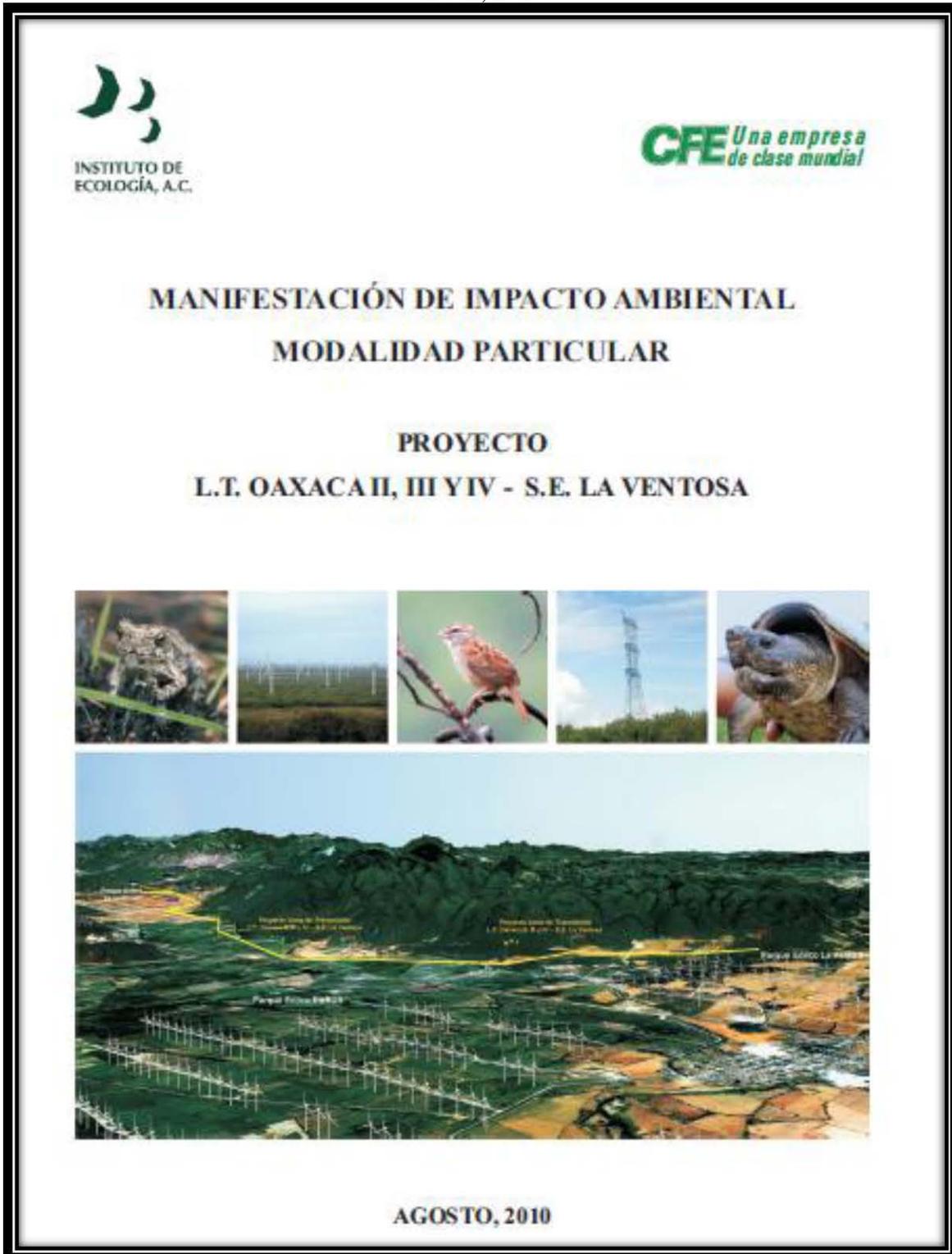
**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR, PARA EL  
PROYECTO C.E. OAXACA IV**

Responsable del proyecto  
Dr. Rafael Villegas Patraza

**INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.**

Marzo 2010

Anexo 8. Manifestación de impacto ambiental para el proyecto L.T. La Venta III – La Venta II, 2010.



Anexo 9. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo  
en terrenos forestales para el proyecto, 2005.



**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE GENERACIÓN  
GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMoeLÉCTRICOS**

**ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO  
PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO  
EN TERRENOS FORESTALES**

**PROYECTO EÓLICO  
LA VENTA II-OAXACA**

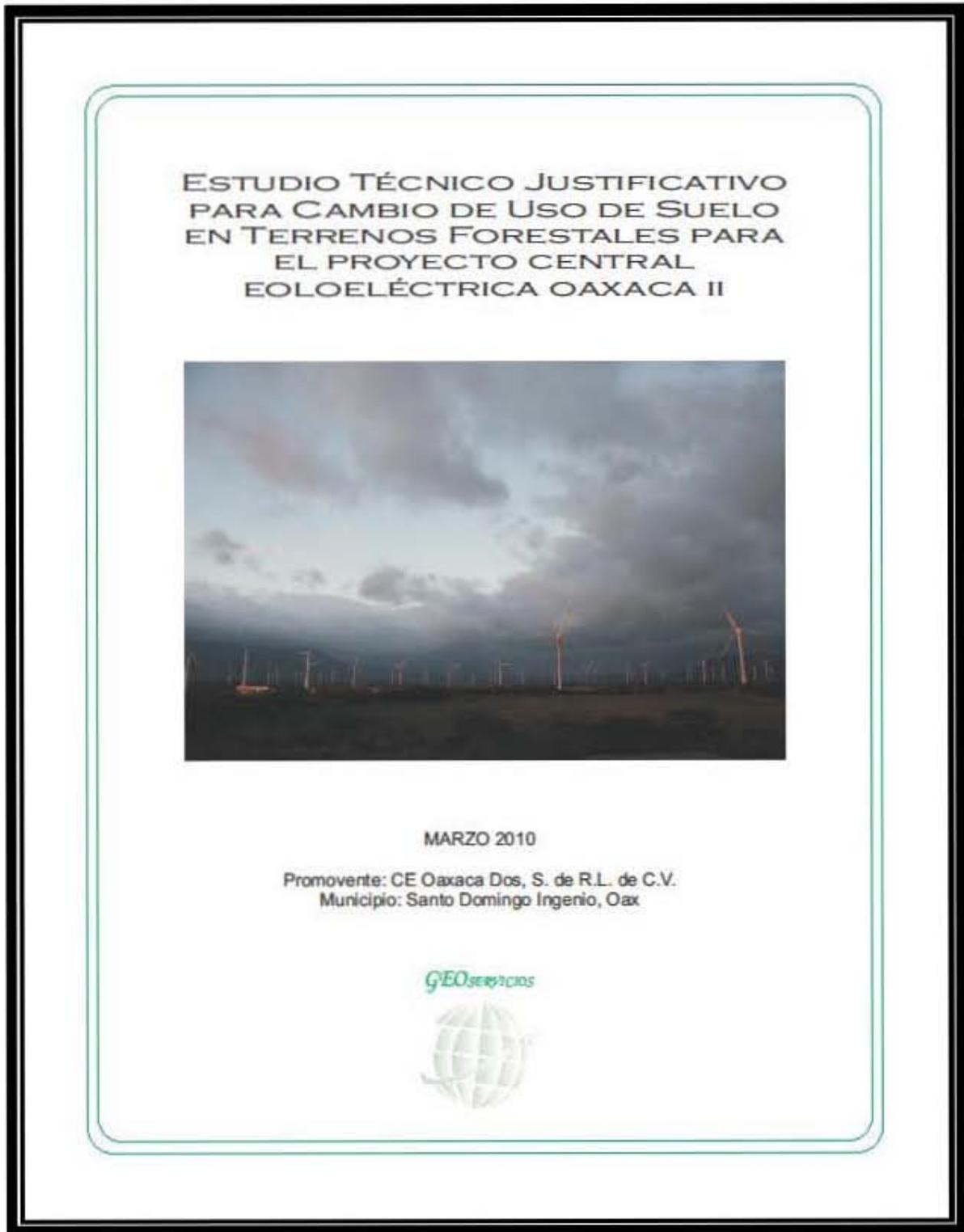


**Responsable de la elaboración del estudio**  
M. en C. Griselda Benitez Badillo

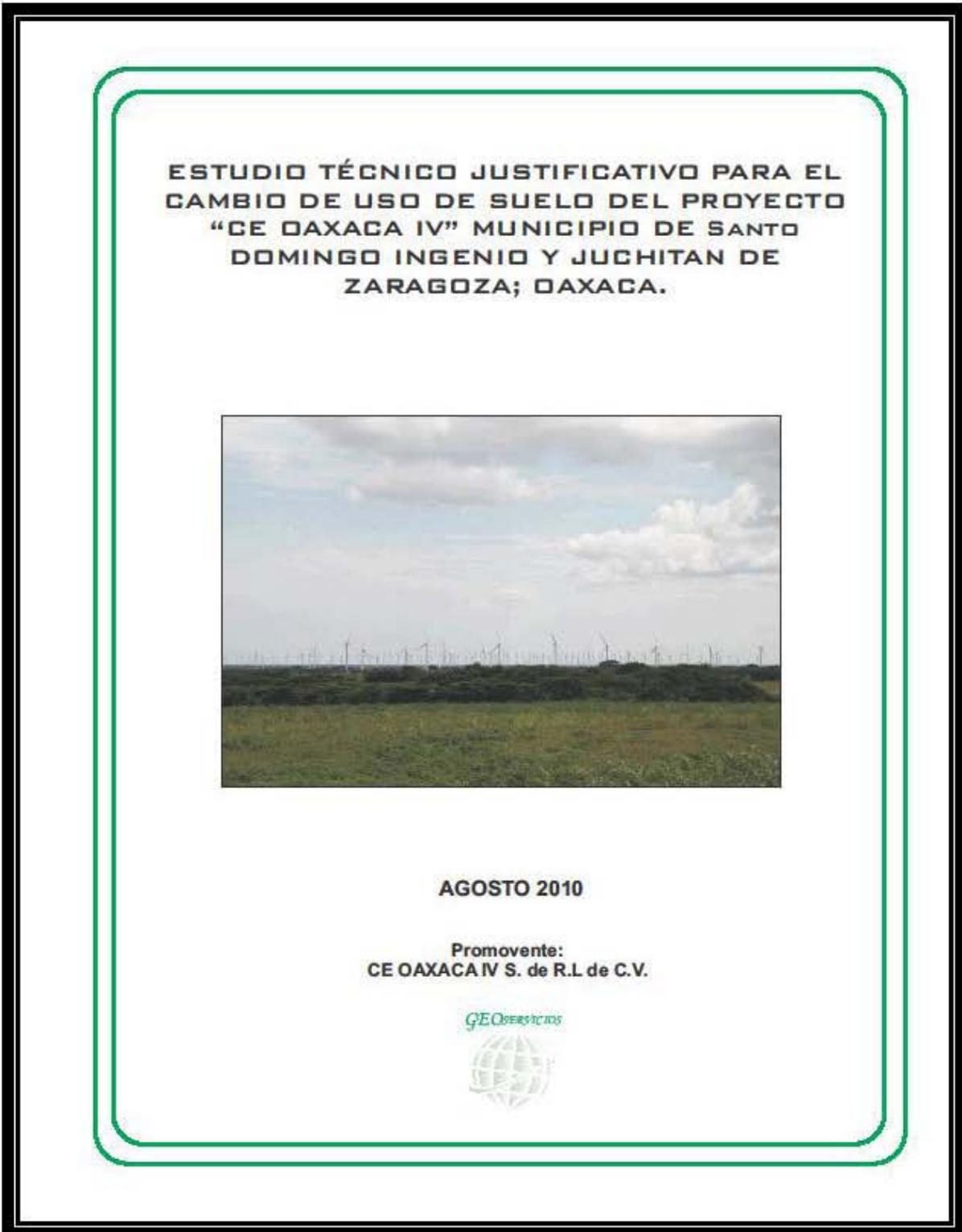
**Responsables técnicos**  
Ing. Gustavo Borja Luyando  
M. en C. Carlos Isaias Flores Romero

NOVIEMBRE 2005

Anexo 10. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto CE Oaxaca II, 2010.



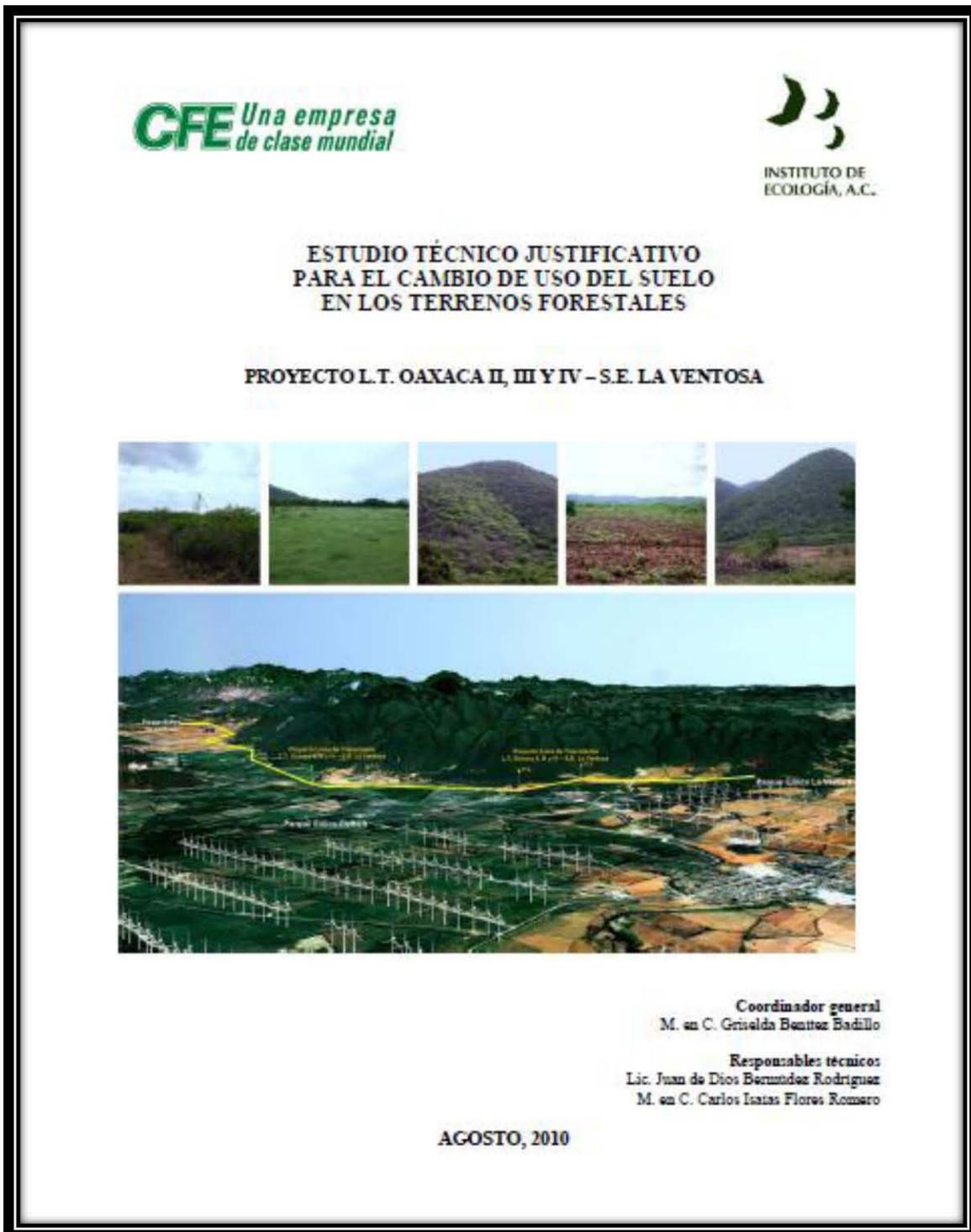
Anexo 11. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto CE Oaxaca IV, 2010.



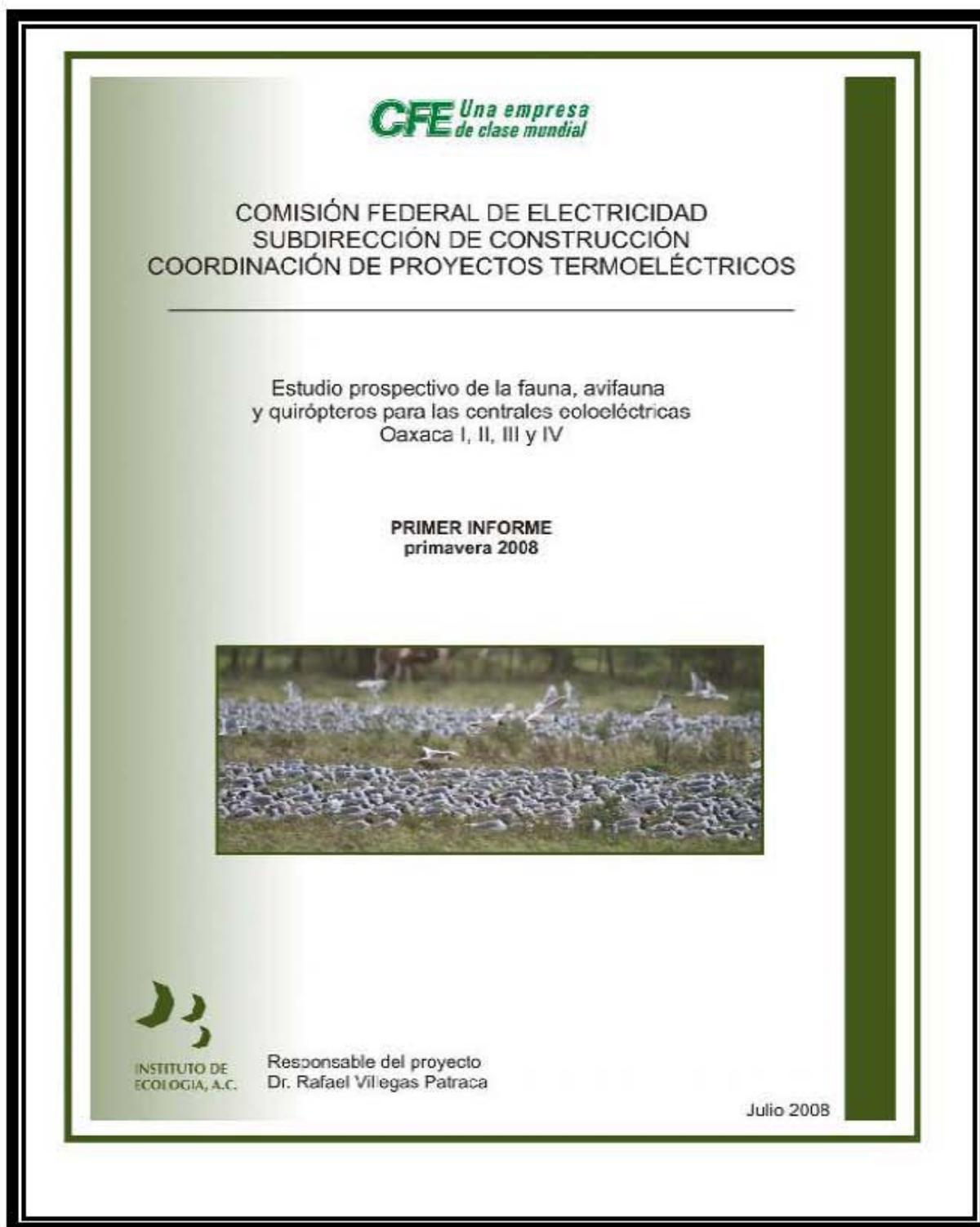
Anexo 12. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto L.T. La Venta III – La Venta II, 2010.



Anexo 13. Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto L.T. Oaxaca II, III y IV – S.E. La Ventosa, 2010.



Anexo 14. Primer Informe Estudio prospectivo de fauna, avifauna y quirópteros para las CE Oaxaca I, II, III y IV, 2009.



Anexo 15. Informe final Estudio prospectivo de fauna, avifauna y quirópteros para las CE Oaxaca I, II, III y IV, 2009.

**CFE** *Una empresa de clase mundial*

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
COORDINACIÓN DE PROYECTOS TERMOELÉCTRICOS

---

Estudio prospectivo de la fauna, avifauna  
y quirópteros para las centrales eoloeléctricas  
Oaxaca I, II, III y IV

**INFORME FINAL**



  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.

Responsable del proyecto  
Dr. Rafael Villegas Patraca

Abril 2009

Anexo 16. Diagnóstico social del municipio Santo Domingo Ingenio,2009.



**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD**

**GERENCIA DE DESARROLLO SOCIAL**

**DIAGNÓSTICO SOCIAL DEL MUNICIPIO DE  
SANTO DOMINGO INGENIO, OAXACA**



Agosto, 2009

Anexo 17. Estudio hidrológico – hidráulico CE La Venta II, 2006



**Estudio hidrológico-hidráulico para drenaje  
pluvial en parque Eoloeléctrico la Venta II,  
Oaxaca**

**Mazatlán, Sin.; Mayo de 2006**

---

Móvil: (669) 912-0328    [dante@members.asce.org](mailto:dante@members.asce.org)    [www.ingenieriahidraulica.com](http://www.ingenieriahidraulica.com)