



**USAID** | **MÉXICO**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA

# PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y MÉTODO DE REPLICACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL ESTADO DE OAXACA Y ZONA METROPOLITANA DE OAXACA.

## COMPONENTE II

**Plan de Implementación de las Medidas de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Estado de Oaxaca y en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Oaxaca**

**MEXICO LOW EMISSIONS DEVELOPMENT PROGRAM (MLED).  
CONTRACT: AID-523-C-11-00001**

Marzo 2014

Este informe fue elaborado por Tetra Tech ES Inc. para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

### AVISO LEGAL

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente la opinión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional ni la del Gobierno de los Estados Unidos.

[www.mledprogram.org](http://www.mledprogram.org)

## **COMPONENTE II Plan de Implementación de las Medidas de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Estado de Oaxaca y en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Oaxaca.**

El presente estudio fue elaborado por el Centro Interdisciplinario para la Prevención de la Contaminación A.C. Los autores principales son: Ing. Rigoberto Roa González, M. en C. Octavio García Bermúdez, Dr. J. Guillermo Román Moguel, Ing. Luis Guzmán Ramírez, M. en C. Jacqueline Boulouf Lugo, Ing. Luis Eduardo Mendoza Calderón, Ing. Dylan Román Corzo e Ing. Ulises Ortiz Pinto, bajo la supervisión del Lic. Adrián Paz, en el marco del Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED), patrocinado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), bajo el contrato “AID-523-C-11-00001” implementado por Tetra Tech ES Inc.

La distribución, reproducción o consulta del presente documento por terceros deberá ser autorizada por H. Ayuntamiento de Villas de Zaachila, y por las partes que participaron en su elaboración: la Empresa Consultora principal Tetra Tech, así como la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

Para mayor información, por favor contacte a: [info@mledprogram.org](mailto:info@mledprogram.org)

## CONTENIDO

<b>Abstract .....</b>	<b>5</b>
<b>Resumen ejecutivo .....</b>	<b>6</b>
<b>KEYWORDS .....</b>	<b>7</b>
<b>II.1. Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>II.2. Objetivo .....</b>	<b>9</b>
<b>II.3. Metodología.....</b>	<b>9</b>
<b>II.4. Resultados de los diagnósticos (Análisis del Problema y definición de Objetivos y metas particulares).....</b>	<b>10</b>
<b>II.4.1. Transporte.....</b>	<b>11</b>
<b>II.4.2. Alumbrado Público.....</b>	<b>12</b>
<b>II.4.3. Áreas de la administración pública del estado.....</b>	<b>13</b>
<b>II.4.4. Energías Renovables .....</b>	<b>17</b>
<b>II.4.6. Ingenio.....</b>	<b>20</b>
<b>II.5. Determinación de la factibilidad de implementación de las medidas de disminución de emisiones de GEI por sector.....</b>	<b>23</b>
<b>II.5.1. Análisis de factibilidad.....</b>	<b>23</b>
<b>II.6. Priorización de las medidas por su impacto .....</b>	<b>29</b>
<b>II.8 Sistemas de financiamiento .....</b>	<b>41</b>
<b>II.9. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>51</b>
<b>II.10. Referencias.....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla II.1. Resumen: Beneficios proyectados e inversión requerida, por la aplicación de buenas prácticas de mantenimiento en los vehículos mototaxis concesionados de la ZMO.....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla II.2 Resumen: Beneficios proyectados e inversión requerida, por la aplicación capacitación a operadores de mototaxis concesionados de la ZMO.....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla II.3.- Resumen de medidas identificadas en la UTVCO. ....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla II.4.- Resumen de medidas identificadas en Áreas de la Administración Pública de Zaachila .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla II.5.- Resumen de medidas identificadas en el HRAEO.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla II.6. Resumen de medidas de eficiencia energética en el Ingenio .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla II.7. Matriz de Factibilidades.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla II.8. Análisis de factibilidades .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla II.9. Plan de Implementación del Diagnóstico de Eficiencia Energético del Apartado I. ....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla II.10. Plan de Implementación del Diagnóstico de Eficiencia Energético del Apartado II. ....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla II.11. Plan de Implementación del Diagnóstico de Eficiencia Energético del Apartado III. ....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla II.12. Plan de Implementación del Apartado IV. ....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla II.13. Plan de Implementación del Apartado V. ....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla II.14. Plan de Implementación del Apartado VI. ....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla II.15. Sistemas de Financiamiento dirigidos a gobiernos municipales.....</b>	<b>42</b>

## **ABSTRACT**

Plan de implementación de medidas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el estado de Oaxaca, en: Sistema de transporte urbano, Sistemas de alumbrado público, Áreas de la administración pública del estado, Energías renovables, Rellenos sanitarios e Ingenio Azucarero. Se proponen acciones públicas a partir de identificar y presentar elementos básicos requeridos para implementar acciones y actividades específicas por medio del análisis de los 5 casos de eficiencia energética y del diagnóstico de energías renovables. Se definen objetivos y metas y se les aplica un análisis de factibilidad, que considera cuestiones presupuestales, socioeconómicas, legales, políticas, ambientales y administrativas y su integración, con objeto de finalmente elaborar un plan de acción anual de política pública que incluye planeación legal, planeación administrativa y programación presupuestal, reglas de operación, cabildeo y recomendaciones de evaluación y monitoreo. Adicionalmente, se recabaron las diferentes opciones de financiamiento, que pueden ser consideradas para la implementación de las acciones.

La factibilidad ambiental y la técnica económica son positivas para el establecimiento de las medidas de disminución de GEI con los aspectos legales en su mayoría cubiertos con lo existente actualmente. Priorizando ambientalmente, la primera área para mejorar es el autotransporte urbano, seguido del establecimiento de calentadores solares en uso residencial de forma masiva; este último en un mayor plazo; en forma paralela se recomienda establecer las medidas de mejoramiento de la iluminación.

Se recomienda el establecimiento de una Unidad Coordinadora para el Programa de Acción Climática del estado de Oaxaca para coordinar las actividades planteadas.

## RESUMEN EJECUTIVO

Se presenta un plan de implementación de las medidas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el estado de Oaxaca, en los sistemas y áreas motivo de este trabajo que incluyen: Sistema de transporte urbano, Sistemas de alumbrado público, Áreas de la administración pública del estado, Energías renovables, Rellenos sanitarios e Ingenio Azucarero. El objeto es proponer acciones públicas en el Estado de Oaxaca para disminuir los riesgos ambientales y sociales y las respectivas consecuencias económicas derivadas del cambio climático, promoviendo así el bienestar de la población mediante la reducción de emisiones de GEI.

Este Plan identifica y presenta los elementos básicos requeridos para implementar acciones y actividades específicas que tendrían que llevarse a cabo para reducir emisiones de GEI. La metodología consistió en:

- Analizar el Problema (entender el problema público y análisis de causas): cuantificar y analizar el problema de los 5 casos de eficiencia energética estudiados: alumbrado, transporte, edificios públicos, relleno sanitario e ingenio; adicionalmente, se considera el diagnóstico de energías renovables.
- Definir objetivos específicos en cada caso y las metas a lograr.
- Efectuar un análisis de factibilidad, que considera cuestiones presupuestales, socioeconómicas, legales, políticas, ambientales y administrativas e integrarlas
- Elaborar un plan de acción de la política pública que incluye planeación legal, planeación administrativa y programación presupuestal, reglas de operación, cabildeo y recomendaciones de evaluación y monitoreo.

A partir de los puntos anteriores, se presentan tablas calendarizadas anuales que incluyen los objetivos, indicadores, metas, actividades y responsables para cada uno de los diagnósticos.

Adicionalmente, se recabaron las diferentes opciones de financiamiento, sobre las condiciones crediticias existentes, acceso a fondos, programas, proyectos o ayudas de organismos e instituciones nacionales o internacionales que pueden ser consideradas para la implementación de las acciones que permitirán reducir las emisiones de GEI en la ZMO.

Se puede concluir que existen oportunidades de disminución de Gases de Efecto Invernadero factibles de implementarse en el estado y en la Zona Metropolitana de Oaxaca.

La factibilidad ambiental y la técnica económica son positivas para el establecimiento de las medidas de disminución de GEI con los aspectos legales en su mayoría cubiertos con lo existente actualmente. La mayor parte de las inversiones se verán

recuperadas en periodos menores de 2 años, con excepción de las medidas de energía renovable y existen fuentes de financiamiento disponibles. Solo habrá que desarrollar la parte organizacional y de gestión.

En orden de prioridades desde el punto de vista ambiental, la primera área para atacar es el autotransporte urbano, seguido del establecimiento de calentadores solares en uso residencial de forma masiva. Este último en un mayor plazo; en forma paralela se recomienda establecer las medidas de mejoramiento de la iluminación. La decisión final de la priorización de las medidas a implementar deberá tomarse apoyándose en una evaluación costo-beneficio específica en cada caso (que es lo que se requiere al presentar solicitudes de apoyo financiero), aun cuando lo que se presenta en este trabajo cuenta con elementos suficientes

Se recomienda el establecimiento de una Unidad Coordinadora para el Programa de Acción Climática del estado de Oaxaca, que sería la que iniciara las acciones así como para la elaboración del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Oaxaca. Los resultados de este trabajo pueden ser utilizados como base para el PEACC, adicionando las otras áreas recomendadas.

## **KEYWORDS**

Plan de Implementación, factibilidad, mitigación de GEI.

## II.1. Introducción

Las emisiones de gases de efecto invernadero están presentes en prácticamente todas las actividades económicas y sociales del mundo y de Oaxaca por consecuencia. Por lo tanto, un plan de implementación para su reducción deberá estar articulado con componentes de las políticas no sólo ambientales, sino económicas y de desarrollo del Estado y la Ciudad de Oaxaca, entre ellas las vinculadas con el transporte, la energía, el agua, el desarrollo económico, la gestión municipal, la vivienda, el manejo de residuos y la educación.

De ahí la dificultad de articular de una manera integral un plan de implementación de medidas de reducción de GEI que tenga posibilidades de llevarse a cabo, ya que este requiere desde aspectos legales y presupuestales, hasta sociales y políticos. Por lo anterior, en esta propuesta se establecen los elementos principales y genéricos y algunos de los elementos se presentan de manera puntual, en lo referente a los temas analizados en este estudio, presentando objetivos concretos para cumplimiento.

En lo que respecta a dichos temas, se tiene lo siguiente:

- el aspecto de alumbrado requiere considerar básicamente aspectos técnicos de ahorro y uso eficiente de energía pero también considerar las tarifas de energía con respecto al uso potencial de energía solar;
- el transporte urbano requiere integrar el alcance y la mejora de la infraestructura del transporte público y políticas hacia el uso del transporte privado;
- las áreas de la administración pública del estado que requieren de políticas y medidas gubernamentales de orden estatal y municipal;
- rellenos sanitarios que involucra aspectos educativos, de gestión público-privado, de transporte y financiero;
- el ingenio con elementos principalmente técnicos, pero relacionados con lo social;
- las energías renovables, cuyo principal aspecto es básicamente tarifario de política nacional, de gestión hidráulica y aspectos técnicos.

Por otra parte, el programa de acción temprana ante el cambio climático de Oaxaca de 2011 considera principalmente referente a los aspectos de mitigación, los siguientes elementos: desarrollar el Programa Estatal ante el Cambio Climático de Oaxaca, un Programa de Producción Sustentable y Uso Eficiente de Leña y el Sistema Integrado de Transporte Público para la Zona Metropolitana del estado de Oaxaca. Además en forma particular identifica para mitigación: generación de energía (hidroelectricidad, eólica), la industria manufacturera (identifica solamente a los ingenios azucareros), transporte (sistema integrado de transporte público), área residencial y comercial (uso intensivo de calentadores solares y producción sustentable y eficiente de leña) y otros

que para el presente documento se analizan solamente los referentes a los temas desarrollados en los diagnósticos.

De acuerdo al programa de acción temprana ante el cambio climático de Oaxaca (PATCC) (Centro Mario Molina, 2011), el sector de mayor consumo de hidrocarburos en Oaxaca es el Transporte, con 44% del total, cuyos combustibles principales son las gasolinas y el diesel. Entre otros consumos sobresale el del Sector Petrolero, que alcanza el 25%, seguido del Eléctrico con el 20% y el Residencial y de Servicios suman el 6%. Por ello se justifica una medida temprana de mitigación que permita reducir el consumo y su tendencia de crecimiento. En este sentido se propone una política específica de transporte en la zona metropolitana de la capital de Oaxaca. Algunos de los elementos que el PEACC deberá incluir; y los que son relevantes dentro del contexto del presente estudio son:

- Inventario y escenarios de emisiones de GEI a nivel estatal;
- Análisis por sector de los impactos, la vulnerabilidad y opciones de adaptación;
- Medidas y estrategias de reducción de emisiones de GEI e Indicadores sobre las fuentes de financiamiento potenciales,
- los plazos y los responsables de la ejecución de las acciones.

De estos puntos, el presente trabajo incide en los 4 de ellos.

## **II.2. Objetivo**

Desarrollar un plan de implementación de las medidas de reducción de emisiones de GEI para el estado, en los sistemas y áreas motivo de este estudio que incluyen:

- Sistema de transporte urbano
- Sistemas de alumbrado público
- Áreas de la administración pública del estado
- Energías renovables
- Rellenos sanitarios;
- Ingenio;

Este plan busca proponer acciones públicas en el Estado de Oaxaca para disminuir los riesgos ambientales y sociales y las respectivas consecuencias económicas derivadas del cambio climático, promoviendo así el bienestar de la población mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero”.

## **II.3. Metodología**

Este Plan identifica y presenta elementos básicos requeridos para implementar acciones y actividades específicas que tendrían que llevarse a cabo para reducir emisiones de GEI. Dichas acciones comprenden lo que dentro del ámbito del gobierno estatal y municipal pueden realizar. Las medidas para la reducción de emisiones pueden no lograr adecuadamente sus objetivos de reducción de emisiones si no

cuentan con recursos suficientes, por lo que dependerán de los recursos adicionales que se puedan generar por el propio ahorro obtenido al aplicar las medidas.

La metodología de implementación integra un enfoque preventivo que minimiza la emisión de contaminantes, ahorra energía y recursos e incluye, entre otras, políticas energéticas menos contaminantes; programas de gestión ambiental de carácter voluntario que permitan una mejora continua para beneficio de las empresas y de la sociedad en su conjunto; desarrollo de programas que promuevan el uso de combustibles limpios, eficiencia energética y valores mínimos de emisiones; programas de estímulos o certificados de desempeño ambiental a industrias limpias y cogeneración.

La metodología consiste básicamente en los siguientes elementos:

- Analizar el Problema (entender el problema público y análisis de causas): cuantificar y analizar el problema de los 5 casos de eficiencia energética estudiados: alumbrado, transporte, edificios públicos, rellenos e ingenios; adicionalmente, se considera el diagnóstico de energías renovables.
- Definir objetivos específicos en cada caso y las metas a lograr
- Efectuar un análisis de factibilidad, que considere cuestiones presupuestales, socioeconómicas, legales, políticas, ambientales y administrativas e integrarlas
- Elaborar un plan de acción de la política pública que incluya planeación legal, planeación administrativa y programación presupuestal, reglas de operación, cabildeo y recomendaciones de evaluación y monitoreo.

Lo anterior busca aplicar la tecnología existente e incidir en los hábitos de conducta y actitudes de la población de Oaxaca, a través de políticas adecuadas y realistas así como explorar las fuentes de financiamiento para la implementación.

La elaboración detallada de cada uno de los puntos arriba mencionados rebasa los alcances de este trabajo, según lo establecido en la propuesta y acordado con el Programa MLED. Sin embargo, se presentarán los elementos básicos para poder desarrollar el plan.

#### **II.4. Resultados de los diagnósticos (Análisis del Problema y definición de Objetivos y metas particulares)**

Los resultados de cada uno de los 6 estudios puntuales han sido presentados extensamente en los apartados I al VI del componente I. Se presenta aquí un resumen de los resultados pertinentes para el desarrollo del Plan:

### II.4.1. Transporte

En la región de estudio existen 3 tipos de transportes que brindan este servicio, los tres son de carácter privado: Autobuses o camiones, taxis o autotaxis y mototaxis. En cuanto a los números, el universo principal es de: 1 328 autobuses, 11 511 taxis y 1,775 mototaxis.

Estos últimos organizados en 120 sitios repartidos en toda la ZMO. En los modos indicados, se utilizan combustibles como gasolina y diésel.

La misma cantidad de vehículos realizan recorridos promedio de 110 km/día, 53.46 km/día y 135 km/día, para taxis, autobuses y mototaxis respectivamente.

El consumo de combustible (gasolina) de todos los mototaxis con concesión vigente en el Estado de Oaxaca, actualmente es de 7,569,452 litros al año, que se traducen en 18,285 ton de CO<sub>2eq</sub> derivados de las emisiones procedentes de la combustión de dicho energético. El costo por concepto de consumo de combustible aproximado es de MXN 91,817,452.

Derivado de la inspección realizada, se estima que se deberían llevar a cabo en todos los mototaxis concesionados, tareas y acciones de mantenimiento, algunas acciones son novedosas para los operadores y que según información, tanto de la CEPAL como de la CONUEE, generarán ahorros de aproximadamente el 8% en el total de mototaxis concesionados en la ZMO. Con ello se podrán obtener los siguientes resultados:

**Tabla II.1. Resumen: Beneficios proyectados e inversión requerida, por la aplicación de buenas prácticas de mantenimiento en los vehículos mototaxis concesionados de la ZMO**

Ahorros por consumo de combustible	756,955 litros/año
Beneficio económico	MXN 9,181,869
Emisiones evitadas	1,828 t de CO <sub>2eq</sub>
Inversión total	MXN 6,273,293
PSRI	Menor a un año (10 meses)

Por lo que respecta a la capacitación el presente estudio permitió definir a través de sus resultados un esquema de capacitación basado en 9 temas principales y dirigidos a operadores y concesionarios de mototaxis:

- 1) Competencias laborales para el sector transporte.
- 2) Perfiles ocupacionales para el sector transporte.
- 3) Técnicas de manejo eficiente o para el ahorro de energía.
- 4) Administración, métodos de control y seguimiento de combustible.
- 5) Marco regulatorio normativo del transporte público.
- 6) Mantenimiento a unidades.

- 7) Riesgo de accidentes.
- 8) Primeros Auxilios.
- 9) Atención a clientes.

Por otro lado, los beneficios que se obtendrán por la capacitación a 2,254 operadores divididos en 1,775 mototaxis concesionados, se traducirán en:

**Tabla II.2 Resumen: Beneficios proyectados e inversión requerida, por la aplicación capacitación a operadores de mototaxis concesionados de la ZMO.**

Ahorros por consumo de combustible	605,564 litros /año
Beneficio económico	MXN 7,345,495
Emisiones evitadas	1,462 t de CO <sub>2eq</sub>
Inversión total	MXN 901,600
PSRI	2 meses

#### **II.4.2. Alumbrado Público**

Este estudio toma como base el diagnóstico energético del alumbrado público del Municipio de Villa de Zaachila; de los resultados obtenidos en este diagnóstico, se generó la proyección a nivel ZMO basado en el inventario de luminarias de Comisión Federal de Electricidad (CFE) para la ZMO.

De acuerdo a este inventario de CFE sobre cantidades y tipos de lámparas, en la ZMO existen un total de 35,398 luminarias, las cuales consumen anualmente 17,471,522 kWh, contribuyendo a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) con 8,611.71 toneladas de CO<sub>2eq</sub>. al año, siendo el municipio de Oaxaca de Juárez el que agrupa aproximadamente el 57% de todas las luminarias existentes. En relación al consumo de energía y únicamente en este rubro, el costo es de aproximadamente MXN\$ 40,359,216 anuales para los 22 municipios que integran la ZMO.

El tipo de lámpara predominante en la ZMO es la de vapor de sodio de alta presión de diferentes potencias (W). Estas lámparas representan aproximadamente el 51% del total de tipo de lámparas de la ZMO. Sin embargo, aún existen lámparas antiguas e ineficientes en el sistema de alumbrado público.

Este trabajo propone un escenario de sustitución de lámparas ineficientes (vapor de mercurio, halógeno, cuarzo, reflectores y fluorescentes) por tecnología más eficiente

(vapor de sodio alta presión) uno a uno. Esta medida está basada en el cumplimiento de los niveles mínimos promedio de iluminación ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ) por lámpara establecidos en la NOM-013-ENER-2013.

A nivel municipal y específicamente para Villa de Zaachila con la implementación de las medidas propuesta es posible una reducción en el consumo de energía eléctrica de 259,046 kWh/año, una reducción en demanda de 59.1 kW, lo que ambientalmente repercute una disminución en las emisiones en aproximadamente 127.7 tCO<sub>2</sub> eq/año; el costo de inversión total es de aproximadamente MXN\$ 416,528; económicamente el ahorro por disminución del consumo de energía eléctrica resulta ser de MXN\$ 603,578 anuales (considerando un costo ponderado de 2.31 MXN\$/kWh), con un periodo simple de recuperación de la inversión (PSRI) de 1 años. Además, la implementación del DE en alumbrado público contribuirá en un incremento en seguridad y confort de la población, debido a que se logrará el cumplimiento con la NOM-013-ENER-2013 en cuanto a nivel de iluminación ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ) del 87.4 % de lámparas que a la fecha no cumplen con dicha norma.

A nivel ZMO el potencial de ahorro con base a los resultados del diagnóstico piloto desarrollado en el municipio de Villa de Zaachila y el inventario de CFE<sup>1</sup>, se estima en una reducción en consumo de energía eléctrica de 5,239,589 kWh/año, una reducción en demanda de 1,196 kW, ambientalmente una reducción de emisiones de aproximadamente 2,583 tCO<sub>2</sub> eq/año; económicamente el ahorro por disminución del consumo de energía eléctrica aproximado de MXN\$ 12,103,450 anuales.

#### **II.4.3. Áreas de la administración pública del estado**

El estudio se realizó en la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca (UTVCO), Hospital Regional de Alta Especialidad de Oaxaca y el H. Ayuntamiento de Villa de Zaachila, obteniendo los siguientes resultados:

##### *II.4.3.1 Universidad Tecnológica de Valles Centrales de Oaxaca*

La Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca es una institución de educación técnica superior al de nivel licenciatura, su consumo energético principal es la electricidad, utilizada en: iluminación, sistemas de aire acondicionado, bombas de agua, equipos de oficina y en el área de cómputo de los alumnos. Tienen un contrato con la Comisión federal de Electricidad (CFE) en tarifa HM, un consumo promedio anual (2013) de 57,393 kWh, equivalentes a 28.29 tCO<sub>2</sub>eq/año, una demanda máxima facturada de 15 kW, lo que en términos económicos significa un total de 121,463 MXN\$/año.

---

<sup>1</sup> Es de suma importancia destacar que el inventario proporcionado por CFE representa el 64% (941 lámparas) menos en la cantidad de lámparas realmente existentes en Villas de Zaachila.

Los beneficios energéticos que se logran con la aplicación de las medidas planteadas en el presente reporte representan una disminución en consumo de energía eléctrica de 3,288 kWh/año (5.7% del consumo total), un beneficio económico de 10,840 MXN\$/año (10.3% del costo total anual), con una inversión de MXN\$ 3,800 y un período simple de recuperación de la inversión de 0.4 años. Lo anterior también significará una disminución de emisiones a la atmósfera de 1.6 tCO<sub>2</sub>eq/año (5.7% de las emisiones totales generadas anualmente por la UTVCO).

A continuación se presenta un resumen general de los beneficios económicos y ambientales por medida, así como la descripción de las recomendaciones.

**Tabla II.3.- Resumen de medidas identificadas en la UTVCO.**

<b>Medidas identificadas</b>	<b>Ahorro en consumo, kWh/año</b>	<b>Beneficios ambientales, tCO<sub>2</sub>eq/año</b>	<b>Beneficios económicos, MXN\$/año</b>	<b>Inversión, MXN\$</b>	<b>PSRI<sup>[1]</sup>, años</b>
1.- Implantar un sistema de administración energética "Optimizar el uso de los equipos de cómputo"	3,288	1.62	4,180	NA	inmediato
2.- Corrección del factor de potencia en la acometida de electricidad	N.A.	N.A.	6,660	3,800	0.6
<b>Totales</b>	<b>3, 288</b>	<b>1.62</b>	<b>10,840</b>	<b>3,800</b>	<b>0.4</b>

#### *II.4.3.2. Ayuntamiento de Villa de Zaachila*

El H. Ayuntamiento Constitucional de Villa de Zaachila, Oaxaca, pertenece al grupo de 22 municipios que integran la ZMO<sup>2</sup>; el edificio del ayuntamiento se encuentra ubicado en Pezelao S/N, Barrio de San Jacinto, C.P. 71250, Oaxaca, el cual se integra por 22 oficinas que atienden a la población del municipio<sup>3</sup>, cuenta con una superficie construida de 1,230 m<sup>2</sup>.

El suministro de energía eléctrica contratado es en tarifa 03 (general de baja tensión), la cual se emplea en el sistema de iluminación, sistema de aire acondicionado (ventiladores), bombas de agua, equipos de oficina y equipo de cómputo de los servidores públicos; el consumo actual total anual es de 51,858 kWh/año (equivalentes a 34.5 tCO<sub>2</sub>eq/año), con una potencia total instalada de 46.04 kW (76% cómputo mientras que el 24% restante está representado por el sistema de iluminación), y una

<sup>2</sup> Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2010, SEDESOL.

<sup>3</sup> Plan de Desarrollo Municipal Villa de Zaachila Trienio 2011-2013.

demanda estimada de 9.20 kW<sup>4</sup>, lo que en términos económicos significa un total de MXN \$138,431 anuales costo sin IVA.

Los beneficios energéticos que se logran con la aplicación de las medidas planteadas en el presente reporte representan una disminución en consumo de energía eléctrica de 13,996 kWh/año (27% del consumo total anual), una disminución en demanda de 7.03 kW (15.3% de la demanda máxima facturable promedio), y un beneficio económico de 83,145 MXN\$/año (60% del costo total anual), con una inversión de MXN\$ 119,175 y un período simple de recuperación de la inversión de 1.4 años. Lo anterior también significará una disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>eq a la atmósfera de 6.9 tCO<sub>2</sub>eq/año (23.8% de las emisiones totales generadas anualmente por el edificio público).

A continuación se presenta un resumen general de los beneficios económicos y ambientales por oportunidad, así como la descripción de las recomendaciones.

**Tabla II.4.- Resumen de medidas identificadas en Áreas de la Administración Pública de Zaachila**

Medidas identificadas	Beneficios ambientales (tCO <sub>2</sub> eq)	Beneficios económicos (MXN\$/año)	Inversión (MXN\$)	PSRI (años)
1.- Costo beneficio entre tarifas 03 y O-M	No aplica	30,927	72,500	2.3
2.- Sustitución del sistema de iluminación	5.21	45,052	46,675	1.1
3.- Implantar un sistema de gestión energética "optimizar el usos de los equipos de cómputo"	1.7	7,166	No aplica	Inmediato
<b>Totales</b>	<b>6.9</b>	<b>83,145</b>	<b>119,175</b>	<b>1.4</b>

#### II.4.3.3. Hospital Regional de Alta Especialidad de Oaxaca

El Hospital Regional de Alta Especialidad de Oaxaca (HRAEO), tiene como principal energético la electricidad, la cual se emplea en los sistemas de iluminación, unidades manejadoras de agua, chillers, aire acondicionado, bombas de agua, misceláneos (equipos médicos, computadoras, etc.); tienen un contrato de electricidad en tarifa HM. El consumo promedio total mensual es de 2,786,422 kWh anual, una demanda máxima facturable de 480 kW, lo que en términos económicos significa un total anual de MXN\$ 4,415,894.

<sup>4</sup> Ver Medida de ahorro de energía No. 1

Los beneficios energéticos que se lograrán con la aplicación de las medidas de eficiencia energética planteadas en el presente reporte representan una disminución en consumo de energía eléctrica de 224,748 kWh/año (8.06% del consumo total), una disminución en demanda de 28.41 kW (5.9% de la demanda máxima facturable promedio), y un beneficio económico de 400,017 MXN\$/año (9% del costo total anual), con una inversión de MXN\$ 921,670 y un período simple de recuperación de la inversión de 2.3 años. Lo anterior también significará una disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>eq a la atmósfera de 110.77 tCO<sub>2</sub>eq/año (8.06% de las emisiones totales generadas anualmente por el hospital).

A continuación se presenta un resumen general de los beneficios económicos y ambientales por oportunidad, así como la descripción de las recomendaciones.

**Tabla II.5.- Resumen de medidas identificadas en el HRAEO.**

Medidas identificadas	Ahorro en consumo kWh/año	Disminución en demanda kW	Beneficios ambientales tCO <sub>2</sub> eq/año	Beneficios económicos MXN\$/año	Inversión MXN\$	PSRI <sup>[1]</sup> años
1.- Optimizar el sistema de iluminación	123,651	28.41	60.95	255,200	586 670	2.3
2.- Implantar un sistema de administración energética "Optimizar el uso de los equipos de cómputo"	31,324	0	15.43	40,408	NA	inmediato
3.- Instalar variadores de frecuencia en las UMA's	69,773	0	34.39	104,409	335,000	3.2
<b>Totales</b>	<b>224,748</b>	<b>28.41</b>	<b>110.77</b>	<b>400,017</b>	<b>921,670</b>	<b>2.3</b>

#### *II.4.4. Proyección a nivel ZMO de edificios públicos.*

A nivel ZMO, los resultados de las evaluaciones energéticas realizadas en los tres edificios públicos fueron de gran utilidad para la proyección de reducción de GEI. Los resultados por tipo de edificio fueron los siguientes:

- La proyección de las medidas identificadas y su implementación en las 772 escuelas existentes en la ZMO representaría una disminución en consumo de electricidad de 1,504,248 kWh/año, correspondiente a 741.44 tCO<sub>2</sub>q/año; un costo de inversión total de aproximadamente MXN\$ 7,724,353; económicamente el ahorro por disminución del consumo de energía eléctrica resulta ser de MXN\$ 4,061,470 anuales, con un PSRI de 1.9 años.

- Edificios públicos la proyección de las medidas identificadas y su implementación en los aproximadamente 21 inmuebles de la administración municipal existentes en la ZMO representaría una disminución en consumo de electricidad 239,895 kWh/año, correspondiente a 118 tCO<sub>2eq</sub>/año; económicamente el ahorro por disminución del consumo de energía eléctrica resulta ser de MXN\$ 309,464 anuales, una inversión de MXN\$ 800,078, con un PSRI de 2.6 años.
- Para el sector salud la proyección de las medidas identificadas y su implementación en las 79 unidades médicas existentes en la ZMO representaría una disminución en consumo de electricidad de 784,191 kWh/año, correspondiente a 386.5 tCO<sub>2eq</sub>/año; un costo de inversión total de aproximadamente MXN\$ 2,968,617; económicamente el ahorro por disminución del consumo de energía eléctrica resulta ser de MXN\$ 1,011,606 anuales, con un PSRI de 2.9 años.

A nivel global, la implementación a nivel ZMO en escuelas, hospitales y edificios de la administración municipal de las medidas identificadas en los tres diagnósticos energéticos realizados como parte de este Apartado III *“Diagnósticos de eficiencia energética a 3 edificios públicos municipales y su proyección zona metropolitana de Oaxaca”*, representaría una disminución en consumo de electricidad de 2,528,334 kWh/año, correspondiente a 1,246 tCO<sub>2eq</sub>/año; económicamente el ahorro por disminución del consumo de energía eléctrica resulta ser de MXN\$ 5,382,540 anuales, una inversión de MXN\$ 11,493,048, con un PSRI de 2.1 años.

#### **II.4.4. Energías Renovables**

##### *Energía Fotovoltaica*

En el caso de estudio de la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca (UTVCO), la capacidad instalada crítica para la factibilidad de un sistema fotovoltaico fue de 500 kW. Dentro de los casos revisados de inmuebles públicos de la ZMO la demanda energética era insuficiente para un proyecto fotovoltaico de tales dimensiones. En el proyecto de la UTVCO se propone el sistema más grande en el cual no se pierde la energía generada. Así, bajo las suposiciones realizadas el costo de la energía del proyecto fotovoltaico resulta casi un peso por kiloWatt hora más atractivo desde un punto de vista económico que seguir comprando la energía de la red durante la vida útil del proyecto. Esto implica ahorros a largo plazo. Sin embargo, programas de ahorro de energía y eficiencia energética pueden resultar más eficientes desde un punto de vista tanto económico como medio ambiental.

En el caso de la UTVCO, el proyecto fotovoltaico sustituiría en un inicio demanda completa de energía del inmueble. Dado que los módulos fotovoltaicos se deterioran debido a las condiciones climáticas y al deterioro del sistema, se prevé que el sistema pierda hasta un 25% de la eficiencia dentro de los 30 años para el cual fue calculado el sistema. De este modo, la carga sustituida por el proyecto fotovoltaico equivale al 87%

de la demanda total durante la vida del proyecto. Dicha sustitución de producción de energía eléctrica a partir de módulos fotovoltaicos representa un ahorro total de 7 362 toneladas de CO<sub>2</sub>. Para el proyecto fotovoltaico de la UTVCO se calcula que el costo de mitigación de GEI por tonelada de CO<sub>2</sub> es de 483 pesos.

**Beneficios Educativos y Didácticos:** El proyecto en la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca representa una oportunidad óptima para capacitar a estudiantes directamente con un proyecto fotovoltaico real. Por medio del proyecto fotovoltaico se podría iniciar un programa de estudio y capacitación de instalación de paneles fotovoltaicos. A nivel mundial una de las limitantes para expansión de proyectos fotovoltaicos ha sido la capacidad limitada de instaladores in situ.

### *Energía Solar*

Se realizó la estimación de la reducción de emisiones contaminantes consecuencia de la instalación de Calentadores Solares de Agua en sustitución de los sistemas actuales de calentamiento (asumiendo un número de viviendas totales para el año 2014 de 153,000 unidades y un Factor de Emisión para el Gas LP de 63,100 kg CO<sub>2</sub>/TJoules), obteniéndose un indicador de reducción de 1,321 kg CO<sub>2</sub>/vivienda anual; por lo tanto, el ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> considerando este total de viviendas en la ZMO, es de 202,113 Ton CO<sub>2</sub>.

Se estima que los costos por metro cuadrado de calentadores solar de agua instalados fluctúan entre \$3 000 MXN y \$ 4 400 MXN. El tiempo estimado de vida útil de los calentadores solares es de alrededor de 15 años. La superficie de captación solar requerida es de 2,6 m<sup>2</sup>. De esta manera, se obtiene que en promedio la inversión inicial necesaria es de \$9 620 MXN.

En cuanto a los ahorros por la sustitución de consumo de gas, de acuerdo con lo publicado en enero del 2014 en el DOF el costo por litro de gas natural licuado (LP) es varía entre 6.94 MXN/l y 7.14 MXN/l. El ahorro estimado por vivienda derivado de la instalación de un calentador solar de agua es de 850 litros de gas LP por año. Suponiendo que el precio del gas se mantuviera estable el calentador solar se pagaría en menos de 2 años (Tiempo de recuperación de la inversión: 1,67 años) como consecuencia de los ahorros de consumo de gas.

Al considerar un programa que incentive la instalación de calentadores solares a una escala Zona Metropolitana, que cubriera el 1 % de las unidades de vivienda social (1 500 unidades) que se registran en la Zona, se estima que el ahorro del consumo anual para los usuarios podría elevarse hasta 9 millones de pesos (MXN), lo cual representa casi 6 mil pesos (MXN) anuales por vivienda.

### *Minihidro*

- Las regiones Centro, Sur y Oeste del estado de Oaxaca presentan los niveles de caudales menos apropiados para el aprovechamiento minihidroeléctrico de derivación. En el caso de las regiones Centro y Oeste la causa más convincente es

el clima estacional muy marcado entre época de lluvias y época de secas. Aun cuando en las zonas altas hay climas templado y subtropicales, en las planicies dominan los climas semi secos. En el sur del estado correspondiente a la zona costera, el sistema montañoso de la Sierra Madre del Sur funciona como barrera y ocasiona que la mayoría de los escurrimientos en esta región sean de distancias cortas hacia la costa imposibilitando el desarrollo de ríos perennes. Sólo los ríos Verde y Tehuantepec, que desembocan en la costa tienen zonas de captación provenientes del centro del estado. En el primero existe un proyecto de represarlos (Presa Paso de Reyna) en el segundo ya existe la presa Benito Juárez.

- La región Noreste del estado presenta las mejores condiciones hidrológicas y topográficas para el establecimiento de plantas minihidroeléctricas de derivación, específicamente se identificó un área definida como “Zona Potencial 2”. No obstante en la zona montañosa donde se podrían encontrar las mejores caídas de agua, solo existen pequeños poblados dispersos para los cuales pudiera ser no costo-efectivo el establecimiento minihidroeléctrico para abastecimiento. Los asentamientos urbanos se presentan en la planicie.
- El aprovechamiento mini-hidroeléctrico por derivación de uso continuo se concibe no factible en el Estado de Oaxaca en la red hidrológica principal en el contexto de una oportunidad para mitigar las emisiones de GEI provenientes del uso energía en zonas urbanas.
- No se descarta la presencia de brotes (ojos de agua) de agua subterránea los cuales puedan ser susceptibles de aprovecharse mediante minihidroeléctricas, y cuya naturaleza no fuera identificada en el alcance del presente trabajo. Como el caso de la planta Tamazulapan, la cual no obstante se identifica como un caso no común donde las condiciones del medio físico fueron muy especiales.

#### **II.4.5. Relleno Sanitario**

El relleno sanitario seleccionado para el estudio se encuentra en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec. El relleno sanitario opera desde mayo de 2012 atendiendo a una población de 13,704 habitantes (INEGI, 2010), recibe alrededor de 7 toneladas diarias de RSU de las cuales aproximadamente 3.5 toneladas son residuos orgánicos<sup>5</sup>. Cuenta con una celda de 40 m x 62 m (superficie de 2,480 m<sup>2</sup>) y una capacidad para recibir 10 toneladas diarias y se prevé un cierre del sitio para el año 2027 con una capacidad de 54,750 toneladas.

El estudio de pre-factibilidad se evaluó mediante el “Modelo Mexicano de biogás versión 2.0” bajo dos escenarios de captura, la primera considerando una eficiencia del 50% y una segunda con una eficiencia del 75%. (SCS Engineers, 2009). Para el uso del biogás para la generación de energía eléctrica se evaluó con la tecnología de motogeneradores.

---

<sup>5</sup> \*Dato proporcionado por los operadores del sitio.

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo los dos escenarios de captura, se tiene una tesis negativa debido a que la generación de biogás es muy baja (1.985 m<sup>3</sup>/h en el 2033 para una eficiencia de captura del 75%), esto derivado de la baja cantidad de residuos orgánicos dispuestos en el relleno sanitario, por lo que invertir en el sistema de aprovechamiento vs el ahorro económico obtenido lo hace no bancable.

Una recomendación es que en el Estado se desarrollen políticas públicas encaminadas a la búsqueda del consenso entre municipios, para la selección de un sitio regional que cumpla con la NOM-083-SEMARNAT-2003. A la par, se lleve a cabo un manejo integral de residuos sólidos, donde se recuperen los subproductos con un valor comercial y se dé tratamiento a la fracción orgánica.

#### **II.4.6. Ingenio**

El Ingenio El Refugio, S.A. de C.V. es una empresa dedicada a la elaboración de meladura y azúcar mascabado, utilizando la caña de azúcar como materia prima; forma parte del Grupo Motzorongo, S.A. de C.V.; sus instalaciones se localizan en el Km 42 carretera Tierra Blanca-Tezonapa. Municipio de Cosolapa Oaxaca, C.P. 68411, México. El número de personas que laboran en planta durante el período de zafra está conformado de la siguiente<sup>6</sup> manera: 284 trabajadores sindicalizados de planta y 19 eventuales, además de 33 empleados.

Cuenta con una capacidad de molienda instalada de 3,056 toneladas de caña por día. El horario de trabajo es de 24 horas durante la época de zafra, la cual se extiende entre los meses de diciembre a marzo; y de 8 horas para el resto del año, período que se aprovecha para realizar reparaciones y modificaciones en la planta.

Utiliza 100% bagazo de caña como combustible para la generación de vapor en sus calderas, el cual emplea posteriormente en las áreas de generación de electricidad, en equipos de proceso (principalmente en turbinas), y en fábrica; el consumo de bagazo en sus 3 generadores de vapor<sup>7</sup>, es de 151,304 toneladas.

Para la generación de energía eléctrica cuenta con una planta de energía eléctrica, integrada por 2 turbogeneradores (de 2,500 kW y 1,500 kW). En el periodo de zafra, el grupo de turbogeneradores produce 5,454,732 kWh<sup>8</sup>, con un consumo de 70,368 toneladas de vapor.

---

<sup>6</sup> Información proporcionada por el Ingenio.

<sup>7</sup> Cuenta con cuatro calderas de las cuales una de ellas no se encuentra funcionando y de las tres restantes solo trabajan regularmente dos.

<sup>8</sup> Regularmente el Ingenio solo opera el turbogenerador de 2,500 kW.

El Ingenio cuenta además con un suministro de energía eléctrica de CFE en tarifa HM región sur. La electricidad se utiliza principalmente en los sistemas de iluminación, equipos de oficina (aire acondicionado, computadoras, etc.) y otros equipos en el área de proceso. El consumo anual promedio de electricidad suministrada por CFE, es de 568,028 kWh/año, con una demanda máxima facturable de 297 kW, y un importe de 1,258,439 MXN\$/año con IVA incluido

Como resultado del DE se ha determinado que la aplicación de todas las medidas planteadas en el presente informe representan un ahorro de energía de 23,109, GJ/zafra, equivalente a 3,213 toneladas de bagazo por zafra; una disminución en consumo de energía eléctrica de CFE de 164,435 kWh/año y disminución en demanda de 24.3 kW. De manera global estas medidas representarían para el Ingenio un ahorro económico de 566,289 MXN\$/año; una disminución de emisiones equivalente a 2,494 tCO<sub>2</sub>eq/año. La inversión requerida es de MXN\$ 774,816 con un periodo simple de recuperación de la inversión de 1.37 años.

A continuación se presenta un resumen general de los beneficios económicos por rubro, los cuales incluyen: energía térmica y energía eléctrica.

**Tabla II.6. Resumen de medidas de eficiencia energética en el Ingenio**

Oportunidad de ahorro de energía	Beneficios Ambientales	Beneficios Económicos (MXN\$/año)	Inversión (MXN\$)	PSRI <sup>9</sup> (Zafras)
1. Colocar aislamiento térmico en tuberías desnudas	Ahorro de energía: 7,037 GJ/zafra (Reducción en consumo de combustible en 927.81 t bagazo/zafra Reducción de emisiones: 708 tCO <sub>2</sub> eq/año	126,182	261,566	2
2. Eliminar fugas de vapor	Ahorro de energía: 5,098, GJ/zafra Reducción en consumo de combustible en 667 ton <sub>bagazo</sub> /zafra Reducción de emisiones: 520.43 tCO <sub>2</sub> eq/año	90,738	0	Inmediato
3. Reducir las pérdidas de vapor de desfogue, en el área de fábrica.	Ahorro de energía: 1,641 GJ/zafra Reducción en consumo de combustible en 29,204 ton <sub>bagazo</sub> /zafra Reducción de emisiones: 167.49 tCO <sub>2</sub> eq/año	29,204	0	Inmediato
4. Reducir las pérdidas de energía por el vapor de venteo	Ahorro de energía: 2,077, GJ/zafra Reducción en consumo de	36,973	0	Inmediato

<sup>9</sup> Periodo Simple de Recuperación de la Inversión.

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y MÉTODO DE REPLICACIÓN PARA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO  
 INVERNADERO EN EL ESTADO DE OAXACA Y ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE OAXACA

Oportunidad de ahorro de energía	Beneficios Ambientales	Beneficios Económicos (MXN\$/año)	Inversión (MXN\$)	PSRI <sup>9</sup> (Zafras)
	combustible en 273 ton <sub>bagazo</sub> /zafra Reducción de emisiones: 2012 tCO <sub>2</sub> eq/año			
5. Colocar aislamiento térmico en tanques	Ahorro de energía: 7,221 GJ/zafra Reducción en consumo de combustible en 945 ton <sub>bagazo</sub> /zafra Reducción de emisiones: 737.13 tCO <sub>2</sub> eq/año	128,090	273,090	1.9
6. Retirar tubería de vapor inactiva	Ahorro de energía: 149 GJ/zafra Reducción en consumo de combustible en 27.1 ton <sub>bagazo</sub> /año Reducción de emisiones: 21 tCO <sub>2</sub> eq/año	3,690	0	Inmediata
7. Eliminar uso innecesario de Iluminación	Ahorro de energía: 68,597 kWh/año Combustible 45 ton <sub>bagazo</sub> /año Reducción de emisiones: 51.11 tCO <sub>2</sub> eq/año	55,364	0	Inmediata
8. Reemplazar iluminación ineficiente	Ahorro de energía: Reducción en consumo de electricidad de 95,838 kWh/año y en combustible 75 ton <sub>bagazo</sub> Reducción de emisiones: 76 tCO <sub>2</sub> eq/año	95,838	96,048	2.5
<b>Total</b>	<b>Ahorro de energía:</b> <b>23,109 GJ/zafra</b> <b>Disminución en consumo de energía eléctrica (CFE):</b> <b>164,435 kWh/año</b> <b>Disminución en demanda (CFE): 24.3 kW</b> <b>Reducción en consumo de combustible: 3,256 ton<sub>bagazo</sub></b> <b>Reducción de emisiones:</b> <b>2,494 tCO<sub>2</sub>eq/año</b>	<b>566,289</b>	<b>774,816</b>	<b>1.37</b>

Fuente: Elaboración propia, 2014

## **II.5. Determinación de la factibilidad de implementación de las medidas de disminución de emisiones de GEI por sector.**

### **II.5.1. Análisis de factibilidad**

El análisis de factibilidad global se debe componer de las partes importantes para poder implementar el Plan en una forma realista y alcanzable, considerando los aspectos: Presupuestal: examinar el presupuesto del municipio y del estado; Socioeconómico: con las implicaciones hacia la sociedad; Legal: contar con los lineamientos o no transgredir los existentes; Político: examinar las condiciones políticas de la ZMO y del estado; Ambiental: que es su objetivo intrínseco y administrativo. A continuación se presenta una tabla con los factores obtenidos a partir de los resultados de los diagnósticos considerando estos aspectos.

**Tabla II.7. Matriz de Factibilidades**

Objetivo	Resultado	Fact. Técnica	Fact. Ambiental	Fact. Económica	Socioeconómica	Legal/Político
Mejorar eficiencia de Sistemas de transporte urbano de ZMO	1 328 autobuses, 11 511 taxis y 1,775 mototaxis, de estos últimos el consumo de combustible actualmente es de 7,569,452 litros/año. Emisiones 18,285 t CO <sub>2</sub> / año; gasto en combustible de \$91,817,452 MXN/año;	Conducción Técnico – Económica de los transportes	Propuesta de capacitación y buenas prácticas en mantenimiento con disminución de emisiones de 3,290 tCO <sub>2eq</sub> /año al ambiente	Ahorro (mototaxis) de 1,362,519 litros de gasolina al año; ahorro con capacitación y buenas prácticas en mantenimiento equivalentes a MXN\$ 16, 527,364	Capacitación operadores y buenas prácticas en mantenimientos en mototaxis	Gestión del transporte para seguimiento y control de desempeño para eficiencia energética: mantenimiento, diseño de rutas, planeación y selección de vehículos
Mejorar eficiencia en el alumbrado público en 22 municipios de la ZMO	35 398 lámparas; 8 611 Ton CO <sub>2</sub> ; más de 10 tipos diferentes de lámparas; Indicadores: 238 lámparas/km <sup>2</sup> ; 0.11 kWh/km <sup>2</sup>	Establecer un procedimiento de mantenimiento (preventivo) municipal; Establecer una metodología de reparación; Revisión de fotocelda: revisión periódica horario adecuado	Emisiones de CO <sub>2</sub> ahorradas: 2,583 ton/año	Ahorro de \$12,103,450	Invitar a la población a reportar problemas en las luminarias de alumbrado público	
Eficiencia energética en las áreas de la administración pública de la ZMO	Los mayores consumos corresponden a equipos de cómputo e iluminación, con emisiones de 6,186 tCO <sub>2</sub> /año (en 772 escuelas, 21 edificios municipales y 79 unidades médicas).	Implementación de tecnologías de alta eficiencia. Sustitución de luminarias. Sistema de administración energética.	Reducción de 1,246 tCO <sub>2</sub> eq/año	Reducción en consumo de energía eléctrica de 2,528 MWh/año. Con un costo de inversión total de aproximadamente MXN\$11,493,048 Ahorro económico	Optimización en el uso de equipos de cómputo.	Programa gubernamental de ahorro de energía: modificación de horarios

				de MXN\$ 5,382,540 anuales (considerando un costo ponderado de 1.29 \$/kWh), con un periodo simple de recuperación de la inversión (PSRI) de 2.9 años.		
Rellenos sanitarios;	Las emisiones del sector de manejo y disposición de residuos en en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec (13,704 habitantes (INEGI, 2010), 7 toneladas diarias de RSU (con 50% de residuos orgánicos)	Evaluado bajo dos escenarios de captura, se tiene una tesis negativa (generación de gas demasiado baja).	NA	NA	NA	
Energías renovables	<u>Calentadores</u> Emisiones totales sin usar calentadores solares de 237,780 t CO <sub>2eq</sub> /año	<u>Calentadores.</u> Son sistemas simples	<u>Calentadores</u> Las emisiones que se reducirían son 202,113 tCO <sub>2eq</sub> /año	<u>Calentadores</u> El calentador solar por vivienda se pagaría en menos de 2 años (Tiempo de recuperación de la inversión: 1,67 años) por los ahorros de consumo de gas.	<u>Calentadores:</u> crear fuentes de trabajo.	<u>Calentadores</u> Programa de Vivienda Sustentable: dar financiamiento a viviendas nuevas, integrando criterios de sustentabilidad como la instalación de colectores solares, sistemas

	<p><u>Fotovoltaico</u> Se analizó el caso, de consumo de energía de la Universidad de los Valles Centrales de Oaxaca, con emisiones promedio de 282 tCO<sub>2</sub>/año</p> <p><u>Minihidro</u> La mini-aplicación de sistemas hidroeléctricos no se encontró factible para la disminución de GEI en el Estado principalmente por la ausencia de condiciones ambientales idóneas (caudal y alturas)</p>	<p><u>Fotovoltaico</u> Es factible técnicamente; solo requiere capacitar personal</p>	<p><u>Fotovoltaico</u> El sistema equivale al 87% de la demanda total durante una vida de proyecto con un ahorro promedio de 245 t CO<sub>2</sub>/año. Para 143 IES en el estado (INEGI, 2012), se proyecta una disminución de 35,093 tCO<sub>2</sub>/año.</p>	<p><u>Fotovoltaico</u> El ejemplo de la UTVCO muestra que el costo de la energía del proyecto fotovoltaico resulta un peso por kiloWatt hora menor que seguir comprando la energía de la red. El costo de mitigación de GEI por tCO<sub>2</sub> es de 483 pesos.</p>	<p><u>Fotovoltaico</u> Beneficios educativos y didácticos al capacitar estudiantes en un proyecto de estudio y práctico de paneles fotovoltaico real. A nivel mundial una de las limitantes para expansión de proyectos fotovoltaicos es la capacidad limitada de instaladores in situ.</p>	<p>ahorradores de energía, <u>Fotovoltaico</u> Edificios Sustentables– Establecer sistemas de certificación ambiental para inmuebles comerciales y residenciales</p>
Mejorar eficiencia	Ingenio El Refugio, S.A. de C.V. capacidad de	Colocar aislamiento	Ahorro de energía de 23,109	Estas medidas representaran un	NA	NA

energética en Ingenio Azucarero;	molienda 3,056 ton de caña/día. Consumo promedio de electricidad de 568,028 kWh/año, 1,258,439 MXN\$/año	término en tuberías desnudas; Eliminar fugas de vapor; Reducir pérdidas de vapor de desfogue, en el área de fábrica; Reducir pérdidas de energía por el vapor de venteo; Colocar aislamiento térmico en tanques; Retirar tubería de vapor inactiva; Eliminar uso innecesario de iluminación; Reemplazar iluminación ineficiente	GJ/zafra, una disminución en consumo de energía eléctrica de 164,435 kWh/año y disminución en demanda de 24.3 kW; disminución de emisiones equivalente a 2,494 tCO <sub>2</sub> eq/año.	ahorro económico de 566,289 MXN\$/año; La inversión requerida es de MXN\$ 774,816 con un periodo simple de recuperación de la inversión de 1.37 años.		
----------------------------------	--	---	---	---	--	--

**Tabla II.8. Análisis de factibilidades**

Objetivo	Línea base (tCO <sub>2</sub> / año)	Disminución potencial (tCO <sub>2</sub> / año)	Otros beneficios	Implicaciones	
				Políticas	Legales
Mejorar eficiencia de Sistemas de transporte urbano de ZMO	18,285	3,290	Mejoramiento de calidad de vida de la población	Difíciles negociaciones con concesionarios	Introducir lineamientos de planeación de rutas y de compra de vehículos
Mejorar eficiencia en el alumbrado público en 22 municipios de la ZMO	8,611	2,583	Imagen política de congruencia		
Eficiencia energética en las áreas de la administración de la ZMO	6,327	1,246	Imagen política de congruencia	Requieren acuerdos entre actores	Modificación de horarios
Rellenos sanitarios en el estado de Oaxaca	NA	NA	Mejoramiento de calidad de vida de la población	Difíciles negociaciones con pepenadores. Acuerdos entre municipios	
Energías renovables en la ZMO	(Cal) 237,780 (Fot) 40,270	(Cal) 202,113 (Fot) 35,093		Beneficios a largo plazo, requieren inversión	Existe marco legal
Ingenios		2,494	Reducción en el riesgo de manejo de bagazo	NA	NA
<b>Total</b>	<b>311,273</b>	<b>246,819</b>			

Resulta evidente que la factibilidad ambiental y la técnica económica son positivas para el establecimiento de las medidas de disminución de GEI. Asimismo, los aspectos legales en su mayoría están cubiertos con lo existente actualmente. Respecto a lo económico, la mayor parte de las inversiones se verán recuperadas en periodos menores de 2 años, con excepción de las medidas de energía renovable, y hay fuentes de financiamiento disponibles, por lo que resta principalmente establecer los acuerdos políticos y sobre todo, la parte organizacional y de gestión.

## **II.6. Priorización de las medidas por su impacto**

Los tres mayores orígenes en la generación de GEI son el transporte, el manejo de los residuos sólidos urbanos y de otra manera, el uso residencial de gas y en las áreas de servicios (en este caso de estudio de energías renovables las IES). Por parte de los potenciales de ahorro, los mayores resultan en los dos últimos casos, aun cuando en el transporte solo se examinó unos de los aspectos que es el de mejora en mantenimiento y operación. Con un mejor diseño de rutas y renovación de la flota vehicular, los ahorros aumentarían. Los otros 3 aspectos, iluminación urbana, áreas administrativas e ingenio (que es una empresa individual) tienen un impacto menor.

Por tanto, en orden de prioridades puramente ambientales, la primera área para atacar sería el establecimiento de calentadores solares en uso residencial de forma masiva. En forma paralela se podrían establecer las medidas de mejoramiento de transporte.

Al considerar los aspectos sociales, el establecimiento de calentadores solares en uso residencial aportan también los mayores beneficios hacia la población, aun cuando sea a largo plazo, pero el que también presenta la mayor dificultad en su establecimiento debido al trabajo requerido para su implementación

La decisión de la priorización de las medidas a implementar deberá tomarse apoyándose en una evaluación de costo-beneficio específica en cada caso.

## **II.7. Planes de implementación gubernamentales para el estado**

En este apartado se presenta el plan de implementación con sus etapas, así como propuestas de planes de acción anuales, para 1 año, considerando que puede ser avanzado en los dos años siguientes de una administración municipal, por la duración de la gestión de las autoridades municipales y delineando las actividades específicas por realizar en cada caso.

En un plan de implementación de las medidas de reducción de GEI, como en cualquier otro, se debe partir de los diagnósticos puntuales de las necesidades y de las metas que se buscan obtener. Se deben presentar de forma clara las acciones que se deben efectuar y debe contar con la aportación y el compromiso del equipo de trabajo que se verá involucrado en la implementación, no solamente de las áreas de planeación, en este caso las autoridades gubernamentales del estado de Oaxaca y de los municipios

de la zona metropolitana de Oaxaca, de los actores y beneficiarios, principalmente de la sociedad.

El Plan de implementación debe integrar los seis siguientes aspectos: legales, administrativos, reglas de operación, política y políticas, monitoreo y evaluación y comunicación.

#### Aspectos legales.

El plan debe contar con el sustento legal y normativo que permita su implementación. Esto involucra desde los acuerdos de coordinación entre Estado y Municipios, además de con los otros actores. No se prevé que se requiera la creación de una nueva agencia de gobierno, pero sí de un acuerdo de coordinación entre los órdenes de gobierno, que considere las facultades y obligaciones así como el responsable en cada caso. En este se establecen las responsabilidades y actividades de cada uno de ellos. Se podrán producir lineamientos o disposiciones administrativas que enmarquen y ayuden a la implementación. En la planeación se deberá también considerar principalmente los tiempos requeridos para dichas modificaciones legales. En cada caso se deberá asegurar que no existan impedimentos legales para las funciones de implementación.

#### Aspectos administrativos.

El Plan debe contener la estrategia de aseguramiento de los recursos financieros para su ejecución. La ventaja de este trabajo consiste en que la mayor parte de los hallazgos de los diagnósticos contienen aparejados ahorros económicos, como sucede en la prevención de la Contaminación. Por ello, se requerirá un financiamiento inicial, pero que irá siendo amortizado o compensado por los ahorros obtenidos a lo largo de la vida de la implementación.

- Los recursos humanos requeridos deben considerar el número de personas y su calificación profesional así como un organigrama del personal.
- La infraestructura física no resulta especialmente importante en este caso, en lo referente a oficinas y espacios, pero sí en el caso del transporte al modificarse gradualmente la flota vehicular así como en el caso los rellenos sanitarios.
- Los recursos tecnológicos resultan los de mayor importancia, ya que la implementación de los resultados de los diagnósticos requiere principalmente recursos tecnológicos, en el aspecto humano y material. Software de cálculo son necesarios para la implementación de las medidas fotovoltaicas, pero que también pueden ser compartidos con las universidades.
- Programación presupuestal para la consecución de las metas, en varios de los casos pueden ser compartidos y no solamente erogarse por el gobierno en sus dos órdenes. Se incluiría en el POA de 2015.

### Reglas de operación.

Esto aplica principalmente a la política pública, pero en este caso, el Plan de implementación puede también integrar las consideraciones, que servirán como sustento para la estrategia de comunicación. Se deberá establecer una introducción donde se presenten las razones que motivan el plan de manera concreta y resumida. La alineación del plan con los ejes u objetivos del Plan estatal de desarrollo y como está insertado dentro del plan nacional de desarrollo le dará al Plan la justificación. Integrar el objetivo general y los objetivos específicos desglosados a partir del primero. En este caso se presentan también metas numéricas por lograr en cada año. Finalmente, establecer los lineamientos generales de las especificaciones técnicas que incluyen cobertura territorial, población objetivo, criterios y requisitos de elegibilidad, criterios de selección, tipos de apoyo y sus montos, derechos y obligaciones de los participantes (beneficiarios), padrones de beneficiarios instancias participantes, mecánica operativa y sistemas de monitoreo y evaluación.

### Política y políticas.

En algunos planes esto puede ser establecido como “Gestión”. Es un elemento fundamental para la implementación del Plan. El contenido principal a establecerse es el cabildeo con los actores, a favor y en contra de los planes. Para ello es necesario identificar y conocer a los involucrados, conocer sus capacidades (poder) económico y social (como sería en este caso los operadores del transporte y los pepenadores de los rellenos), concientizar a quienes toman las decisiones y comprometerlos.

### Monitoreo y Evaluación.

Es esencial definir los indicadores del cumplimiento del Plan. Estos indicadores en la mayoría de los casos se establecen como indicadores de eficiencia. Sin embargo, los más importantes de definir son los indicadores de impactos, una vez que la implementación del plan haya sido establecida. Los indicadores deberán basarse en las reglas de operación. Se deben establecer las fechas de evaluación y además de las evaluaciones internas, deberá buscarse también evaluaciones periódicas externas, lo más imparcial que pueda ser posible.

### Estrategia de comunicación.

Debe integrar la comunicación interna y externa. La primera será dirigida hacia el equipo y actores que implementarán, esto es funcionarios gubernamentales y otras entidades privadas. La externa estará diseñada y aplicada hacia los actores involucrados y los usuarios y/o beneficiarios y la sociedad en general. Deberá incluir la elaboración de documentos básicos (como las reglas de operación), talleres periódicos bien planeados y los medios electrónicos cada vez más utilizados. En ambos casos, se deberán plantear los objetivos y metas claras, la justificación para tomar ciertas medidas, así como los costos y fuentes de financiamiento. Sobre todo, se enfatizará en los beneficios permanentes y a largo plazo que se obtendrán al implementar el plan así como la necesidad de introducir cambios de comportamiento en patrones de consumo

y uso con la correspondiente ganancia no solo ambiental sino social. Deberá contarse con una persona especializada en comunicación o mercadotecnia social.

**Tabla II.9. Plan de Implementación del Diagnóstico de Eficiencia Energético del Apartado I.**

APARTADO I. DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE OAXACA.																	
Objetivo	Indicadores	Metas	Actividades	2015												Responsable	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Capacitación de Operadores	Centro de formación de operadores establecido	Un centro.	Elaborar convenio -Gov. Municipal y Gov. Estatal	■	■											GE, GM y GT
				Elaborar plan de co-financiamiento			■	■									GE y GM
				Designar lugar para el Centro			■	■									GE
				Remodelar y adecuar las instalaciones				■	■	■							GE y GM
				Administrar centro de capacitación					■	■	■	■	■	■	■	■	GE y GM
	Alumnos capacitados	Curso para 708 alumnos	Diseñar contenido del curso		■	■	■	■							C		
		Impartir y evaluar resultados					■	■	■	■	■	■	■	C			
2	Cambio Tecnológico	Unidades con mas de 15 años de uso	10% disminuidas	Reforzar el programa de “deschatarización” mediante mayor apoyo financiero	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	GE	
3	Mantenimiento de Vehículos	Unidades con registro de mantenimiento	33% con registro	Conseguir de financiamiento	■	■	■	■	■							GE, GM y GT	
				Reordenar y mejorar las áreas del taller				■	■	■	■	■	■	■	■	GT	
				Elaborar procedimientos para eficientar actividades del taller					■	■	■	■	■	■	■	GT	
	Unidades con registro de mantenimiento óptimo	33% con registro	Elaborar programa de compra de insumos				■	■	■	■	■	■	■	■	GT		
			Capacitar personal encargado del chequeo y las composturas					■	■	■	■	■	■	■	GT		
4	Vigilancia y control de los consumos del combustible	Rutas sistematizadas en el registro del consumo de combustible.	100% de rutas	Establecer procedimientos para la adquisición del combustible	■	■	■	■								GT	
				Desarrollar sistema para registros de consumo			■	■	■	■	■	■	■	■	■	GT	
				Establecer registro													
5	Selección Técnica	Vehículos adquiridos	100% de los	Elaborar procedimiento de					■	■	■	■				GT	

	de vehiculos	cumplen con requisitos técnicos establecidos	vehículos	critérios ambientales de adquisición de vehículos															
6	Implementación de un sistema de información para el análisis y toma de decisión en la política de transporte	Rutas del servicio de transporte integradas a Sistema de información	33% de las rutas	Establecer sistema de acopio de información de actividades 1 a 5															GT
Establecer sistema de acopio de información de otras actividades: número de usuarios, programación y tiempos de recorrido.																			

**Tabla II.10. Plan de Implementación del Diagnóstico de Eficiencia Energético del Apartado II.**

APARTADO II. DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ESTIMACIÓN DE GEI EN EL ALUMBRADO PÚBLICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE OAXACA.																				
	Objetivo	Indicadores	Metas	Actividades	2015												Responsable			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
7	Sustitución de lámparas ineficientes	Lámparas sustituidas	7% de las lámparas	Conseguir financiamiento	■	■	■	■	■									GM		
				Elaborar programa de sustitución			■	■											GM	
				Rentar equipo para manipular las lámparas (grúas)				■	■	■										GM
				Comprar accesorios para adaptaciones				■	■	■	■									GM
				Contratar y capacitar cuadrillas				■	■	■	■	■								GM
				Establecer procedimientos para la ejecución y registro de las actividades								■	■	■	■					GM
8	Establecer un procedimiento de mantenimiento (preventivo) municipal;	Luminarias del municipio inspeccionadas dos veces	100% de las luminarias	Rentar equipo para manipular las lámparas (grúas)				■	■	■	■						GM			
				Contratar y capacitar cuadrillas				■	■	■	■	■							GM	
				Establecer procedimientos para la ejecución y registro de las actividades								■	■	■	■					GM
				Limpiar luminarias							■	■	■	■	■					GM
				Verificar funcionamiento							■	■	■	■	■					GM
				Revisar fotoceldas							■	■	■	■	■					GM
9	Reparación de luminarias en el menor tiempo posible	Anomalías reportadas, atendidas y resueltas en menos de 2 días	100% de las anomalías	Establecer un procedimiento de reparación			■	■	■								GM			
				Contratar y capacitar cuadrillas							■	■							GM	
				Comprar material necesario				■	■	■	■	■							GM	
10	Involucrar a la población	Anomalías registradas reportadas por la población	100% de anomalías	Implementar el uso de una línea telefonica					■	■	■						GM			
				Implementar campañas de información							■	■	■						GM	

**Tabla II.11. Plan de Implementación del Diagnóstico de Eficiencia Energético del Apartado III.**

APARTADO III: DIAGNÓSTICOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA A 3 EDIFICIOS PÚBLICOS DE OAXACA Y SU PROYECCIÓN A ZONA METROPOLITANA																		
	Objetivo	Indicadores	Metas	Actividades	2015												Responsable	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	<b>Escuelas:</b> Optimización de sistemas de iluminación	Luminarias sustituidas	10,000 luminarias	Realizar diagnósticos por plantel, del número y ubicación de las luminarias por sustituir	█	█	█	█	█	█	█	█	█				GM y U	
				Definir y aplicar esquemas de financiamiento	█	█	█	█										GE, GM y E
				Instalar el nuevo material de iluminación				█	█	█	█	█	█	█	█			
1 2	<b>Escuelas:</b> Implementar un sistema de administración energética	Planteles con implementación de un sistema de administración energética	20% de los planteles	Identificar el grupo de planteles prioritarios	█	█	█										GM y E	
				Establecer convenios de colaboración			█	█										GM y E
				Capacitar y dar soporte a las escuelas				█	█	█	█	█	█	█	█			
				Dar seguimiento				█	█	█	█	█	█	█	█			GM y E
1 3	<b>Edificio publico:</b> Análisis de tarifas	Edificios públicos con diagnósticos de consumo y tarifa energética	30% de los edificios	Elaborar convenios de colaboración Municipios – Gob. Estatal – equipos consultores (Universidades)	█	█	█										C	
				Capacitar equipos de diagnosticos				█	█									
				Realizar visitas e inspecciones a los edificios para recopilación de información				█	█	█	█	█	█	█	█			
				Elaborar diagnósticos y recomendaciones para cada edificio				█	█	█	█	█	█	█	█			
1 4	<b>Edificio publico:</b> Sustitución del sistema de iluminación	Edificios públicos con implementación de sustitución de luminarias	30% de los edificios	Determinar esquemas de financiamiento	█	█	█									GE y GM		
				Identificar el número y ubicación de las luminarias por sustituir en cada edificio				█	█	█	█							GM y C
				Comprar instalar las nuevas					█	█	█	█	█	█	█			

				luminarias																					
1 5	<b>Edificio publico:</b> Sistema de gestión energética	Edificios municipales con implementación de un sistema de administración energética	50% de los edificios	Identificar el grupo de edificios municipales prioritarios																	GM y C				
				Establecer convenios de colaboración																				GM y C	
				Capacitar y dar soporte técnico a los edificios públicos																					GM y C
				Establecer un seguimiento																					GM y C
1 6	<b>Hospitales:</b> Optimizar sistema de iluminación	Hospitales con implementación de procedimientos de optimización de sistemas de iluminación	20% de los hospitales	Elaborar convenios de colaboración Hospitales-Gob. Estatal- equipos consultores																		GE, H y C			
				Realizar visitas de inspección y diagnósticos a hospitales																				C	
				Capacitar al personal de los hospitales sobre los nuevos procedimientos																					C
1 7	<b>Hospitales:</b> Sistema de administración energética	Hospitales con implementación de un sistema de administración energética	20% de los hospitales	Identificar el grupo de Hospitales prioritarios																			H y C		
				Establecer convenios de colaboración																					GE, H y C
				Capacitar y dar soporte técnico al personal de los Hospitales																					C
				Establecer seguimiento de los sistemas																					
1 8	<b>Hospitales:</b> Instalar variadores de frecuencia en las UMAs (unidades manejadoras de aire)	Hospitales con instalación de variadores de frecuencia en las UMAs	100% de hospitales	Determinar financiamiento																			H		
				Comprar material																					H
				Instalar equipos																					

**Tabla II.12. Plan de Implementación del Apartado IV.**

<b>APARTADO IV. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DE OPORTUNIDADES EN LA MINI-APLICACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES SOLAR (FOTOVOLTAICA Y FOTO TÉRMICA) E HIDROELÉCTRICA, APLICADAS EN LA ZONA METROPOLITANA DE OAXACA</b>																				
	Objetivo	Indicadores	Metas	Actividades	2015												Responsable			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
19	Establecer un sistema de energía fotovoltaica en universidades del estado de Oaxaca.	Sistema fotovoltaico en una universidad	Un sistema fotovoltaico	Elaborar convenio Univ-Gob	█	█												GE y U		
				Conseguir financiamiento		█	█	█	█	█	█								GE y U	
				Contratar diseño de sistema							█	█	█							U
				Implementar y probar sistema									█	█	█	█				U y C
20	Capacitación y formación de recursos humanos especializados en el dimensionamiento e instalación de sistemas fotovoltaicos.	Capacitación de estudiantes de último grado para instalación de paneles fotovoltaicos	10 estudiantes capacitados	Determinar temario de capacitación	█	█												U y C		
				Determinar a los 10 estudiantes con el perfil más adecuado para recibir la capacitación		█	█													U
				Asignar docentes, instalaciones y horarios para la ejecución de la capacitación			█	█	█	█	█	█	█	█						U
21	Programa que incentive la instalación de calentadores solares a una escala Zona Metropolitana	Instalación de calentadores solares en unidades de vivienda social.	5 % de las unidades	Determinar esquema y monto de financiamiento necesario	█	█	█											GE		
				Identificar a la población objetivo para dicho apoyo				█	█	█										GE
				Establecer el mecanismo de formalización de entrega de los apoyos						█	█	█								GE
				Establecer seguimiento de la efectiva aplicación del apoyo									█	█	█	█				GE

**Tabla II.13. Plan de Implementación del Apartado V.**

APARTADO V: ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE GEI Y SU ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO EN UN RELLENO SANITARIO DENTRO DE LA ZONA METROPOLITANA DE OAXACA																			
	Objetivo	Indicadores	Metas	Actividades	2015												Responsable		
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
2 2	Separación selectiva	Separación selectiva en organicos e inorgánicos de residuos generados.	20% de los residuos generados	Determinar un esquema de financiamiento	■	■	■											GE y GM	
				Realizar campañas de concientización de separación en la fuente			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			GM
				Instalar una planta de separación				■	■	■	■								GE y GM .
				Contratar personal y operación de la planta de separación							■	■	■	■	■	■	■		GM
2 3	Aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos	Aprovechamiento de los residuos sólidos separados	100% de los residuos separados	Determinar el destino de los residuos revalorizados					■	■	■						GM		
				Elaborar convenios de colaboración en su caso. Planta de separación – organismo receptor de residuos revalorizados.					■	■	■							GM	
2 4	Producción de composta	Tratamiento para la producción de composta de los residuos orgánicos separados	100% de los residuos orgánicos separados	Determinar el esquema de financiamiento	■	■	■										GE y GM		
				Determinar el lugar y el diseño ejecutivo de la(s) planta			■	■	■								GM		
				Ejecutar los trabajos de construcción de la planta					■	■	■						GM		
				Operar las plantas de composta							■	■	■	■	■	■	GM		
				Establecer el destino final de la composta						■	■	■					GM		

**Tabla II.14. Plan de Implementación del Apartado VI.**

APARTADO VI: INGENIO																				
	Objetivo	Indicadores	Metas	Actividades	2015												Responsable			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
25	Mejorar el sistema térmico	Implementación de medidas de mejora de aislamiento térmico	100%	Colocar aislamiento térmico en tuberías desnudas														I		
				Colocar aislamiento térmico en tanques																
26	Mejorar el sistema de vapor	Implementación de medidas de mejora en sistema de vapor	100%	Eliminar fugas de vapor														I		
				Reducir las pérdidas de vapor de desfogue																
				Reducir las pérdidas de energía por el vapor de venteo																
				Retirar tubería de vapor inactiva																
	Mejorar el sistema eléctrico	Implementación de medidas de mejora eléctrica	100%	Eliminar uso innecesario de iluminación														I		
				Reemplazar iluminación ineficiente																

**Nota:** GE, Gobierno del Estado; GM, Gobierno Municipal; GT, Gremio Transportistas; C, Consultores; H, Hospitales; E, Escuelas, I, Ingenio y U, Universidad.

## **II.8 Sistemas de financiamiento**

Actualmente existen varias opciones de financiamiento para el sector energético dirigidas a los gobiernos municipales, así como a otros actores, enfocadas, principalmente, en atender propuestas con un alto impacto social, que hagan uso de fuentes de energías renovables, y también aquellas que promuevan el uso eficiente de la energía eléctrica.

La Tabla II.15, busca orientar sobre estas diferentes opciones de financiamiento, sobre las condiciones crediticias existentes, acceso a fondos, programas, proyectos o ayudas de organismos e instituciones nacionales o internacionales; las cuales, deben ser consideradas previamente a la implementación de las acciones que permitirán reducir las emisiones de GEI en la ZMO.

**Tabla II.15. Sistemas de Financiamiento dirigidos a gobiernos municipales**

<b>Uso Y Generación De Energías Renovables</b>							
<b>Nivel</b>	<b>Institución</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tipo de apoyo</b>	<b>Monto establecido</b>	<b>Alcance</b>	<b>Condiciones y comentarios o características principales</b>	<b>Temas de incidencia</b>
<b>NACIONAL</b>	<b>SEDESOL</b>	<b>Fondo de Aportaciones para Infraestructura Social (FAIS)<sup>1</sup></b>	Aportación Federal	De acuerdo al Municipio	A Estados y Municipios y demarcaciones del D.F:	Deben beneficiar directamente a población en pobreza extrema, localidades con alto o muy alto nivel de rezago social. Que atiendan prioritariamente las carencias sociales identificadas en el Informe Anual realizado por la SEDESOL. Al menos una parte en Zonas de Atención Prioritarias (ZAP) urbanas.	Instalación, ampliación, mantenimiento y sustitución de electrificación no convencional (energía eólica, solar fotovoltaica y solar térmica).
		<b>Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP)<sup>2</sup></b>	Aportación Federal	a) Categoría de servicios básicos en la vivienda, monto máximo de 5 millones de pesos b) Infraestructura social comunitaria, monto máximo de 6 millones de pesos.	Únicamente para localidades ubicadas en ZAP rurales y localidades de muy alta y alta marginación, ubicadas en municipios de media marginación.	Destinados a atender los rezagos en las carencias de calidad, espacios y servicios básicos en la vivienda. Pueden ser solicitados por las autoridades locales. Debe incluir participación financiera de estados y/o municipios e incluir mano de obra de la comunidad, entre otras condiciones.	Entre los tipos de apoyo se encuentran el acceso al servicio eléctrico convencional y no convencional, en la categoría de “Servicios básicos en la vivienda”, mientras que en la categoría de infraestructura social comunitaria se encuentra la construcción, rehabilitación y/o equipamiento de redes para la distribución de energía eléctrica convencional o no convencional, centros comunitarios, espacios de salud, educativos, entre otros.

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y MÉTODO DE REPLICACIÓN PARA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL ESTADO DE OAXACA Y ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE OAXACA

<b>BANOBRAS</b>	<b>Programa BANOBR AS-FAIS<sup>3</sup></b>	Anticipar los recursos del FAIS por cada año de gestión de los Gobiernos Municipales.	Crédito de hasta el 25% de los recursos que recibe el Municipio del Fondo.	Preferentemente , para aquellos municipios de entidades con alto nivel de marginación y con nulo o limitado acceso al crédito bancario.	Entre las características destaca: a) La tasa de interés será fija, en función de la calificación del crédito. b) El plazo del crédito hasta el último mes efectivo en que reciba recursos del FAIS. c) La fuente de pago son los recursos del FAIS. d) Los pagos se hace a través de un Fideicomiso. d) El Municipio podrá ejercer el crédito hasta en dos disposiciones, en máximo seis meses.  Los requisitos mínimos son: Solicitud de ingreso al Programa, Autorización del Cabildo para contratar el crédito, Aprobación del Congreso local; la Calificación de la estructura por parte de una empresa calificadora autorizada por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores CNBV y la Constitución del Fideicomiso	Los financiamientos se destinan para la ejecución de proyectos en infraestructura básica con alto impacto social, que incluye la electrificación y en términos generales los mencionados en el apartado del FAIS.
	<b>Créditos a Estados y Municipios<sup>3</sup></b>	Financiamiento y Asistencia Técnica		A Estados y Municipios y sus respectivos organismos públicos	Deben incidir en el nivel de vida de la población, se financia el desarrollo de infraestructura con alto impacto social. También busca posibilitar la ejecución de obras de gran magnitud y beneficios de largo plazo.  Los requisitos mínimos incluyen: Autorización del Cabildo para contratar el crédito, Aprobación del Congreso Local, Certificación Crediticia y la Solicitud de Crédito.	Otorga financiamientos, entre otros, para: a) Manejo y disposición de residuos sólidos; incluidos los rellenos sanitarios y biodigestores. b) Ahorro y uso eficiente de energía: en edificios públicos, luminarias, equipos ahorradores, entre otros.

		<b>Programa de Residuos Sólidos (PRORESO L)</b> <sup>4</sup>	Apoyos no Recuperables para Estudios de Factibilidad, así como para Proyectos de Inversión, con recursos del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN)	Esquema mediante el cual la Iniciativa Privada y el FONADIN aportan el 100% de la inversión en infraestructura	A Estado y Municipios, a fin de incentivar la participación privada	Apoya tanto para: a) Estudios de Factibilidad; este apoyo es por el equivalente de hasta el 50% del costo del Estudio. b) Proyectos; otorga apoyos de hasta el 50% del costo total, Para el otorgamiento de apoyos, los proyectos se clasifican en: - Mayores de 20mdp (indispensable Estudios de Factibilidad). - Menores de 20mdp (necesaria la Justificación Económica por etapa).  Entre los requisitos principales están; Proyecto técnicamente viable, tener fuente de pago propia, sujetarse a un procedimiento de contratación en cumplimiento del artículo 134 de la Constitución, contemplar la participación del sector privado y contar con el registro en la Cartera de Programas y Proyectos de Inversión de la SHCP.	Dentro de los Proyectos de Inversión que considera el Programa, se tiene el Equipamiento de Rellenos Sanitarios.
OTROS ESTIMULOS NACIONALES	Ley ISR (11/12/2013)	<b>Depreciación del 100% para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente</b> <sup>5</sup>	No hay monto definido, de acuerdo al costo de los equipos	Cualquier contribuyente	La maquinaria y equipo debe encontrarse en operación o funcionamiento durante un periodo mínimo de 5 años inmediatos siguientes al ejercicio en que se efectúe la deducción	Depreciación acelerada para equipos que generen energía, eléctrica a partir de fuentes renovables o cogeneración eficiente.	
	CRE/CFE	<b>Incentivos para generación de energía eléctrica por fuentes de energía renovable y cogeneración eficiente</b> <sup>6</sup>	De acuerdo a la capacidad de generación	Permisionario de generación de energía eléctrica	Figuras especiales de energía sobrante, faltante, complementaria y capacidad aportada al SEN que brindan flexibilidad en el intercambio de energía. Los cargos por transmisión son fijos y menores que para los generadores por fuentes no renovables	Aplica para instalaciones de generación de energía eléctrica por fuentes renovables o cogeneración eficiente.	

<b>INTERNACIONAL</b>	<b>Banco Mundial</b>	<b>Fondo de tecnología limpia</b> <sup>7</sup>	Financiamiento, asesoría técnica.	De acuerdo al proyecto	Gobierno federal, estatal y municipal	Proyectos diversos, desarrollo de políticas públicas, estudios, implementación de programas, fortalecimiento institucional, entre otros	
		<b>Fondos de Carbono</b> (Italian Carbon Fund, The Netherlands CDM Facility, Danish Carbon Fund, Spanish Carbon Fund, entre otros) <sup>8</sup>	Gobiernos, entidades públicas y privadas	De acuerdo al Fondo	Facilita la implementación de programas de bajas emisiones de carbono a través de una gran variedad de sectores y tecnologías, de generación de energía y distribución, de eficiencia energética, de gestión de residuos, en general proyectos para la promoción de uso de tecnologías limpias, en situaciones en las que los gobiernos necesitan medidas políticas o inversiones.		
	<b>BID</b>	<b>GEF</b>	<b>Financiamiento</b> <sup>7</sup>	De acuerdo al proyecto	Gobierno federal	Financiamiento a iniciativas que ayuden a cumplir los objetivos de las Convenciones Ambientales Multilaterales	Aplica para los proyectos de energías renovables y eficiencia energética al estar enmarcados en el combate al cambio climático
		<b>Apoyos no reembolsables para cooperación técnica o inversiones y apoyos reembolsables (créditos)</b> <sup>7</sup>	De acuerdo al proyecto	Secretarías de gobierno, autoridad nacional designada, agencias de planeación, corporaciones públicas y privadas, gobiernos estatales y municipales, desarrolladores de proyectos, Organismos No Gubernamentales (ONGs) e Instituciones académicas.	Se evalúa la consistencia con los principios de la iniciativa y las estrategias de largo plazo del país; las evidencias financieras de la viabilidad en el mercado; la apropiación del proyecto por el dueño del mismo, ya sea el país o un cliente; el grado de innovación y valor añadido; la sustentabilidad institucional y ambiental; el grado de coordinación y sinergias con otros fondos; las alianzas público - privadas; y la coordinación con donantes	Aplica para todos los proyectos de los municipios, especialmente si se alinean a la Iniciativa de Energía Sostenible y Cambio Climático	

	<b>BEI</b>	<b>Fondo Europeo de Inversiones<sup>8</sup></b>	Financiamiento	De acuerdo al proyecto	Sector público y privado	Financiamiento para proyectos relacionados con la sostenibilidad medioambiental y la promoción de energía segura, competitiva y sostenible	
<b>Energías No Renovables</b>							
<b>NACIONAL</b>	<b>BANOBRAS</b>	<b>Banco de Proyectos Municipales (BPM)<sup>3</sup></b>	Asistencia Técnica	Asistencia Técnica	<p>Todos los Municipios, pero se priorizan aquellos de alto y muy alto grado de marginación, que formen parte de la Cruzada contra el Hambre y/o el Programa Nacional para la Prevención Social de la Violencia y la Delincuencia, así como aquellos que estén por terminar o iniciando su administración municipal.</p>	<p>El apoyo se basa en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) La elaboración de tres diagnósticos de infraestructura, por parte de instituciones educativas o consultores.</li> <li>b) La identificación y priorización de una cartera de proyectos de inversión a partir de los diagnósticos elaborados.</li> <li>c) Finalmente, la identificación de programas federales y estatales que el municipio pueda utilizar para ejecutar la cartera de proyectos identificada.</li> </ul>	<p>Los sectores considerados para la elaboración de los tres diagnósticos, son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.</li> <li>b) Vialidades Urbanas y Rurales</li> <li>c) Y un sector a elegir por Banobras (con base en indicadores de carencia en infraestructura) entre ellos Electrificación y Residuos Sólidos.</li> </ul>

Eficiencia Energética							
NACIONAL	FIDE	Proyectos de eficiencia energética FIDE (PEEF) <sup>9</sup>	Asesoría técnica, Financiamiento	Al 2012, 80 millones destinados a Municipios (promedio de \$4,354,329 por proyecto)	Comercios y servicios, industrias, (MIPyMES), Municipios	Destinado a promover e inducir, con acciones y resultados, el uso eficiente de energía eléctrica, a través del financiamiento de proyectos con patrimonio FIDE, que permitan la vinculación entre la innovación tecnológica y el consumo de energía eléctrica, mediante la aplicación de tecnologías eficientes.	Para Edificios Públicos Municipales, equipamiento diverso tal como sistemas de aire acondicionado, aislamiento térmico, automatización, entre otros.
	CONUEE	Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal <sup>10</sup>	Financiamiento por BANOBAS.	El apoyo de la CONUEE es hasta por 10 millones de pesos o 15% del Proyecto	Enfocado únicamente a municipios	Destinado a impulsar la eficiencia energética a través de la sustitución de los sistemas ineficientes por otros eficientes de alumbrado público municipal, Sometimiento a CONUEE No es necesario financiar con Banobras	Considera el Alumbrado público en municipios del Estado.
		Transporte <sup>10</sup>	Asesoría y vinculación	NA	APF, gobiernos estatales y municipales	Apoyo para diseñar programas de gestión de flotas vehiculares, así como sistemas de benchmarking.	Flotas vehiculares de municipios

Fuentes: <sup>1</sup>Acuerdo por el que se emiten los Lineamientos generales para la operación del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social, publicado en el D.O.F. el 14 de febrero de 2014. <sup>2</sup>Acuerdo por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias para el ejercicio fiscal 2014, publicado en el D.O.F el 28 de diciembre de 2013. <sup>3</sup>Disponible en el portal de internet de BANOBAS en el apartado de Productos y Programas (<http://www.banobras.gob.mx/productosyservicios/Paginas/ProductosyServicios.aspx>). <sup>4</sup>Disponible en el portal de internet de FONADIN (<http://www.fonadin.gob.mx/wb/fni/proresol>), <sup>5</sup>Ley del Impuesto sobre la Renta, publicada en el D.O.F el 11 de diciembre de 2013. <sup>6</sup> Disponible en el portal de internet de SENER, en el apartado de Incentivos (<http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2189&lang=2>). <sup>7</sup>Políticas y medidas para facilitar el flujo de recursos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento, editado por SENER y verificación en sus respectivos portales de internet. <sup>8</sup>Disponible en el portal de internet de Carbon Finance Unit del Banco Mundial (<https://wbcarbonfinance.org/Router.cfm?Page=Funds&ItemID=24670>) <sup>9</sup>Disponible en el portal de internet del FIDE ([http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=121&Itemid=219](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=219)) <sup>10</sup>Disponible en el portal de internet de la CONUEE ([http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/proyecto\\_nacional\\_de\\_eficiencia\\_energetica\\_en\\_alum](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/proyecto_nacional_de_eficiencia_energetica_en_alum)).

## **Apartado I. Transporte público en la ZMO**

Dentro de las propuestas que se elaboraron para este apartado, se incluyen aquellas que se relacionan con la selección técnica de los vehículos que actualmente ofrecen el servicio de transporte en la ZMO, es decir, autobuses o camiones, taxis o autotaxis y mototaxis; junto con esta recomendación, también se propone el diseño de rutas que permitan reordenar eficientemente el transporte para ofrecer un servicio eficiente, organizado, seguro y reducido en emisiones de GEI a la atmósfera; para estos casos, la CONUEE ofrece información sobre tecnología vehicular, así como asesoría y vinculación a seminarios y grupos especializados para el desarrollo de sistemas de movilidad urbana.

Por otra parte, en este diagnóstico de eficiencia energética, se plantea como prioridad sentar las bases para formalizar un centro de formación de operadores, ya que tan solo con esta propuesta de capacitación, se puede llegar a ahorrar (solo para taxis y mototaxis) un total de 3,290 tCO<sub>2</sub> eq al ambiente. En este sentido, existen opciones diversas a nivel internacional, para el sector público, tanto el Banco Mundial, el GEF y el BID, pueden apoyar técnica y financieramente para la puesta en marcha este centro y también de talleres de conducción eficiente, así como para el desarrollo de políticas aplicables al servicio de transporte público.

Asimismo, en coordinación con los gobiernos estatales o municipales, la Banca de Desarrollo Nacional (NAFIN) y las instituciones afiliadas al Banco Mundial o al BID, destinadas a fortalecer el sector privado, se pueden desarrollar programas de modernización de flotas vehiculares, de optimización del mantenimiento, así como de vigilancia y control del consumo de combustible, factores que también son considerados en las recomendaciones propuestas en este diagnóstico.

## **Apartado II. Alumbrado público.**

De acuerdo a los inventarios, el tipo de lámpara predominante en la ZMO es la de vapor de sodio de alta presión; sin embargo, aún existen lámparas ineficientes (vapor de mercurio, halógeno, cuarzo, reflectores y fluorescentes) en el sistema de alumbrado público y su sustitución reduciría desde un 4% hasta un 6 % las emisiones de CO<sub>2</sub>eq en los municipios de la ZMO, por consumo de energía eléctrica. En este sentido, el acceso al Fondo de Aportaciones para Infraestructura Social (FAIS), permitiría llevar a cabo esta sustitución en el alumbrado público.

Este Fondo está condicionado a proyectos que beneficien a poblaciones en pobreza extrema o a localidades con alto nivel de rezago social; situación que se vive actualmente en el estado de Oaxaca ya que, como se especificó en el Reporte Global MLED, presenta una población vulnerable por sus condiciones de marginación, siendo éste uno de los tres estados a nivel nacional con alto índice de pobreza, ubicándose 58 de sus 570 municipios dentro de los más marginados del país.

Por otra parte, los municipios de la ZMO pueden vincular el Proyecto de Sustitución con el Programa BANOBRAS-FAIS, lo que les permitiría obtener un 25% de los recursos del Fondo con el objetivo de iniciar las obras inmediatamente y evitar el encarecimiento de las mismas, cumpliendo a tiempo con los programas de inversión acordados. Otras de las ventajas de este programa son, que la tasa de interés se mantiene fija y el pago del crédito se lleva a cabo a través de un Fideicomiso.

Otra oportunidad la ofrece la CONUEE, a través del Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal, que brinda un apoyo hasta por 10 millones de pesos o el 15% del total del Proyecto para llevar a cabo esta sustitución de los sistemas ineficientes en el alumbrado público. Adicionalmente BANOBRAS ofrece financiamientos y asistencia técnica a través de sus programas de crédito a municipios, que son otorgados a proyectos de infraestructura con alto impacto social.

### **Apartado III. Edificios públicos municipales.**

El Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP) forma parte de las aportaciones federales para atender los rezagos tanto en Zonas Prioritarias, como en localidades de muy alta y alta marginación, siendo esta la condición actual del estado de Oaxaca, tal y como se ha explicado con anterioridad; esta situación de marginación dificulta la dispersión de los avances tecnológicos, en este caso de eficiencia energética. Considerando que la prioridad de este apartado es la implementación de las recomendaciones en los potenciales de ahorro identificados en el diagnóstico de los tres edificios públicos (Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca UTVCO , Hospital Regional de Alta Especialidad de Oaxaca y el H. Ayuntamiento de Villa de Zaachila), el PDZP, bajo la categoría de Infraestructura social comunitaria, brinda apoyo a los centros educativos y de salud, por lo cual es posible llevar a cabo la sustitución de sus sistemas de iluminación ineficiente, oportunidad identificada en los tres edificios para disminuir el consumo de energía eléctrica.

Para cada uno de los edificios analizados se identificaron oportunidades de ahorro específicas, y se basan principalmente en la sustitución de iluminación ineficiente, en la implementación de sistemas de administración energética y en la instalación de sistemas de ahorro, por ejemplo, para el caso del Hospital, variadores de frecuencia en las UMA's. En este sentido, BANOBRAS, a través de su sistema de créditos a Municipios, puede otorgar el financiamiento y también asistencia técnica tanto para la sustitución de las luminarias, como para la adquisición de los equipos ahorradores de energía, ya que este programa considera el ahorro y uso eficiente de energía en edificios públicos. Los requisitos mínimos para solicitar un crédito incluyen; autorización del Cabildo, aprobación del Congreso Local, certificación crediticia y la solicitud del crédito.

En esta misma línea, el FIDE otorga también asesoría técnica y financiamiento para la inversión y adquisición de obras o dispositivos que favorezcan la eficiencia energética, tales como sistemas de aire acondicionado, aislamiento térmico, automatización, entre

otros; en 2012, se destinó un total de 80 millones de pesos dirigido a proyectos municipales, en promedio poco más de 4 millones de pesos por proyecto.

#### **Apartado IV. Energías renovables**

En el ámbito nacional, existen estímulos para fomentar la generación de energía eléctrica por fuentes renovables o cogeneración, estos estímulos son la depreciación acelerada de los equipos y las tarifas preferenciales para el intercambio de energía con CFE. Para el caso de estudio sobre la implementación de un sistema fotovoltaico en la UTVCO, es posible considerar la depreciación del 100% del equipo que genera la energía eléctrica; solo sería necesario mantener en operación el sistema durante un periodo mínimo de 5 años inmediatos siguientes al ejercicio en el que se efectúe la deducción, mecanismo a través del cual se busca favorecer inversiones en tecnología de calidad. Adicionalmente, como se describió en el análisis de factibilidad, la CFE ofrece incentivos en las reglas generales de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), que brindan flexibilidad en el intercambio de energía, también los cargos por transmisión son fijos y menores.

Para el caso de la implementación de calentadores solares en el sector de vivienda de interés social de la ZMO, de manera similar, es posible utilizar el incentivo fiscal sobre depreciación acelerada, siempre y cuando se mantenga en operación al menos cinco años. También, es posible obtener aportaciones a través del FAIS, que como se ha explicado para apartados anteriores, busca beneficiar a localidades con índices altos de marginación; y también debido a que dentro de sus clasificaciones, considera los servicios básicos de la vivienda y su atención a través del uso de energía no convencional, incluida la solar térmica.

#### **Apartado V. Relleno Sanitario**

Aun cuando esta opción fue considerada no viable, a nivel nacional, existen varios programas que permiten financiar o aportar para la implementación de sistemas de aprovechamiento en rellenos sanitarios, que permitan la disminución de emisiones contaminantes a la atmósfera; de acuerdo a esto, el Programa de Residuos Sólidos (PRORESOL) ofrece aportaciones de hasta el 50% del costo total de proyecto de inversión del equipamiento del rellenos sanitarios.

Para acceder a los recursos del PRORESOL, el proyecto debe comprobarse técnicamente viable (situación analizada en este apartado y que produjo una tesis negativa), contemplar la participación del sector privado, contar con el registro en la Cartera de Programas y Proyectos de Inversión de la SHCP y finalmente, tener una fuente de pago propia.

Otra alternativa, es a través del sistema de créditos que ofrece BANOBRAS y que ha sido explicado en el Apartado III, donde se otorgan financiamientos para el manejo de los residuos sólidos incluidos los rellenos sanitarios.

## **Apartado VI. Ingenio**

Aun cuando las mayoría de las medidas pueden ser implementadas con recursos propios del Ingenio, se puede considerar también que el FIDE otorga asesoría técnica y financiamiento para la inversión y adquisición de obras o dispositivos que favorezcan la eficiencia energética, tales como sistemas de aislamiento térmico, entre otros; en el año 2012, se destinó un total de 80 millones de pesos dirigido a proyectos municipales, en promedio poco más de 4 millones de pesos por proyecto.

A nivel internacional, es relevante considerar las aportaciones o financiamientos mediante los Fondos de Carbono que a través del Banco Mundial, ofrecen aportaciones o financiamientos en temas y sectores variados. Estos fondos son establecidos, en términos generales, para la compra de las reducciones de emisiones de GEI de los proyectos desarrollados para mitigar el cambio climático, promocionando el uso de tecnologías más limpias en países en desarrollo y con economías en transición.

## **II.9. Conclusiones y Recomendaciones**

Con base en los diagnósticos desarrollados, se puede concluir que existen oportunidades de disminución de Gases de Efecto Invernadero factibles de implementarse en el estado y en la Zona Metropolitana de Oaxaca.

La factibilidad ambiental y la técnica económica son positivas para el establecimiento de las medidas de disminución de GEI con los aspectos legales en su mayoría cubiertos con lo existente actualmente. La mayor parte de las inversiones se verán recuperadas en periodos menores de 2 años, con excepción de las medidas de energía renovable y hay fuentes de financiamiento disponibles. Solo habrá que desarrollar la parte organizacional y de gestión.

En orden de prioridades desde el punto de vista ambiental, la primera área para atacar es el autotransporte urbano, seguido del establecimiento de calentadores solares en uso residencial de forma masiva. Este último en un mayor plazo; en forma paralela se recomienda establecer las medidas de mejoramiento de la iluminación. La decisión final de la priorización de las medidas a implementar deberá tomarse apoyándose en una evaluación costo-beneficio específica en cada caso (que es lo que se requiere al presentar solicitudes de apoyo financiero), aun cuando lo que se presenta en este trabajo cuenta con elementos suficientes

Se recomienda el establecimiento de una Unidad Coordinadora para el Programa de Acción Climática del estado de Oaxaca, que sería la que iniciara las acciones así como para la elaboración del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Oaxaca. Los resultados de este trabajo pueden ser utilizados como base para el PEACC, adicionando las otras áreas recomendadas.

## II.10. Referencias

- Banco Mundial. (2014). Carbon Finance Unit. Recuperado el marzo de 2014, de <https://wbcarbonfinance.org/Router.cfm?Page=Funds&ItemID=24670>
- BANOBRAS. (04 de marzo de 2014). Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos. Obtenido de <http://www.banobras.gob.mx/productosyservicios/Paginas/ProductosyServicios.aspx>
- Centro Mario Molina. (2011). Hacia el Programa de Acción ante el Cambio Climático de Oaxaca, Aportes Técnicos y Recomendaciones Tempranas. México.
- CONUEE/SENER. (2010). Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal. Recuperado el marzo de 2014, de [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/proyecto\\_nacional\\_de\\_eficiencia\\_energetica\\_en\\_alum](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/proyecto_nacional_de_eficiencia_energetica_en_alum)
- FIDE. (2012). Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica. Obtenido de Eficiencia Energética: [http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=121&Itemid=219](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=219)
- FONADIN. (2008). Fondo Nacional de Infraestructura. Recuperado el marzo de 2014, de <http://www.fonadin.gob.mx/wb/fni/proresol>
- INEGI. (2010). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 14 de Noviembre de 2013, de <http://www.inegi.org.mx/>
- (2013). Ley del Impuesto sobre la Renta.
- SEDESOL. (2013). Acuerdo por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias para el ejercicio fiscal 2014.
- SEDESOL. (2014). Acuerdo por el que se emiten los Lineamientos generales para la operación del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social.
- SENER. (20 de abril de 2012). Secretaría de Energía. Obtenido de Incentivos: <http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2189&lang=2>
- SENER. (s.f.). Políticas y medidas para facilitar el flujo de recursos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento.