

CIUDADES CON INICIATIVAS CLIMÁTICAS: OAXACA

Centro Mario Molina

2013

Resumen

Oaxaca es uno de los estados del país que presenta mayor potencial de aprovechamiento de energías renovables, como son las del tipo eólica, solar, mini-hidro y el biogás. Éstas pueden ser sumadas, no solo a la generación de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional, sino que además pueden considerarse como un eje para el desarrollo de una economía baja en carbono. Estas acciones representan, asimismo, una oportunidad para la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), lo cual, aunado a otras coyunturas en los sectores transporte, residuos y ganadería, contribuirán a mejorar la calidad de vida de la población del estado, tanto en el medio urbano como en el rural. La elaboración del programa estatal de acción climática y un programa integral de calidad del aire puede contribuir a dirigir las estrategias, acciones y recursos para lograrlo.

1 INTRODUCCIÓN

El Centro Mario Molina (CMM) analizó al estado de Oaxaca en el marco del estudio denominado “Estrategias Regionales y Sectoriales para lograr un Desarrollo Sustentable y de Baja Intensidad de Carbono en México 2013 – 2025” [1] como parte de la región sur (que incluyó al estado de Chiapas). Esta región se considera clave en la estrategia nacional para alcanzar una economía baja en carbono debido a su alto potencial de generación y exportación de energías renovables, como la eólica y mini-hidroeléctrica, así como por sus extensas áreas naturales, las cuales son capaces de absorber el carbono atmosférico.

De igual forma, como parte del estudio “Hacia el programa de acción ante el cambio climático de Oaxaca: aportes técnicos y recomendaciones de acciones tempranas”, se elaboró el inventario de gases de efecto invernadero del año base 2008, y se propusieron tres proyectos estratégicos cuya instrumentación traerá beneficios ambientales y sociales al estado, y generará nuevas oportunidades de desarrollo, principalmente para las comunidades más vulnerables.

Oaxaca tiene 3.8 millones de habitantes, que representan el 3.4% de la población total del país; de estos, el 46% vive en zonas rurales y el resto en zonas urbanas, mismas que son parte de cuatro cuencas atmosféricas ubicadas en sus principales localidades: Oaxaca, Tuxtepec, La Soledad y Salina Cruz. Las cuencas de Oaxaca y Salina Cruz se caracterizan

porque en ellas se realizan actividades económicas, culturales y sociales de alto impacto. En la primera se localiza la capital del estado, mientras que en Salina Cruz se ubica la refinería Antonio Dovalí, considerada la segunda de mayor importancia estratégica en el país porque surte de petrolíferos a los estados ubicados en el Pacífico mexicano y por el impacto ambiental que genera en la cuenca atmosférica que la alberga.

2 OBJETIVO

Este estudio tiene como objetivo definir acciones prioritarias de mitigación y adaptación con base en el diagnóstico energético-ambiental realizado en la región sur, e identificar áreas de oportunidad que permitan al estado de Oaxaca establecer las bases para la elaboración de su plan estatal de acción climática.

3 METODOLOGÍA

A partir del diagnóstico energético-ambiental realizado para el estado de Oaxaca, el cual incluye un análisis de su consumo energético, la elaboración del inventario estatal de emisiones de gases de efecto invernadero 2008 y la identificación de las fuentes clave de emisión de gases de efecto invernadero, se analizó el potencial de generación de energía eléctrica por el aprovechamiento de energías renovables. Entre éstas se consideran la eólica, la minihidroeléctrica, la

solar y el aprovechamiento del biogas, proveniente de la degradación de la materia orgánica tanto de residuos urbanos como de excretas de ganado.

Se llevó a cabo un análisis de los riesgos ante los que el estado es altamente vulnerable, principalmente las condiciones extremas en el ciclo hidrológico (inundaciones y/o deslizamientos de laderas), así como los cambios en la cobertura del suelo que afectan seriamente a la población. Se desarrolló un modelo para estimar el riesgo de los elementos sujetos al impacto de fenómenos meteorológicos extremos, el cual contempló, por un lado, calificar el peligro que estos causan sobre el territorio y, por otro, la vulnerabilidad de la población que recibe el impacto, la cual varía en función de la cantidad de personas expuestas y las características de bienestar y servicios que las hacen más o menos resistentes a este tipo de fenómenos.

4 RESULTADOS

4.1 Consumo de Energía

El estado de Oaxaca se caracteriza por su bajo consumo de combustibles fósiles en el desarrollo de sus actividades productivas. En 2012, el consumo fue de 95 petajoules (PJ): 83 de ellos provinieron de petrolíferos (gasolinas, 32.4 PJ; combustóleo, 28.1 PJ; diesel, 19.9 PJ; coque de petróleo, 1.4 PJ; querosenos, 1 PJ) y el resto, de manera indirecta, de la generación de energía eléctrica.

En el municipio de Salina Cruz se encuentra la Refinería Antonio Dovalí Jaime, la segunda en producción de petrolíferos a nivel nacional, con un total de 260 mil barriles diarios, es decir, cerca del 22% del volumen total refinado en el país. Esta refinería abastece a los estados del litoral del Pacífico mexicano, aunque sus emisiones e impactos ambientales son absorbidos por Oaxaca.

4.2 Generación de energía eléctrica

La generación de energía eléctrica en Oaxaca es del orden de los 3 mil 305 GWh [3], la cual proviene mayoritariamente por el aprovechamiento de energía limpias como la hidro y la eólica. El estado consume alrededor del 77 por ciento del total de la electricidad generada, el cual equivale a 2 mil 544 GWh, lo que representan el 1.2% del consumo total nacional. (Tabla 1)

Tabla 1: Tecnologías de generación eléctrica en Oaxaca

Categorías evaluadas	Cap. Instalada Contribución	Generación Contribución
Energía eólica	53%	46%
Hidroeléctricas	32%	28%
Termoeléctricas convencionales	12%	22%

Fuente: CMM, 2013

4.2.1 Consumo de electricidad

En contraste con esta generación eléctrica, en 2012 Oaxaca consumió el 1.3% del total de energía eléctrica del país, con un consumo total de 2,544 GWh. Los sectores industrial y doméstico se convirtieron en los principales consumidores.

Durante el periodo 2000-2012, el número de usuarios de Oaxaca creció a una tasa media anual del 4%, donde el sector que presentó la mayor tasa fue el industrial, con un 24% y un consumo eléctrico de 3%.

En el caso del sector doméstico, alrededor de 415 mil habitantes no cuentan con energía eléctrica, lo que equivale al 11% de la población. Lo anterior, a pesar del alto potencial de energías renovables que existe en Oaxaca, como la eólica, mini-hidro y solar.

4.2.2 Potencial de generación de energías renovables

Oaxaca posee recursos naturales y características geográficas idóneas para el desarrollo de proyectos para el aprovechamiento de energías renovables para la generación eléctrica, tales como hídricos, geotérmicos, solares y eólicos, así como para aplicaciones térmicas. Por lo que este sector tiene el potencial suficiente para convertirse en uno de los ejes del desarrollo estratégico del estado. Con base en lo antes expuesto, el gobierno de Oaxaca promueve la inversión para el desarrollo de proyectos de energías renovables en los siguientes rubros:

- *Energía eólica*

Actualmente existen 6 parques eólicos en operación, con una capacidad instalada de 509 MW. Además, se espera la entrada en operación de 8 centrales eólicas en Oaxaca, adicionales a las existentes, con capacidad total de 1,263.15 MW, y que entrarán en operación durante el presente

año y a lo largo de 2014: siete en la modalidad de autoabastecimiento (1,161.15 MW) y uno como productor independiente de energía (102 MW).

■ *Energía hidro y mini-hidro*

La orografía y recursos hídricos del estado de Oaxaca ofrecen un gran potencial para el aprovechamiento sustentable de caídas de agua para la generación de energía eléctrica; a la fecha se cuenta con 75 proyectos potenciales identificados por la Comisión Federal de Electricidad para la instalación de mini-hidroeléctricas, de los cuales 6 cuentan con estudios de prefactibilidad, por lo que su potencia instalable sería de 417 MW y se generaría mil 432 GWh. Además de identificar este potencial para el servicio público, el Centro Mario Molina se ha propuesto determinar el potencial mini-hidroeléctrico que existe en el país, no sólo como una opción de mitigación de los gases de efecto invernadero del sector eléctrico sino también, para contribuir al desarrollo sustentable y de baja emisión de carbono en el medio rural, principalmente.

■ *Energía solar*

Oaxaca posee un excelente potencial para el aprovechamiento de la energía solar a lo largo de su territorio. El Centro Mario Molina elaboró diferentes mapas que muestran el índice de radiación solar que se presenta durante el año, siendo el promedio anual para Oaxaca de 4.89 KWh/m^2 . Es recomendable que las líneas de transmisión se planeen con anticipación para dar una salida de la energía generada en las zonas con potencial renovable.

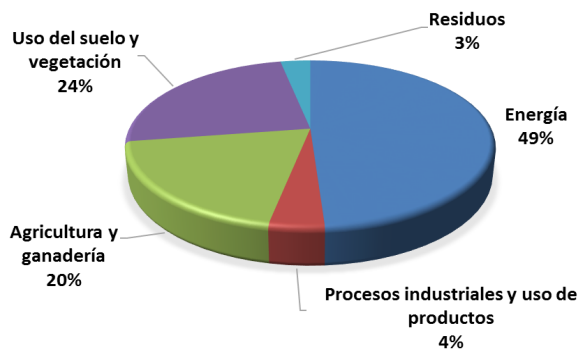
4.3 *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero*

De acuerdo con el inventario, realizado bajo la metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, 2006) [2], Oaxaca contribuyó en 2008 con cerca de 21 millones de toneladas de CO_2e , lo que correspondió aproximadamente al 3% de las emisiones nacionales en 2006. Cada habitante generó 2.4 tCO_2e al año, cifra que representa la tercera parte del promedio nacional que se sitúa en 6.7 tCO_2e per cápita al año.

En 2012 se dio un incremento en las emisiones generadas en el estado, que se estiman haber alcanzado 23 millones de toneladas de bióxido de carbono equi-

valente. Lo anterior significa un aumento del 2% con respecto a las emisiones de 2008; la contribución de cada categoría al inventario se presenta en la Figura 1.¹

Figura 1: Contribución porcentual de GEI por categoría, Oaxaca 2008



Fuente: CMM, 2012

4.4 *Calidad del aire*

4.4.1 *Inventario de contaminantes criterio y precursores de ozono*

Los contaminantes estimados incluyen tanto los que se consideran contaminantes criterio como los precursores de ozono, que son los siguientes: partículas (PM), partículas fracción respirable menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$), óxidos de nitrógeno (NO_X), bióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), amoníaco (NH_3), compuestos orgánicos totales (COT) y compuestos orgánicos volátiles (COV).

Durante 2008, en el Estado de Oaxaca se emitieron un total de 1.7 millones de toneladas de contaminantes criterio y precursores: la principal fuente de emisiones, con 67%, fueron las naturales, seguidas por las fuentes móviles, con el 17%, y fuentes fijas, con el 10%; el resto fue emitido por fuentes de área.

Los COV representaron el 67% de las emisiones; siguen en importancia, con 18%, el monóxido de carbono y, con 7%, el dióxido de azufre.

¹El Plan Estatal de Acción Climática se pretende publicar en 2013.

4.4.2 Fuentes clave de emisión de GEI y contaminantes atmosféricos en Oaxaca

En el estado destacan los siguientes rubros como los de mayor contribución al cambio climático: la refinación de petróleo, el transporte, la ganadería, el cambio de uso de suelo y el manejo de residuos. En el caso de contaminantes criterios y precursores de ozono, la mayor contribución provino de las fuentes biogénicas, es decir, de la liberación de compuestos orgánicos volátiles de tierras de cultivo y bosques.

4.5 Análisis de Riesgos

El estado de Oaxaca es altamente vulnerable a las condiciones extremas en el ciclo hidrológico, como inundaciones y/o deslizamientos de laderas, debido tanto a la compleja orografía como a los cambios en el uso de suelo, lo que afecta seriamente a la población. En el otro caso, los periodos con lluvia deficitaria son un peligro para actividades como la agricultura de temporal, pues esta condición, en conjunto con temperaturas máximas elevadas, reduce la humedad del suelo. Dicha condición, a su vez, provoca estrés hídrico en la vegetación y frecuentes pérdidas de los cultivos, además de circunstancias que favorecen la propagación de incendios forestales. Por lo tanto, en Oaxaca deben instrumentarse, no solo medidas de mitigación, sino acciones de adaptación para este tipo de fenómenos.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para enfrentar los retos que conlleva reducir las emisiones de carbono (mitigación) y al mismo tiempo fomentar el desarrollo sustentable y la adaptación al cambio climático, se consideran las siguientes acciones:

1. Medidas Prioritarias

a) Programa estatal de leña sustentable (primera etapa)

Se considera prioritario el desarrollo de acciones que impulsen y fortalezcan el fomento, la organización y la transferencia de tecnologías, así como la restauración, conservación y protección de recursos forestales. Es por ello que se propone la creación de un programa estatal de leña sustentable para el estado de Oaxaca, que contribuiría a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por consumo de

leña, daría abasto sustentable con certidumbre legal y económica, reduciría al máximo los efectos negativos en la salud y conservaría, a su vez, las tradiciones de los habitantes de Oaxaca. El programa requiere una inversión de 35 millones de pesos.

b) Sistema estatal de información meteorológica y climática de Oaxaca

Se propone la creación de un Sistema Estatal de Información Meteorológica y Climática del gobierno del estado de Oaxaca, que permita a las autoridades y a la sociedad llevar a cabo acciones preventivas frente a los peligros meteorológicos, principalmente en el sector agrícola. Requiere la creación de capacidades tanto humanas como técnicas para la integración de un sistema de generación de información meteorológica y climática, que se complementa con esquemas de comunicación que faciliten su aprovechamiento entre actores clave. El monto de inversión de esta primera etapa es de 5 millones de pesos.

c) Programa de electrificación con fuentes de energía renovable para actividades productivas en comunidades marginadas (EPRO I)

Ante la necesidad de apoyar a comunidades marginadas hacia un desarrollo sustentable, el programa propone acciones de electrificación en comunidades marginadas. Esto permitiría fortalecer actividades productivas sustentables, como la instalación y adaptación de sistemas interconectados independientes o conectados a la red nacional, a través de celdas fotovoltaicas, aerogeneradores y/o microhidroeléctricas. Además, se insiste en la importancia de los trabajos sociales en la comunidad, que impliquen compromiso y organización suficientes, elementos básicos para asegurar la sustentabilidad en el largo plazo. Se estiman 38 millones de pesos para su implementación.

2. Medidas estratégicas para la mitigación de GEI y mejora de la calidad del aire

a) Instrumentación de un proyecto piloto de electrificación en comunidades rurales productivas (EPRO II)

El Centro Mario Molina propone la instrumentación de un proyecto piloto en comunidades como Ixtlán, San Juan Tagui o San

Miguel Reagui, a fin de que éstas puedan contar con el suministro eléctrico necesario para realizar sus actividades productivas y obtener mayor plusvalía por la venta de sus productos.

Se ha iniciado la implementación del proyecto en el municipio de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, a través de la Unión Nacional de Organizaciones de Forestería Comunal (Unofoc); además, se cuenta con experiencias de otras organizaciones como Pro Mazahua, quienes promueven de manera participativa el desarrollo integral sustentable en comunidades indígenas del Estado de México, Chiapas y Campeche. El Centro Mario Molina ha fomentado el intercambio de experiencias a fin de identificar las mejores prácticas para la realización de proyectos en estas comunidades. Dicha propuesta resultó de gran interés para ambos grupos, por lo que se han organizado visitas de intercambio. La experiencia en el trabajo conjunto puede contribuir a desarrollar esta forma de colaboración comunitaria en otras zonas marginadas del país.

b) *Transporte*

Desde el año 2006 se propuso la operación de un sistema integrado de transporte público funcional, con infraestructura moderna, tecnología vehicular eficiente, sistemas de cobro automatizado, y de control y comunicación al usuario. Comprende un reordenamiento de rutas mediante la implantación de 6 corredores de transporte en tres distintas etapas. El potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, operando las tres etapas del proyecto integral, es del 5 % anual.

c) *Aprovechamiento de biogás para la generación de energía eléctrica (rellenos sanitarios, tratamiento de aguas y excretas de ganado)*

Dentro del marco del estudio "*Estrategias regionales y sectoriales para lograr un desarrollo sustentable y de baja intensidad de carbono en México*" se analizan nuevas estrategias de gestión energético-ambiental, entre las que destaca el desarrollo de este tipo de infraestructura ambiental básica.

En el caso de Oaxaca existe un alto potencial de mitigación a partir del manejo ade-

cuado de los residuos sólidos, así como del tratamiento de las aguas residuales. En total se estima que se podrían reducir al 2025 cerca de 600 mil toneladas de CO_2e por el aprovechamiento del biogás resultante de la degradación de la materia orgánica para generar electricidad, misma que se estima puede ser del orden de los 200 mil MWh-año.

d) *Comisión Estatal de Cambio Climático*

En apoyo a las acciones que el gobierno del estado de Oaxaca conduce con relación a la mitigación del cambio climático, el Centro Mario Molina sugirió al Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable (IEEyDS) grupos de trabajo estratégicos que pudieran formar parte de su gabinete ambiental, el cual tiene funciones similares a la Comisión o Consejo Estatal de Cambio Climático, y cuya integración está sustentada en el artículo 58 de la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Oaxaca.²

e) *Propuesta para la evaluación de calidad del aire en la ciudad de Oaxaca*

El Centro Mario Molina propone realizar una evaluación integral y gestión de calidad del aire en la zona urbana de la ciudad de Oaxaca, considerando actualizar el inventario de emisiones, la instalación de una red de monitoreo temporal y permanente, el análisis de costo-efectividad y la implementación de medidas de control, entre otros.

REFERENCIAS

- [1] Centro Mario Molina (CMM) (2010) Estrategias Regionales y Sectoriales para Lograr un Desarrollo Sustentable y de Baja Intensidad de Carbono en México, Primera Etapa.
- [2] Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (editores), Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, publicado por Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japón, 2006.

²Ley Orgánica del Estado de Oaxaca. Última Reforma: Decreto 1822, publicado en el Periódico Oficial Extra del 27 de diciembre del 2012.

- [3] Secretaría de Energía, Sistema de Información Energética 2012 (SIE 2012).