



Región y Sociedad

ISSN: 1870-3925

region@colson.edu.mx

El Colegio de Sonora

México

Nieblas Ortiz, Efraín Carlos; Quintero Núñez, Margarito
Gestión ambiental transfronteriza para la generación eléctrica en la región California, Estados Unidos-Baja California, México
Región y Sociedad, vol. XVIII, núm. 37, septiembre-diciembre, 2006, pp. 3-35
El Colegio de Sonora
Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10203701>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Gestión ambiental transfronteriza para la generación eléctrica en la región California, Estados Unidos-Baja California, México

Efraín Carlos Nieblas Ortiz*
Margarito Quintero Núñez**

Resumen: El estado de Baja California (BC) puede convertirse en el sitio preferido para el arribo de más inversiones en el rubro de generación eléctrica. Lo que favorecería este escenario es una mayor laxitud de la normatividad y los procedimientos ambientales de México, respecto a los de Estados Unidos. Tanto en San Diego-Tijuana como en Imperial-Mexicali, se observan problemas de incumplimiento de las normas de calidad del aire propuestas por ambos gobiernos federales. Aquí se sugiere el establecimiento de un mecanismo binacional de administración de las cuencas atmosféricas compartidas, que defina un procedimiento de evaluación ambiental estratégica y transfronteriza, para permitir la instalación de industrias nuevas sin que representen un aumento en el volumen de emisiones, y mayor degradación de la calidad del aire.

* Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. Blvd. Benito Juárez y Calle de la Normal s/n, colonia Insurgentes Este, Mexicali, Baja California, México. C. P. 21280. Teléfono 01(686) 566-41-50. Correo electrónico: efrainnieblas@uabc.mx

** Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. Correo electrónico: maquinu@jing.mxl.uabc.mx

Palabras clave: impacto ambiental transfronterizo, cuenca atmosférica compartida.

Abstract: Baja California could become the favorite site for increased investment in the area of power generation. Greater laxity of environmental normativity and procedures in México in comparison with those of the USA, would encourage this scenario. Non-fulfillment of the air quality regulations proposed by both federal administrations has been detected in Tijuana-San Diego and Mexicali-Imperial. We suggest the creation of a binational management mechanism for the shared atmospheric basins, which would establish a procedure for strategic and transborder environmental assessment, allowing the introduction of new industries without an increase in emissions volume or greater air quality degradation.

Key words: transborder environmental impact, shared atmospheric basin.

Introducción

El objetivo principal de este artículo es presentar un diagnóstico de la generación eléctrica y sus implicaciones en la calidad del aire, en la región fronteriza del sur de California, Estados Unidos y norte de Baja California, México. Además, se pretende sustentar la propuesta de un mecanismo binacional de administración de las cuencas atmosféricas compartidas, así como la adopción de un proceso de evaluación ambiental estratégica y transfronteriza, que propicien el mejoramiento de la calidad del aire.

El sector eléctrico en América del Norte está inmerso en un proceso de cambios sin precedente. Se prevé que la reestructuración del mercado y la evolución gradual de las redes de generación y trasmisión, extendidas e integradas, que conectan diversas regiones, amplíen y modifiquen los patrones comerciales entre Canadá, Estados Unidos y México (Vaughan et al. 2002).

El comercio de electricidad entre México y Estados Unidos ha sido mucho menor que el de este último con Canadá. Las importaciones y exportaciones entre ambos se han concentrado, en buena medida, en la región California-Baja California. No obstante, hay indicios de que este patrón de comercio transfronterizo se modificará en el corto plazo, y que México se podría convertir en un exportador neto de electricidad al mercado estadounidense.

La región fronteriza de California-Baja California es un punto focal, desde la perspectiva del desarrollo de infraestructura eléctrica nueva. Así, Baja California es vista por los promotores internacionales de generación de electricidad y de terminales de regasificación del gas natural licuado (GNL), como un excelente sitio para los proyectos destinados a servir al mercado energético de California (Powers 2005).

Por otro lado, existe una relación compleja entre la generación y distribución de energía eléctrica y el medio ambiente, y en las regiones fronterizas se complica más. Es conocido que el medio físico natural y sus procesos ambientales no respetan las fronteras políticas, entre estados de una misma nación o entre países. En la mayoría de los casos, los habitantes de ambos lados de una frontera comparten una misma cuenca atmosférica, y se abastecen de una fuente de agua común. Así, las operaciones industriales, comerciales y sociales de un lado de la frontera tienen consecuencias ambientales del otro; tal es el caso de esta región.

De acuerdo con lo expuesto por Quintero y Sweedler (2005), los habitantes de esta zona

[...] están comúnmente expuestos a niveles de contaminación del aire que amenazan la integridad de su salud. El ozono (O_3),

las partículas en suspensión (PM10 y PM2.5*), el monóxido de carbono (CO), y los óxidos de azufre (SO_x) son algunos de los contaminantes atmosféricos que más preocupan a las comunidades de esta región fronteriza.

Antecedentes

Por muchos años, los gobiernos de Estados Unidos y México se han involucrado en esfuerzos de cooperación formal e informal, asociados con la protección del ambiente y los recursos naturales de su frontera común. Así, numerosos acuerdos bilaterales han brindado una guía para la definición de estrategias y acciones en pro del mejoramiento de la calidad del medio ambiente, para proteger, mejorar y conservar sus condiciones en la región. En 1983 firmaron el Acuerdo de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente de la Región Fronteriza, mejor conocido como Acuerdo de La Paz por haberse firmado en esa ciudad; desde entonces, ha sido la base formal para los esfuerzos subsecuentes de cooperación ambiental.

Actualmente, el Programa Frontera 2012, versión actualizada del Acuerdo de La Paz, que ha heredado su filosofía, tiene entre sus objetivos y líneas de acción lo siguiente: la reducción de la contaminación del aire, el mejoramiento del ambiente, la promoción de su gestión responsable y su normatividad binacional.

A pesar de estos esfuerzos bilaterales, las prácticas no sustentables en la región fronteriza han provocado condiciones de degradación del medio ambiente en los dos países. Por ejemplo, donde se asientan San Diego y Tijuana, las zonas costa y valle, así

* Nota del editor. Las partículas pueden existir en cualquier forma y tamaño, y ser sólidas o gotas líquidas. Se dividen en dos grupos principales que difieren en varias formas; por ejemplo en el tamaño. Las más grandes se llaman PM10 (miden entre 2.5 y 10 micrómetros), y las más pequeñas PM2.5 (menores de 2.5 micrómetros) (http://airinfonow.org/espanol/html/ed_particulate.html).

como Imperial y Mexicali se encuentran divididas por una línea política, con una permeabilidad selectiva en lo referente al tránsito de personas y al comercio de mercancías y servicios, pero nada efectiva para detener el flujo transfronterizo de contaminantes atmosféricos, que van y vienen de norte a sur, sin reconocer la línea divisoria entre ambas comunidades.

La Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT) han determinado a esta región binacional como de “no cumplimiento”, es decir, que no ha alcanzado los Estándares Nacionales de la Calidad del Aire Ambiental (ENCAA), para algunos de los contaminantes de referencia, relativos a la calidad del aire (Quintero Núñez 2005).

El crecimiento constante de la población, en la sección de la frontera de California-Baja California, aunado a un incremento importante del sector industrial en Mexicali y Tijuana, son los principales factores que propician una mayor demanda de todo tipo de servicios. Ésta ha venido acompañada de pautas sociales y económicas no sustentables, con la consecuente degradación del medio ambiente binacional (Sweedler et al. 2003).

De modo que la contaminación del aire, entre otros, es un problema que con el tiempo se ha agudizado en algunas de las ciudades hermanas que, a lo largo de la frontera entre México y Estados Unidos, coexisten gracias a una compleja red de interrelaciones sociales, culturales y económicas.

A pesar de los múltiples esfuerzos de colaboración, poco se ha logrado para institucionalizar las acciones y programas que atiendan la problemática ambiental común. “La realidad es que los gobiernos de ambos países presentan diferencias en sus sistemas políticos y en sus estructuras administrativas que afectan la cooperación binacional, por lo que la continuidad y la planeación conjunta sigue siendo un reto a vencer” (Ganster 2004).

Aunque reconocen el principio según el cual cada país es responsable de garantizar que sus actividades no causen un daño significativo en el otro; y pese a que sus normas internas sobre la

calidad del aire marcan estándares similares, es importante notar que sus leyes se encuentran en etapas diferentes de aplicación (Rincón y Emerson 2000).

Si bien ambos países tienen mecanismos y planes de mejoramiento de la calidad del aire, es un hecho que éstos no se aplican más allá de su frontera internacional, por lo que su efectividad se ve truncada. Tal es el caso de las disposiciones del Acta de Aire Limpio de Estados Unidos y la de California, en relación con el Programa de Créditos para la Reducción de Emisiones (Imperial County Air Pollution Control District 2003).

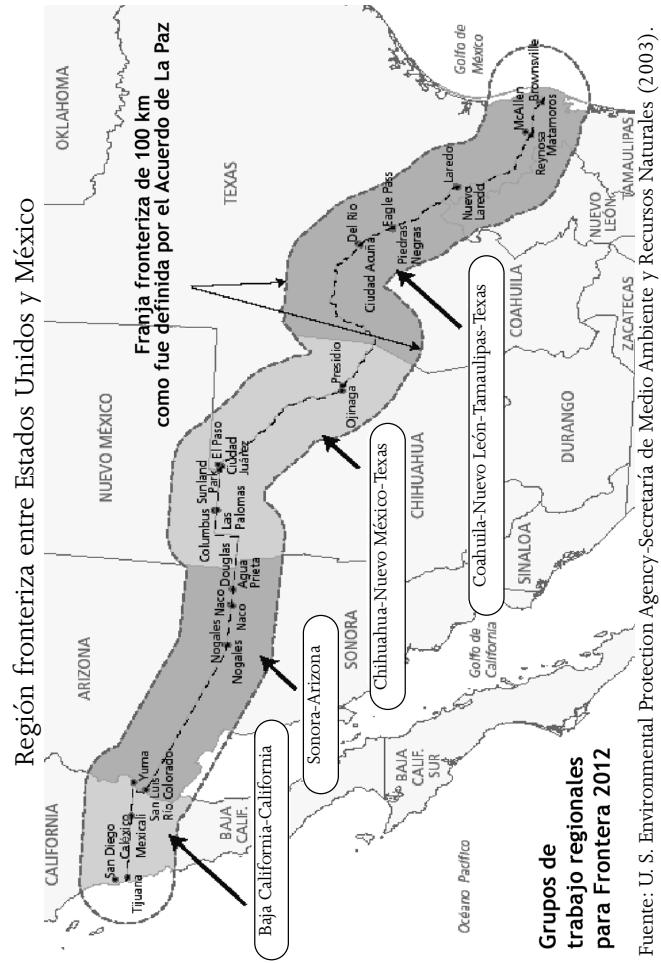
El componente poblacional

Para dar una idea de la magnitud de estos nuevos esquemas de comercio entre Estados Unidos y México, derivados de un mercado de electricidad más competitivo y abierto, es importante considerar que la región fronteriza entre ambos países es una de las más dinámicas y complejas en el mundo. Se caracteriza por un crecimiento poblacional alto, acompañado de un aumento en las necesidades de urbanización y de una importante industrialización de su economía. Esto tiene lugar en un contexto de cambios políticos y económicos rápidos (Swedler et al. 2003).

Desde el punto de vista geopolítico (véase mapa), la región fronteriza comprende 25 condados distribuidos en California, Arizona, Nuevo México y Texas y 35 municipios localizados en Baja California, Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas. La frontera tiene una longitud de 3 141 kilómetros, desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México. Actualmente tiene una población de 12 millones de personas, cifra que casi se duplicará en el año 2020, de modo que está entre las de crecimiento más rápido en América del Norte.

De alguna manera, la sección fronteriza de California-Baja California es un área de especial importancia; ambos estados incluyen a cerca de 42 por ciento de la población total asentada en dicha

Mapa



región. En el lado estadounidense se encuentran los condados de San Diego y Valle Imperial, en tanto que los municipios de Tijuana, Rosarito, Tecate y Mexicali en el mexicano (Sweedler et al. 2003).

La población concentrada es de 5.5 millones de personas. Sin embargo, para el año 2020, se estima que ascenderá a cerca del doble, 9.4 millones (véase cuadro 1). Tan sólo la región San Diego-Tijuana alcanzará los 7.6 millones en los próximos 16 años.

Es de esperarse que el índice de crecimiento de la población, junto con el incremento de la industria, mantengan alta la demanda de electricidad en los próximos diez años; en Baja California tendrá un rango de crecimiento de 6 a 7 por ciento anual, y 3 en San Diego.

La generación de electricidad en Baja California y California

En los estados de la frontera norte de México, la infraestructura eléctrica en términos de capacidad instalada era, en el año 2001, de 10 799 megavatios (mV), casi 30 por ciento de la del país (Díaz Bautista 2000). En la actualidad, la participación ha alcanzado los 15 844 mV, lo que representa 34 por ciento de la capacidad instalada nacional (Comisión Federal de Electricidad 2005).

Aunque gran parte de las plantas de generación de electricidad están basadas en la combustión de petróleo, se observa que a partir de 2005 la política energética industrial la ha venido sustituyendo por gas natural. A su vez, se estima que la mayor parte de las plantas generadoras, que funcionarán con gas natural, estarán ubicadas en la frontera norte de México (Quintanilla y Fischer 2003).

En California y Baja California, los temas de energía son especiales, debido a la situación compleja que enfrenta el primero en la materia, y a que el segundo está físicamente aislado del resto de México. En efecto, la red bajacaliforniana de trasmisión de energía no está conectada al sistema nacional.

Cuadro 1
Crecimiento de la población y proyecciones en la región fronteriza
de California y Baja California

Año	San Diego	Imperial	Tijuana	Ensenada	Tecate	Mexicali	Rosarito
1930	209 659	60 903	11 000	ND	ND	29 985	ND
1940	289 348	59 740	22 000	ND	ND	44 399	ND
1950	556 808	62 975	65 000	ND	ND	124 362	ND
1960	1 033 011	72 105	166 000	ND	ND	281 333	ND
1970	1 367 200	74 400	341 000	ND	ND	396 324	ND
1980	1 873 300	92 500	462 000	175 000	31 000	510 664	ND
1990	2 520 500	110 400	747 381	261 000	52 000	601 938	ND
1995	2 690 255	141 500	1 032 415	314 000	62 000	695 805	ND
2000	2 896 900	182 653	1 125 200	370 730	77 795	764 602	63 420
2010	3 360 700	303 037	1 491 300	501 574	107 146	946 746	124 845
2020	3 791 400	491 778	1 946 300	631 919	141 143	1 090 954	165 469

ND: no disponible.

Fuente: elaboración propia, con datos del INEGI y XII Censo General de Población (INEGI 2000).

En la actualidad, la infraestructura eléctrica de Baja California (véase figura 2) consiste en cuatro centrales generadoras importantes, varias plantas pequeñas y un sistema apropiado de líneas de trasmisión. La red está conectada a la de San Diego por medio de cuatro líneas de 230 kilovoltios (kV), una cerca de Tijuana y otras tres de Mexicali, una de la empresa transnacional Sempra, otra de InterGen y la de San Diego Gas and Electric.

La única fuente de energía natural utilizada a gran escala en Baja California es la geotérmica, y sus instalaciones están en Cerro Prieto, al sur de Mexicali. Este complejo geotérmico con 13 unidades opera como planta base (es decir, atiende la demanda del sistema), y genera 720 mV.

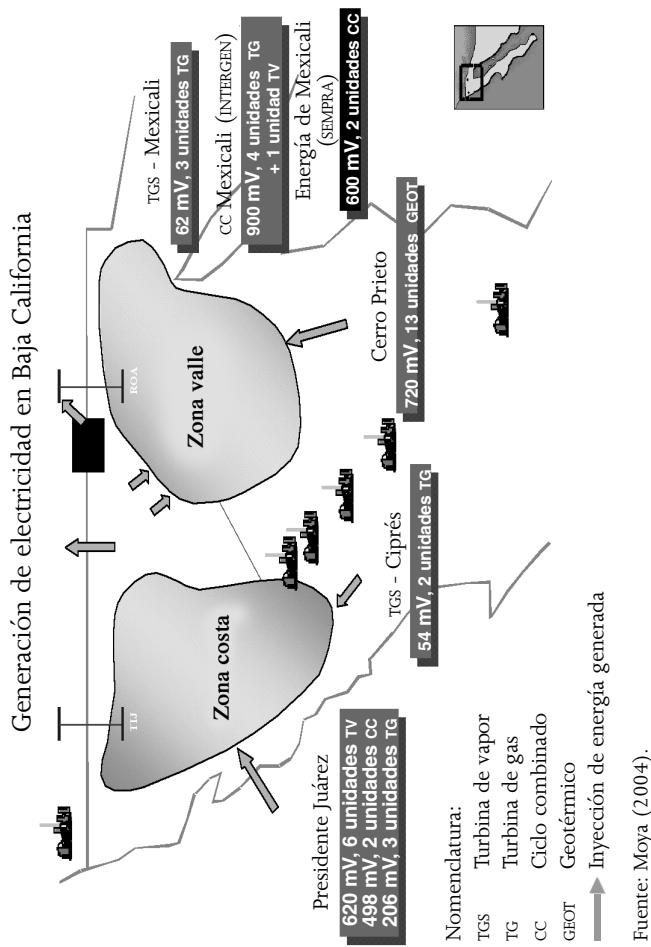
La Central Termoeléctrica Presidente Juárez produce 1 330 mV y se encuentra en el municipio de Playas de Rosarito, consta de seis unidades operadas por combustóleo y dos de ciclo combinado, operadas con gas natural. En el sistema eléctrico bajacaliforniano opera como planta reguladora (sólo atiende los picos de demanda).

Además de estas tres grandes centrales, Rosarito, Cerro Prieto y las termoeléctricas de ciclo combinado en Mexicali (La Rosita y Termoeléctrica de Mexicali), la Comisión Federal de Electricidad (CFE) opera otras diez unidades de respaldo, distribuidas en Tijuana, Mexicali y El Ciprés, con una capacidad instalada de 384 mV (Rivas, Campbell y Pérez 2003).

Pese a que California es más diverso que su vecino del sur, en cuanto a fuentes de energía primaria utilizadas en la generación de electricidad (véase cuadro 2), su problema es que la producción de sus plantas no satisface su demanda.

En los últimos diez años no se han construido centrales generadoras y, al mismo tiempo, la demanda de energía eléctrica ha aumentado a un ritmo anual de 2 por ciento. En 2004, en California se generaron algo más de 28 746 mV. Esta cantidad representó 83 por ciento de la electricidad consumida en el estado, el otro 17 tuvo que ser importado de otros estados de la unión americana.

Figura



Fuente: Moya (2004).

Cuadro 2

Sistema eléctrico de California en 2004 (mV)

Tipo de combustible	En estado	Noroeste importados	Suroeste importados	Total sistema	Porcentaje
Carbón	3 263	588	2 369	6 222	17.9
Hidroeléctrica	3 386	1 091	165	4 643	13.3
Gas natural	11 970	220	959	13 149	37.8
Nuclear	3 452	90	510	4 052	11.7
Renovables	3 338	-0-	-0-	3 338	9.6
Biomasa	684			684	1.9
Geotérmica	1 549			1 549	4.5
Mini hidroeléctrica	533			533	1.5
Solar	85			85	0.3
Eólica	486			486	1.5
Total	28 746	1 989	4 003	34 741	100.0

Fuente: California Energy Comission (2004).

Por su parte, San Diego es más dependiente de las importaciones de electricidad. En el año 2000, importó 52 por ciento de su consumo, en comparación con 18 de California en ese mismo año.

Los principales elementos de la infraestructura eléctrica de San Diego consisten en dos grandes centrales termoeléctricas, que generan 2 528 mV, localizadas en Carlsbad (Encina) y Chula Vista (South Bay), así como la Estación de Generación Nuclear de San Onofre, generadora de 2 200 mV, localizada al sur de San Clemente. Asimismo, en el Condado de San Diego se generan 14.3 mV por hidroeléctricas y 4.2 mV por un pequeño parque eólico.

Según Sweedler et al. (2003) “todas las plantas termoeléctricas que operan en el condado de San Diego utilizan gas natural. Además, existen dos líneas de transmisión de alto voltaje (500 kV),

una que va hacia el norte y la otra hacia el este, ambas son las responsables de traer toda la electricidad importada a la región”.

El condado de Imperial basa su infraestructura de generación en una serie de campos geotérmicos pequeños, que en conjunto producen 571 mV; le siguen en importancia dos centrales de ciclo combinado que funcionan a base de gas natural, producen 146 mV; el sistema hidroeléctrico aporta 64 mV, también existe una central que funciona con combustóleo y genera 20 mV; y otra con biomasa de restos agrícolas y estiércol de ganado que genera 18 mV.

El crecimiento de la demanda futura

Para atender la demanda futura de electricidad en la región binacional California-Baja California, se han discutido varias alternativas, entre las que destacan: generar más energía en la región, incrementar las importaciones de electricidad producida en otras zonas, reducir la demanda a través de un uso y consumo más eficiente o bien alguna combinación de estas estrategias.

Para Baja California, generar más electricidad podría significar la duplicación de su capacidad instalada, que actualmente es de 2 735 a 4 230 mV. Es importante recordar que el estado sólo puede importar cantidades pequeñas provenientes del sur de California y Arizona, debido a que su red de trasmisión no está conectada al sistema nacional.

Hace apenas unos cuantos años fue propuesta la construcción y operación de una serie de plantas generadoras de electricidad en la región California-Baja California. Algunas ya han iniciado sus operaciones, otras se encuentran en proceso de construcción, mientras que algunas más están en fase de planeación. En total, estas centrales nuevas aportarán 3 500 mV, que se sumarán a la totalidad de la capacidad actual instalada en la región binacional (Sweedler et al. 2003).

Tan sólo en Baja California, los planes de CFE (véase cuadro 3) contemplan, entre marzo de 2008 a abril de 2013, la puesta en marcha de seis centrales nuevas que aportarán 1 475 mV adicionales al sistema eléctrico bajacaliforniano.

Cuadro 3

Proyectos futuros de generación y trasmisión en Baja California

Fecha	Nombre	Tipo	Capacidad en mV
Marzo 2008	Baja California Norte	Ciclo combinado	228
Abril 2010	Turbina de gas Tijuana/1	Ciclo combinado	234
Abril 2010	Baja California Norte II	Turbina de gas	255
Abril 2011	Baja California III	Ciclo combinado	253
Abril 2012	Baja California IV	Turbina de gas	255
Abril 2013	Baja California V	Ciclo combinado	250

/1 Repotenciación

Proyectos futuros de trasmisión Incremento en capacidad de interconexión de sur-norte de 800 a 2000 mV.

Fuente: Moya (2004).

En el sur de California también existen planes para incrementar la capacidad de generación eléctrica. En el condado de Imperial se aprobó la construcción de la central geotermeléctrica Salton Sea, con una capacidad de 180 mV, que será operada por Imperial Company (California Energy Comission 2004).

El condado de San Diego ha incrementado su producción con la puesta en funcionamiento de la Central Rancho Chula Vista, con

capacidad de 57 mV, operada por San Diego Company-RAMCO. En este mismo condado se aprobó la construcción de dos centrales nuevas: Palomar Escondido con 546 mV, de Sempra y Otay Mesa Power Plant con 590 mV, de San Diego Company-CALPINE (California Energy Commission 2004).

Aunque se busca el suministro confiable y seguro de electricidad que garantice y propicie el desarrollo económico de esta región binacional, y le permita mantenerse en el entorno global como una zona competitiva, a la vez no hay un asunto de mayor importancia ambiental para sus habitantes que la evolución de un mercado de electricidad sustentable.

Las terminales regasificadoras de gas natural licuado

Asociadas a las centrales eléctricas nuevas, se han presentado una serie de propuestas relativas al establecimiento de terminales, para la regasificación de GNL en la costa occidental de Baja California.

Aunque inicialmente se habían planteado seis proyectos de esta naturaleza, en la actualidad sólo está aprobada la construcción y operación del Costa Azul, situado a 22.5 kilómetros al norte de Ensenada, que nació gracias a la consolidación de dos proyectos en uno, y será operado por Sempra y Shell.

Sin embargo, hay otros dos más en vías de autorización para el establecimiento de este tipo de terminales en las costas de Baja California, uno propuesto por Chevron/Texaco, mar adentro, a casi 13 kilómetros de Tijuana, cerca de isla Coronado, justo debajo de la línea fronteriza; y otro propuesto por Terminales y Almacenes Marítimos de México S. A. de C. V. (TAMMSA), también mar adentro, pero a 8.5 kilómetros de Rosarito (Powers 2005).

Llama la atención que la demanda actual de gas natural para los requerimientos de la CFE en Baja California sea de 85 millones de pies cúbicos por día (mpcd).

No obstante, el diseño básico de una terminal para la regasificación de GNL es de 1 000 mpcd. Así, Sempra indica que su terminal de Costa Azul abastecerá al mercado bajacaliforniano con 50 por ciento de su capacidad en 2008, y que estará en condiciones de vender 100 a usuarios de este estado, en 2015. Por su parte, Chevron/Texaco indica que en 2008 venderá en Baja California 70 por ciento de su producción.

Sin embargo, existen dudas razonables acerca de que la demanda futura local consuma la totalidad de este gas. Un escenario más convincente plantea la posibilidad de que entre 85 y 90 por ciento del GNL de Sempra/Shell, así como 100 proveniente de la terminal de Chevron/Texaco vayan a parar al mercado de California.

Las terminales de GNL en Baja California han provocado grandes controversias, pues es alto el riesgo que representan para las poblaciones adyacentes debido a sus efectos en los ecosistemas marinos, así como a los usos incompatibles de suelo. Además, se encuentran entre las fuentes fijas más importantes de contaminación atmosférica, ya que pueden generar hasta mil toneladas anuales de óxidos de nitrógeno (NO_x) (Powers 2005).

Los efectos en el medio ambiente

Actualmente, es incuestionable la preocupación social creciente por los problemas que algunas empresas causan al medio ambiente. En este sentido, las actividades de aprovechamiento energético de recursos primarios, su transformación y el consumo final de sus derivados se convierten en el primer factor de daño ambiental mundial.

En efecto, a pesar de los beneficios obvios del abastecimiento de electricidad, su generación constituye un sector que utiliza intensivamente los recursos naturales (petróleo, carbón, gas natural, agua), con gran repercusión en el ambiente. La generación de elec-

tricidad produce mucho dióxido de carbono (CO_2), NO_X , dióxido de azufre (SO_2), ozono (O_3), mercurio (Hg) y partículas finas, entre los compuestos más importantes (Vaughan et al. 2002; Miller et al. 2002).

La inercia estructural en la producción mundial de contaminantes, generados por el sector energético, debido principalmente a la preponderancia en la oferta mundial de las energías primarias de origen fósil, junto a su distribución desigual, son aspectos centrales que determinan los problemas ambientales derivados de dicho sector (Secretaría de Energía 2002).

Las consecuencias de la contaminación atmosférica y los efectos ambientales del sector eléctrico son considerables, y están bien documentadas (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía-IDAE 2000; Lago 2001; United Nations Environment Programme-UNEP 2000; Gallegos et al. 2000). Éstas se asocian al uso masivo de combustibles fósiles en los procesos de generación. Se trata de los efectos de la lluvia ácida, el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, entre los daños mundiales. Sin embargo, otros efectos medioambientales locales se asocian a la generación de electricidad, como la contaminación de suelos, aguas y paisaje, la ocupación de terrenos o la posible alteración de corredores naturales de flora y fauna (IDAE 2000).

La Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte publicó, en enero de 2004, el primer informe con datos de emisiones comparables de más de mil plantas generadoras de energía eléctrica de combustible fósil de Canadá, Estados Unidos y México (Miller y Van Atten 2004).

La investigación concluyó que un porcentaje reducido de plantas genera gran parte de las emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, mercurio y dióxido de carbono en América del Norte. Se sabe que estas emisiones contribuyen a la lluvia ácida, al neblumo y al cambio climático, así como a la presencia de mercurio tóxico en peces de consumo humano.

El informe, que reúne datos desde 2002 (año a partir del cual es posible recabar información comparable sobre contaminantes

específicos de las centrales eléctricas de los tres países), observa que cada nación cuenta con una combinación única de combustibles y tecnologías para producir electricidad. Estados Unidos genera la mitad a partir de carbón; México obtiene 8 por ciento del carbón y más de las dos terceras partes del petróleo y del gas natural. Por el contrario, Canadá produce la mayor parte de su electricidad a partir de energía hidráulica.

A pesar de estas variaciones, el informe señala que las centrales eléctricas que queman carbón representan por mucho la principal fuente de contaminación producida por la generación de energía eléctrica en el subcontinente. Si bien la combustión de carbón da cuenta de 44 por ciento de electricidad en la región, es responsable de la mayor parte de las emisiones de mercurio, de 86 por ciento del total de las de dióxido de azufre y de 90 de las de óxidos de nitrógeno.

Por ejemplo, en el caso de Estados Unidos, las carboeléctricas emiten en conjunto más de 85 por ciento de las emisiones de SO_2 , NOX y CO_2 .

En Canadá, donde las plantas de carbón generan cerca de 20 por ciento de la energía eléctrica nacional, producen en conjunto más de 80 por ciento de la contaminación por SO_2 y NOX . En México, las únicas tres centrales carboeléctricas responsables de cerca de 10 por ciento de la producción nacional, emiten casi 5 por ciento de NOX .

El estudio de Miller y Van Atten (2004) también observó que las plantas que queman combustibles fósiles en Canadá, Estados Unidos y México contribuyen con 22, 39 y 30 por ciento de las emisiones nacionales respectivas de dióxido de carbono; gas con gran efecto invernadero.

De acuerdo con los resultados presentados por Vijay et al. (2004), en México la mayoría de las centrales no tienen controles de emisiones instalados. A pesar de ello, en el periodo 2001-2002, los autores notaron una tendencia a la reducción de emisiones de NOX y SO_2 , en particular una significativa de CO_2 . Sólo encontraron un aumento ligero en las de mercurio, como resultado del cam-

bio de combustóleo a carbón como combustible en la central de Petacalco, en Guerrero.

Por otro lado, es preocupante la existencia de transporte de contaminación atmosférica a través de las fronteras nacionales (Vaughan et al. 2002). Las diferencias de normatividad ambiental entre ambos países favorecerían el establecimiento de fuentes de contaminación nuevas en determinada ruta transfronteriza.

Por ejemplo, el ozono y las partículas suspendidas generadas en Mexicali, Baja California, son transportadas al otro lado de la frontera, a Valle Imperial, California, esto sucede cuando el flujo de los vientos dominantes provienen del sureste. Por el contrario, cuando el viento fluye de noroeste a sureste, como es más común que ocurra, las partículas suspendidas son transportadas de Valle Imperial hacia Mexicali (Chow y Watson 1995).

A su vez, los contaminantes atmosféricos de Los Ángeles y San Diego son llevados al sur de la frontera, y afectan a Tijuana y Playas de Rosarito. De acuerdo con Vaughan et al. (2002), la escala del transporte de contaminantes puede ser relativamente local y también cubrir distancias largas.

El estudio realizado para la región binacional de Imperial y Mexicali (Reyna y Álvarez 1999), mostró que las enfermedades respiratorias, las admisiones al hospital, las ausencias a las escuelas, así como las muertes prematuras guardan una alta correspondencia con los períodos de incremento de la contaminación por PM10. Esto a su vez podría estar relacionado con una mayor incidencia de enfermedades pulmonares como asma, bronquitis y enfisema.

A pesar de que entre los combustibles fósiles utilizados en las centrales eléctricas, el gas natural es el menos dañino, su combustión envía cantidades grandes de contaminantes a la atmósfera: los NO_x, el CO y PM10. Sin embargo, se debe destacar la importancia de los óxidos de nitrógeno como precursores del O₃, reconocido actualmente como uno de los contaminantes secundarios más dañinos para la salud pública y los sistemas ambientales. Éste se forma al interactuar los óxidos de nitrógeno y los compuestos

orgánicos volátiles (cov) en presencia de la luz del sol, concretamente de la radiación ultravioleta (Molina y Molina 2002).

Las dos plantas, que recientemente han entrado en operación en Mexicali (véase cuadro 4), utilizan gas natural como fuente de combustión. Cuando ambas operen a su capacidad máxima, se estima que las emisiones potenciales anuales de La Rosita (Inter-Gen, 1 060 mV) y la Termoeléctrica de Mexicali (Sempra, 600 mV) serán de 2 094 toneladas de NO_X, 2 281 de CO y 1 094 de PM10.

Como ya se mencionó, se espera que en el corto plazo se instalen diez centrales eléctricas nuevas en la región fronteriza California-Baja California. A pesar de que cada una podría estar por debajo de los estándares de emisiones atmosféricas reglamentarias, tanto en Estados Unidos como en México, son desconocidos sus efectos acumulativos y sinérgicos sobre el medio ambiente de la región binacional.

Cuadro 4

Emisiones a la atmósfera de las centrales La Rosita y Termoeléctrica de Mexicali (toneladas anuales)

Planta	CO	NOX	PM10
La Rosita (1 060 mV)	2 100	1 907	857
Termoeléctrica de Mexicali (600 mV)	181	187	237
Total	2 281	2 094	1 094

Fuente: California Energy Comission (2004).

El caso de las centrales termoeléctricas de Sempra e InterGen

Como ya se expuso, la EPA y la SEMARNAT han determinado que la región binacional de Imperial y Mexicali es un área de “no cumplimiento” para algunos de los contaminantes de referencia relativos a la calidad del aire, como PM10, CO y O₃.

Desde 1970, Estados Unidos ha seguido una estrategia de control de la contaminación del aire, enfocada al cumplimiento de los ENCAA para los seis contaminantes más comunes del aire: materia particulada, dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, ozono y plomo.

Entre las regiones que no han alcanzado los ENCAA para un contaminante determinado se encuentran los valles de Imperial y Mexicali (Quintero Núñez et al. En prensa).

Según la ley de Estados Unidos, un área de no cumplimiento está sujeta a requerimientos de limpieza extrema, que al no observarse puede ser penalizada. Sin embargo, Valle Imperial no puede serlo si muestra que a pesar de haber tomado todas las acciones a su alcance y dentro de su jurisdicción, no ha podido cumplir los requerimientos debido a fuentes de emisión externas a Estados Unidos.

Este es el argumento principal de defensa del condado de Imperial, pues Mexicali contribuye sustancialmente al problema de la calidad del aire de la región, ya que ambos son parte de una misma cuenca atmosférica.

De ahí que el emplazamiento de industrias, así como nuevas fuentes fijas de emisión en Mexicali afectan negativamente los esfuerzos de Imperial por ajustar sus niveles de emisiones a los ENCAA. Tal es el caso de las centrales eléctricas La Rosita y Termoeléctrica de Mexicali, que han contribuido de manera importante al deterioro de la calidad del aire.

De haberse instalado en Valle Imperial, ambas centrales tendrían que cumplir por lo menos con tres requerimientos federales

que se aplican a regiones de no cumplimiento: 1) compensar las emisiones nuevas con mayores reducciones en las actuales; 2) adoptar los métodos más estrictos de control ambiental, hasta garantizar la emisión más baja de contaminantes y 3) certificar que otras instalaciones del mismo corporativo están cumpliendo con la normatividad en materia de contaminación del aire.

Al instalarse en Mexicali, La Rosita y Termoeléctrica de Mexicali han logrado evitar al menos dos de los tres requisitos mencionados, de ahí que su operación al sur de la frontera ha traído como consecuencia un conflicto ambiental binacional, que incluso ha llegado a la Suprema Corte de Justicia de Estados Unidos.

Es indudable que Imperial y Mexicali comparten la misma cuenca atmosférica. Sin embargo, no cuentan con herramientas y mecanismos de gestión ambiental comunes ni coordinados.

Mecanismo de gestión ambiental binacional

La contaminación del aire en la región fronteriza compartida por el sur de California y Baja California se ha agudizado, y se mantendrá como un problema ambiental y social debido a las dificultades institucionales, a las diferencias legales y normativas, a la falta de voluntad de los gobiernos de ambos países, así como a la carencia de una gestión transnacional sólida, que han impedido implementar un mecanismo transfronterizo eficaz, orientado al mejoramiento de la calidad del aire en esta dinámica región.

Además, se considera que existe una comprensión inadecuada de los distintos elementos que caracterizan y condicionan la calidad del aire, tanto en el ámbito local como en el transfronterizo. Estos factores no se limitan a los aspectos legales o de gestión ya señalados, comprenden también los administrativos, políticos, institucionales, económicos, sociales, culturales y, por supuesto, ambientales.

Cada uno de ellos cuenta con elementos estratégicos y fundamentales para justificar una política transnacional, que toman

como punto de partida la constitución de un mecanismo binacional de gestión para el mejoramiento de la calidad del aire.

Sin embargo, los tratados signados por ambos países en materia de cooperación ambiental, por ejemplo el Acuerdo de La Paz, así como los programas Frontera XXI y posteriormente Frontera 2012, han marcado la pauta hacia la institucionalización de mecanismos de colaboración y planeación transfronteriza, como es el caso del Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Cuenca Atmosférica del Paso del Norte (comprende Ciudad Juárez, Chihuahua-El Paso, Texas-Doña Ana, Nuevo México).

Asimismo, para fortalecer y justificar la creación de un mecanismo binacional similar en la frontera California-Baja California, se propone un análisis a fondo de las experiencias acumuladas por organismos binacionales de otros países. Por ejemplo, el Gabinete de Iniciativas Transfronterizas entre la Autonomía de Extremadura, España y Alentejo, Portugal o bien el International Joint Commission y el Air Quality Committee, entre Estados Unidos y Canadá.

El mecanismo binacional de administración propuesto en este artículo no supone necesariamente la creación de estructuras institucionales nuevas, sino más bien la adopción de modelos, procedimientos o métodos que permitan la articulación de las instituciones actuales, para facilitar la cohesión y compatibilidad de sus políticas y funciones.

Algunos de los propósitos iniciales de este mecanismo binacional, ocupado de la gestión de la calidad del aire en la frontera California-Baja California, podrían ser:

1. Redactar un texto base para la celebración de un acuerdo o convenio específico de colaboración, para el mejoramiento de la calidad del aire en esta región.
2. Definir y reglamentar la estructura del mecanismo, así como su funcionamiento.

3. Gestionar el reconocimiento oficial de la cuenca atmosférica internacional de la región, lo que lleva a definir un ámbito territorial transfronterizo.
4. Elaborar un diagnóstico compartido de la problemática ambiental.
5. Formular políticas, planes y programas adecuados a la normatividad de cada país, y enfocados a la realidad de la región.
6. Desarrollar y aplicar procedimientos de evaluación ambiental transfronteriza.
7. Implementar esquemas de comercialización transfronteriza de emisiones.
8. Gestionar la planeación conjunta del crecimiento de la región fronteriza, según los principios del desarrollo sostenible.
9. Inducir la aplicación del principio de prevención de la contaminación e incluir, durante los procesos de planeación, los aspectos de medio ambiente y darles la misma importancia que a los económicos y sociales, mediante la instrumentación de la evaluación ambiental estratégica.

Sin duda, el efecto positivo de la posición geoestratégica que guarda la región fronteriza de California-Baja California ante los cambios dinámicos en la estructura de la economía global y, en especial los de la generación de electricidad, podrá verse mayormente beneficiado y hasta potenciarse, en la medida en que los aspectos relacionados con la calidad del ambiente se encuentren estrechamente ligados a los de competitividad y bienestar social. Es ahí donde radica la verdadera importancia de mecanismos de colaboración binacional como el propuesto aquí.

Hacia un procedimiento alterno de evaluación ambiental

De la mano con la creación, desarrollo e implementación del mecanismo binacional de administración de las cuencas atmosféricas

ricas compartidas, se propone la adopción de un cambio en la forma de evaluar los efectos al ambiente de los proyectos de generación de energía eléctrica, particularmente aquellos que se construirán en la región fronteriza que nos ocupa, al pasar de un mecanismo de evaluación por proyecto a uno más integral y sistemático, que valore las repercusiones ambientales en los planes y programas.

Desde sus inicios, con la promulgación de la Ley Nacional de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos, que entró en vigor el primero de enero de 1970, el propósito de la Evaluación de Impacto Ambiental (**EIA**) es valorar los efectos de un proyecto determinado, y señalar posibles medidas de mitigación, remediación o compensatorias (Pardo 2002).

Por años, la **EIA** ha revelado su fuerza como un instrumento de la política ambiental que ayuda a considerar y hasta cierto punto evitar los daños al ambiente derivados de proyectos específicos, pero la experiencia ha permitido conocer también las limitaciones de un sistema de evaluación confinado sólo a la etapa de planes, dentro de un ciclo de planificación mucho más amplio y complejo.

Así, al realizar las evaluaciones de un proyecto se observa que éste puede o no causar daños significativos, pero si se consideran los programas futuros en la misma región, entonces se notará que la combinación o sinergia de los efectos individuales pueden ser importantes.

Entonces surge la idea, cada vez más generalizada, de que las consideraciones ambientales tienen que integrarse a la totalidad del proceso planificador del desarrollo económico. En este sentido, aparece la Evaluación Ambiental Estratégica (**EAE**) como una opción que integra la política ambiental con la social y económica.

La **EAE** es una modalidad de gestión ambiental que viene a llenar los vacíos y a complementar la **EIA**. Autores como Therivel (2004), Oñate et al. (2002), Fischer (2002), así como Partidario y Clark (2000) coinciden en expresar que la **EAE** es:

Un proceso sistemático de evaluación de las consecuencias ambientales de políticas propuestas, planes o iniciativas de programas, con el propósito de asegurar que están plenamente incluidas y apropiadamente contempladas en las primeras etapas de las decisiones en igualdad de condiciones que las consideraciones económicas y sociales (Sadler y Verme 1996, citado en Therivel 2004).

Para Gilpin (1995), la EAE implica la evaluación ambiental llevada al terreno de las políticas, planes y programas. Pretende ser algo más que un complemento a la evaluación de impacto ambiental de proyectos, que establece un marco general dentro del cual se considere su evaluación. Algunos de los puntos que contempla son: efectos acumulativos, políticas de reducción de gases de efecto invernadero, conservación de los recursos y sustentabilidad.

La EAE puede contemplarse como una visión de desarrollo sustentable a futuro. Esto significa una visión a largo plazo, que integra el concepto de sustentabilidad en las decisiones estratégicas de la administración pública.

Ante la inminente llegada de infraestructura, que va en aumento, para la generación de energía eléctrica en la región fronteriza de California-Baja California, es importante llevar al plano de la toma de decisiones temprana sus repercusiones ambientales. Particularmente, aunque sin limitarse a sus implicaciones en la calidad del aire de una cuenca atmosférica transnacional con importantes signos de degradación.

Sin duda, la propuesta aquí planteada conlleva el establecimiento de esfuerzos adicionales a los antecedentes de colaboración ambiental entre ambos países. No obstante, los beneficios de instrumentar un mecanismo de colaboración binacional nuevo y de adoptar la planeación y gestión ambiental conjunta de esta región, en la que se comparten recursos naturales y una ubicación geográfica estratégica, tendrán una repercusión positiva en las políticas encaminadas a posicionarla como una de las más com-

petitivas y de bienestar social en el concierto de las economías globalizadas.

Conclusiones

Para enfrentar los requerimientos futuros de energía, necesaria para impulsar el desarrollo económico de California y Baja California, se estima que llegarán inversiones nuevas para la generación de electricidad.

Por tanto, Baja California parece estar destinado a convertirse en el sitio preferido para el arribo de más inversiones en dicha materia y de terminales de regasificación de GNL. Este escenario podría verse favorecido por una mayor laxitud de la normatividad y los procedimientos ambientales de México, respecto a las del vecino del norte.

Sin embargo, tanto en San Diego-Tijuana como en Imperial-Mexicali se observan problemas de incumplimiento de las normas que, en materia de calidad del aire, han propuesto los gobiernos federales de Estados Unidos y México.

De modo que el incremento en infraestructura para la generación eléctrica traerá consigo un aumento de emisiones contaminantes a la atmósfera en detrimento de la calidad del aire, y dificultará así los esfuerzos de las comunidades binacionales por mejorarla.

De ahí la importancia que el análisis de los beneficios económicos, que para ambos estados represente el establecimiento de nuevas centrales de generación, vaya acompañado de una revisión profunda de sus repercusiones ambientales sobre las cuencas atmosféricas compartidas.

La tendencia a utilizar a Baja California como fuente para el suministro de energía hacia California, no es una práctica que corresponda al mejor interés público de sus habitantes.

Los ciudadanos de Baja California están sujetos a sufrir en su salud los perjuicios ambientales de las centrales de generación

dedicadas a exportar su electricidad, traducidos en baja calidad del aire y menor disponibilidad de agua.

Por su parte, los habitantes de California, al menos los que viven en el condado de Imperial, cerca de las centrales de exportación, también sufren los efectos negativos derivados de una mala calidad del aire, que se traducen en la incidencia más alta de asma infantil en ese estado.

El establecimiento y operación de centrales eléctricas en la cuenca atmosférica de los valles Imperial y Mexicali, con antecedentes de baja calidad del aire, para suministrar energía a San Diego (que se localiza en una zona con mejor calidad del aire) trae consigo serios problemas de justicia ambiental para ambos lados de la frontera.

Es evidente que en la legislación ambiental de los dos países existen vacíos que impiden atender de manera adecuada estos temas. De mantenerse dicha tendencia, seguirá abierta la puerta falsa de incorporar cada vez más infraestructura a Baja California, para abastecer al mercado de California, según el argumento errático de menor costo en la mano de obra, menos requerimientos ambientales, obtención rápida de permisos y autorizaciones y el mismo acceso al mercado de California, tal como lo es para las instalaciones construidas ahí.

La gravedad de los problemas ambientales en la frontera de Estados Unidos y México sin duda tiene su origen en una falta de planeación conjunta y coordinada en materia de energía; de monitoreo de la calidad del aire al alcance de la población; de normatividad estandarizada; aplicación irrestricta de la ley; implementación conjunta de programas de control y de mecanismos de evaluación transfronteriza.

Uno de los aspectos más importantes en el que se debe trabajar es en incrementar la capacidad de respuesta conjunta de las comunidades locales, para enfrentar los retos que impone la reducción de la contaminación atmosférica y sus efectos en la salud humana y el medio ambiente, incluso los relacionados con la generación de electricidad.

Finalmente, el sentido de esta propuesta es establecer mecanismos de gestión ambiental binacional, a través de una amplia participación pública y con una sólida gama de instrumentos, estrategias y acciones conjuntas.

Lo anterior con base en el cumplimiento de algunos de los objetivos y metas planteadas por el Acuerdo de La Paz, así como por el Programa Frontera 2012.

Recibido en enero de 2006
Revisado en marzo de 2006

Bibliografía

- California Energy Commission. 2004. California Gross System Power for 2004. http://www.energy.ca.gov/electricity/gross_system_power.html (19 de septiembre de 2005).
- Comisión Federal de Electricidad. 2005. Generación de energía eléctrica. <http://www.cfe.gob.mx> (25 de julio de 2005).
- Chow, J. C. y J. G. Watson. 1995. Imperial Valley/Mexicali Cross Border PM10 Transport Study. Draft final report. Reno: Desert Research Institute, University and College System of Nevada.
- Díaz Bautista, A. 2000. Necesidades de la infraestructura eléctrica en la frontera norte de México. Correo Fronterizo. Gaceta electrónica. <http://www.colef.mx/difusion/correofronterizo/articulos> (17 de octubre de 2003).
- Fischer, Thomas. 2002. Strategic Environmental Assessment in Transport and Land Use Planning. Londres: Earthscan Publications.
- Gallegos, R., M. Quintero y R. García. 2000. H₂S Dispersion Model at Cerro Prieto Geothermoelectric Power Plant. Ponente-

- cia presentada en World Geothermal Congress 2000, Kyushu-Tohoku.
- Ganster, P. 2004. La región fronteriza entre Estados Unidos y México. Reporte Pacto Fronterizo. <http://www.borderpact.org/reporte/ganster.htm> (24 de marzo de 2004).
- Gilpin, A. 1995. *Environmental Impact Assessment: Cutting Edge for the Twenty-first Century*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Imperial County Air Pollution Control District. 2003. Development of a Cross-Border Emission Reduction Credit (ERC) Program. Documento.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2000. *Impactos ambientales de la producción eléctrica: Análisis de ciclo de vida de ocho tecnologías de generación eléctrica*. Madrid: Fondo Editorial del IDAE.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. <http://www.inegi.gob.mx/est/default.asp?c=701> (6 de diciembre de 2005).
- Lago Rodríguez, C. 2001. Aspectos medioambientales. En *Principios de la conversión de la energía eólica*. Serie Ponencias. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. España: Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Miller, P. y C. Van Atten. 2004. *Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas en América del Norte*. Quebec: Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte.
- Miller, P., Z. Patterson y S. Vaughan. 2002. *Estimating Future Air Pollution from New Electric Power Generation*. <http://www>.

- cec.org/files/PDF//2_airemissions-e.pdf (12 de junio de 2006).
- Molina, L. T. y M. Molina. 2002. *Air Quality in the Mexico Megacity: An Integrated Assessment*. Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.
- Moya Vázquez, Jesús. 2004. Infraestructura eléctrica en la frontera de Baja California y sus oportunidades. Ponencia presentada en el XI Foro de Energía en la Frontera, Santa Fe.
- Oñate, J., D. Pereira, F. Suárez, J. Rodríguez y J. Cachón. 2002. *Evaluación ambiental estratégica: la evaluación ambiental de políticas, planes y programas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Pardo Buendía, Mercedes. 2002. *La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI: teorías, procesos, metodología*. Madrid: Editorial Fundamentos.
- Partidario, M. Rosario y Ray Clark. 2000. *Perspectives on Strategic Environmental Assessment*. Boca Raton: Lewis Publishers.
- Powers, B. 2005. Energy, the Environment, and the California-Baja California Border Region. *The Electrical Journal* 18 (6): 77-84.
- Quintanilla, A. L. y D. W. Fischer. 2003. *La energía eléctrica en Baja California y el futuro de las renovables. Una visión multidisciplinaria*. Mexicali: Universidad Autónoma de Baja California.
- Quintero Núñez, M., M. A. Reyna, K. Collins, S. Guzmán, B. Powers y A. Mendoza. En prensa. Issues Related to Air Quality and Health in the California-Baja California Border Region. En *Transboundary Air Pollution and Binational Air Quality Management*, editado por Ross Pumfrey. San Diego: San Diego State University.

Quintero Núñez, M. 2005. Alternative Fuels in Mexico/Energy and Air Quality at the Ca-BC. Ponencia presentada en el XII Border Energy Forum, Santa Fe.

Quintero Núñez, M. y A. Sweedler. 2005. La evaluación de la calidad del aire de los valles Imperial y Mexicali como un elemento para un programa comunitario. En *Valles de Imperial y Mexicali: desarrollo y medio ambiente en la región fronteriza México-EE UU*, compilado por M. Quintero, E. L. Sánchez, K. Collins, P. Gansster y Ch. Mason, 323-340. México: Universidad Autónoma de Baja California-Porrúa.

Reyna, M. A. y C. E. Álvarez. 1999. El PM10 y las enfermedades respiratorias agudas en la población de Mexicali, B. C., México. Ponencia presentada en el VI Congreso Interamericano de Medio Ambiente, Monterrey.

Rincón, C. y M. Emerson. 2000. La gestión binacional de la calidad del aire en la zona fronteriza entre Estados Unidos y México: un estudio de caso. *Borderlines* 63 (8): 1-5.

Rivas, L. M., R. H. Campbell y T. C. Pérez. 2003. Identificación y definición de la problemática del servicio eléctrico en Baja California. Reporte técnico. Mexicali: Universidad Autónoma de Baja California.

Secretaría de Energía. 2002. Programa energía y medio ambiente. Hacia el desarrollo sustentable. México: Secretaría de Energía y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Sweedler, A., M. Quintero y K. Collins. 2003. Energy Issues in the U.S.-Mexican Binational Region: Focus on California-Baja California. En *The US-Mexican Border Environment: Trade, Energy, and the Environment: Challenges and Opportunities for the Border Region, Now and in 2020*, editado por David Rohy, 57-103. San Diego: Southwest Consortium for Environmental Research and Policy.

- Therivel, Riki. 2004. Strategic Environmental Assessment in Action. Londres: Earthscan.
- United Nations Environment Programme. 2000. Energy: Facts and Figures. *Industry and Environment* 23 (3): 4-11.
- U. S. Environmental Protection Agency-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Programa Ambiental México-Estados Unidos: Frontera 2012. <http://wwwsemarnat.gob.mx/frontera2012/> (12 de junio de 2006).
- Vaughan, S., Z. Patterson, P. Miller y G. Block. 2002. Retos y oportunidades ambientales en el dinámico mercado de electricidad de América del Norte. http://www.cec.org/files/PDF//CCA_Art13electricidad_Esp.pdf (12 de junio de 2006).
- Vijay, S., L. Molina y M. Molina. 2004. Cálculo de emisiones de contaminación atmosférica por el uso de combustibles fósiles en el sector eléctrico mexicano. Quebec: Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte.