

¿México y el petróleo tienen una simbiosis eterna? Por décadas pareció ser así, pero hoy en día es indudable que la era en que el petróleo movía a México está por terminarse o al menos debería.

Vemos ese escenario cuando los precios del crudo son inestables y tienden a la baja, afectando al gasto público y las expectativas de crecimiento en México mientras que, por el otro lado, las energías renovables se vuelven más competitivas internacionalmente, tanto así que hay países en los que la generación eléctrica con celdas solares o plantas eólicas es más barata que con fuentes convencionales.

México ha sido bendecido con un gran potencial eólico; ningún otro país de América Latina cuenta con tanta capacidad solar al año y se encuentra en una de las regiones más favorables para generar electricidad a través de la geotermia. Así, el paso más lógico, responsable y audaz que podría tomar México es hacia una transición energética, que le permita explotar su potencial y reducir sus debilidades.

Casos como Alemania, que ha podido aumentar su producción de energías renovables considerablemente demuestran que se puede lograr una transición energética, al pasar de fuentes convencionales a renovables, siendo social y ambientalmente responsable y teniendo conjuntamente beneficios económicos.

En estas páginas la Fundación Konrad Adenauer, la Red Sinergia por el Medio Ambiente (grupo de funcionarios, legisladores y expertos de Acción Nacional que trabajan a favor del medio ambiente y cambio climático) y diversos expertos en la materia brindan argumentos a favor de la Ley de Transición Energética y de una política energética integral que privilegie a las energías renovables y el uso más eficiente de la energía.



ENERGÍAS RENOVABLES. LA REFORMA ENERGÉTICA DEL SIGLO XXI



# ENERGÍAS RENOVABLES

## LA REFORMA ENERGÉTICA DEL SIGLO XXI

**Editor**

Konrad-Adenauer-Stiftung

**Autores**

Daniel Chacón Anaya

David Shields

Eduardo Reyes

Fabrizio Brodziak

Gabriel Quadri de la Torre

Guillermo Chávez

Janina Grimm-Huber

José Luis Luege Tamargo

María Isabel Ortiz Mantilla

Nadjeli Babinet

Oscar Fidencio Ibáñez Hernández

Silvia Garza Galván

**Jefe de Redacción**

Janina Grimm-Huber

**Compilador**

Daniel Chacón Anaya

**Corrección**

Capital Publicity y Janina Grimm-Huber

**Diseño**

Capital Publicity

© Fundación Konrad Adenauer

Río Gadiana No. 3

Col. Cuauhtémoc

06500, México, D.F.

México

Tel.: +52 55 5566 45 99

info. kasmex@kas.de

<http://www.kas.de/mexiko/es/>

**Impreso en México**

Los textos que se publican son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no expresan necesariamente el pensamiento de los editores. Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido citando la fuente.

# ENERGÍAS RENOVABLES

## LA REFORMA ENERGÉTICA DEL SIGLO XXI



Konrad  
Adenauer  
Stiftung





# índice

<b>INTRODUCCIÓN</b> Silvia Garza Galván	<b>3</b>	<b>HOJA DE RUTA PARA LA META DE ENERGÍAS “LIMPIAS” EN MÉXICO</b> Daniel Chacón Anaya	<b>104</b>
<b>LAS RAZONES ÉTICAS, SOCIALES Y ECONÓMICAS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA</b> María Isabel Ortiz Mantilla	<b>9</b>	<b>GENERACIÓN DISTRIBUIDA URBANA: LA DEMOCRATIZACIÓN DE LA ENERGÍA</b> Daniel Chacón Anaya y José Luis Luege Tamargo	<b>129</b>
<b>¿QUÉ TAN LIMPIA ES LA ENERGÍA “LIMPIA”?</b> Daniel Chacón Anaya	<b>27</b>	<b>EL CAMBIO ENERGÉTICO EN ALEMANIA</b> Janina Grimm-Huber	<b>159</b>
<b>LA VERDADERA RIQUEZA ENERGÉTICA DE MÉXICO</b> Eduardo Reyes y Guillermo Chávez	<b>64</b>	<b>LA GEOPOLÍTICA DE LA REFORMA ENERGÉTICA</b> Oscar Fidencio Ibáñez Hernández	<b>195</b>
<b>EL DESARROLLO ACTUAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO</b> David Shields	<b>82</b>	<b>LAS HISTORIAS SOBRE EL DESARROLLO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO</b> Fabricio Brodziak y Nadjeli Babinet	<b>207</b>
<b>ENERGÍAS LIMPIAS, RETOS Y ADVERTENCIAS DESPUÉS DE LA REFORMA</b> Gabriel Quadri de la Torre	<b>90</b>	<b>LAS ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL EN MÉXICO: CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA</b> Jorge Villarreal Padilla	<b>217</b>

# INTRODUCCIÓN

SILVIA GARZA GALVÁN, SENADORA

## Presidenta de la Comisión Especial de Cambio Climático

La presente obra representa una herramienta útil para advertir las posibles lagunas o vacíos jurídicos de la recién aprobada Reforma Energética, pero también constituye un reto para que México no sólo cumpla sus metas y compromisos internacionales en materia de energía y reducción de emisiones, sino para transitar hacia el camino correcto, el cimentado en las energías limpias.

Recordemos que el uso de combustibles fósiles en las actividades humanas ha sido la principal causa del calentamiento global del planeta. Datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), revelan que en 2009 las emisiones globales de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes por la quema de combustibles fósiles fueron de 27 mil 983.7 millones de toneladas. Siendo China, y posteriormente Estados Unidos, las potencias con mayor contribución.

México en particular es un país en vías de desarrollo ubicado en el lugar número 12 por arriba de países como Brasil, representando el 1.4% de las emisiones globales con 399.7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Al referirnos a emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, en el año 2010, México emitió 748 mil 252.2 gigagramos (Gg), de las cuales el 67.3% fueron emitidas por el sector energético (503 mil 817.6 Gg)<sup>1</sup>.

Por otro lado, la producción de combustibles fósiles se encuentra en declive, como lo es el petróleo, uno de los recursos más importantes para satisfacer las necesidades energéticas de México y del mundo, del cual se calcula una magnitud de reservas probadas a nivel mundial para los próximos 53 años de producción; en México, la cifra es de aproximadamente 10 años<sup>2</sup>.

Estas dos circunstancias, la contaminación y los cambios del clima generados

SILVIA GARZA GALVÁN

por la emisión de gases o compuestos de efecto invernadero, así como la escasez o agotamiento de algunos combustibles fósiles al ser recursos no renovables, han llevado a considerar la utilización de otras fuentes de energía, permitiendo así la apertura a la diversificación y a la transición energética.

*Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* es un documento que revela gratamente que del año 2005 al año 2014 el número de economías emergentes con políticas de apoyo para la expansión de la energía renovable ha pasado de ser sólo 15 países en desarrollo a 95. Asimismo, en un año -del 2012 al 2013, la producción eléctrica a partir de fuentes renovables aumentó 8.3 %<sup>3</sup>. La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés), afirma que;

[...] la capacidad de energía renovable en todo el mundo ha crecido un 85 por ciento en los últimos 10 años. Hoy en día las energías renovables constituyen el 30 por ciento de toda la potencia instalada<sup>4</sup>.

Países como China, Estados Unidos, Brasil, Canadá y Alemania, son naciones promotoras y consumidoras en mayor escala de las energías renovables.

Durante los siguientes once capítulos, se analizarán temas fundamentales en materia energética en México, principalmente, respecto al rubro de energías renovables. En nuestro país, este tema crece lentamente, se han logrado avances con la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética además de la publicación de la Ley General de Cambio Climático, la cual estableció la meta de generar energía eléctrica en un 35% con fuentes de energías limpias para el 2024, meta que deberá cumplirse en el 2012.

La recién publicada Reforma Energética, que a través de normas como la Ley de la Industria Eléctrica, pretende promover el desarrollo sustentable, así como el cumplimiento de las obligaciones de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes. Es un tema controversial, el cual para algunos representa un acercamiento deficiente y poco estructurado para la inclusión de energías renovables en la matriz energética en donde se promueve la

<sup>1</sup> Comisión Intersecretarial de Cambio Climático: *México: Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México 2012.

<sup>2</sup> Secretaría de Energía: *Prospección de Petróleo y Petrolíferas, 2013-2027*, México 2013.

<sup>3</sup> Ren21: *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*, disponible en: [http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR2014\\_Release\\_Spanish\\_website.pdf](http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR2014_Release_Spanish_website.pdf), 10.10.2014.

<sup>4</sup> International Renewable Energy Agency: *Rethinking Energy, resumen ejecutivo*, disponible en: [http://www.irena.org/rethinking/Rethinking\\_Executive\\_Summary\\_EN.pdf](http://www.irena.org/rethinking/Rethinking_Executive_Summary_EN.pdf), 10.10.2014.

explotación y el uso de combustibles fósiles; mientras que por otro, la Reforma Energética simboliza el inicio de la transición hacia el uso de energías más limpias, la diversificación, la apertura a la competitividad y la participación privada en el sector energético.

El 15 de diciembre de 2014 se dio un avance importante con la aprobación de la Ley de Transición Energética (LTE) por la Cámara de Diputados, actualmente se encuentra pendiente de análisis y eventual aprobación por el Senado de la República. La LTE aboga la ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, así como también la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. Como una de las disposiciones más importantes señala que, la Secretaría de Energía deberá fijar como meta una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25% para el año 2018, 30% para el 2021, y del 35% para el 2024.

De igual forma la CONUEE deberá establecer una hoja de ruta en materia de eficiencia energética en un plazo de 260 días hábiles a partir de que entre en vigor la LTE. El Instituto de Investigaciones Eléctricas se transforma en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, el cual será un organismo público descentralizado con personalidad jurídica, patrimonio propio y sectorizado de la Secretaría de Energía; también se crea el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. Establece que los integrantes de la industria eléctrica en general, así como los usuarios calificados participantes del mercado eléctrico mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los contratos de interconexión estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias y la Secretaría de Energía establecerá, en condiciones de viabilidad económica, las obligaciones para la adquisición de certificados de energías limpias. Por su parte la Comisión Reguladora de Energía verificará el cumplimiento de las Metas de Energías Limpias.

La Secretaría de Energía deberá crear los instrumentos para la aplicación de la ley, a saber: la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía; el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía; el Programa Especial de la

Transición Energética; y el Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias.

La LTE también establece que el Programa de Redes Eléctricas Inteligentes tendrá como objetivo ayudar a la modernización de la Red Nacional de Transmisión y de las Redes Generales de Distribución para mantener una infraestructura confiable y segura que satisfaga la demanda de manera económicamente eficiente y sustentable y que facilite la incorporación de nuevas tecnologías que promuevan la reducción de costos del sector eléctrico.

El consejo Consultivo para la Transición Energética será el órgano permanente de consulta y participación ciudadana cuyo objeto será opinar y asesorar a la Secretaría de Energía sobre las acciones para el cumplimiento de las metas en materia de Energías Limpias y Eficiencia Energética. Por otro lado, se crea el Sistema de Información de Transición Energética que tendrá por objetivo registrar, organizar, actualizar y difundir la información en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

La aprobación de la LTE representará un cambio en el modelo energético de México, con el cual se aprovechen las energías renovables y se desacople la economía de las energías fósiles.

El presente libro pretende dar la visión de diferentes autores sobre la Reforma Energética en el contexto de las energías renovables. En primer término, la Diputada María Isabel Ortiz analiza el concepto y el alcance del costo de las externalidades de las energías fósiles en México, elabora un análisis sobre las razones éticas por las que México debería realizar un mayor esfuerzo para reducir las emisiones de gases efecto invernadero, así como la importancia de cumplir con la meta de energías renovables. Daniel Chacón, narra la deficiencia en la definición de “energía limpia” presentada por la Ley de la Industria Eléctrica, la necesidad de diversificar la matriz eléctrica del país además de un análisis de inclusión de metas nacionales para la incorporación de energías renovables.

En los siguientes capítulos Eduardo Reyes y Guillermo Chávez, describen el prometedor potencial de las Energías Renovables en México. David Shields, habla sobre el letargo de México en cuanto a la transición energética y su

contradicción al impulsar la inversión en energías tradicionales. Gabriel Quadri, comparte su visión sobre los logros y retos posteriores de la Reforma Energética, congratulándose por la disolución del monopolio, así como también expone la necesidad de aprobación de un marco regulatorio enfocado a la transición energética.

José Luis Luege, explica los beneficios de la generación distribuida, mencionando las carencias de esta generación en la Ley de la Industria Eléctrica. Janina Grimm-Huber, expone el caso del desarrollo de las energías renovables en Alemania como un modelo de aprendizaje. El Dr. Oscar F. Ibáñez, detalla la inclusión del cambio climático y sus efectos en las decisiones de la geopolítica.

Nadjeli Babinet y Fabricio Brodziak, presentan un análisis de la energía eólica en México y sus implicaciones sociales además de una descripción de la iniciativa impulsada por el Centro de Colaboración Cívica para la construcción del diálogo entre actores involucrados en la generación de esta fuente de energía.

Finalmente Jorge Villarreal Padilla, detalla el papel que representan las Organizaciones de la Sociedad Civil en la lucha contra los efectos negativos del cambio climático y la promoción de la transición energética, así como las barreras presentadas para desincentivar el uso de los combustibles fósiles.

Considero que México está avanzando en la introducción de las energías limpias; sin embargo, es forzoso que el Congreso de la Unión analice, discuta y apruebe una ley secundaria sobre transición energética, para detonar de una vez y para siempre, el uso de energías limpias y renovables en el país.

Ante la volatilidad del precio del barril de petróleo, México debe diversificar su matriz energética, des-carbonizar sus ingresos, transitar hacia una economía verde. Un aumento de temperatura en el planeta por arriba de los dos grados centígrados sería el error más grave que podríamos cometer como humanidad.

---

### Bibliografía

**Comisión Intersecretarial de Cambio Climático:** *México: Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, México 2012.

**Secretaría de Energía:** *Prospectiva de Petróleo y Petrolíferos, 2013-2027*, México 2013.

---

### Direcciones de Internet

**International Renewable Energy Agency:** *Rethinking Energy, resumen ejecutivo*, disponible en: [http://www.irena.org/rethinking/Rethinking\\_Executive\\_Summary\\_EN.pdf](http://www.irena.org/rethinking/Rethinking_Executive_Summary_EN.pdf), 10.10.2014.

**Ren21:** *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*, disponible en: [http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR\\_2014\\_Release\\_Spanish\\_website.pdf](http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR_2014_Release_Spanish_website.pdf), 10.10.2014.

---



# LAS RAZONES ÉTICAS, SOCIALES Y ECONÓMICAS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

MARÍA ISABEL ORTIZ MANTILLA  
Diputada Federal

## Introducción

La Reforma Energética despertó la gran esperanza de que el país tomaría por fin el paso de la modernidad simultáneamente de las naciones progresistas del planeta. Por fin, México dejaría de ser ese país obsoleto casi decimonónico y adoptaría un sistema moderno de energía con un gran futuro por delante. Al mismo tiempo del abandono del monopolio estatal en energía, los textos constitucionales y los artículos transitorios abrieron oportunidades para la adopción de novedosos conceptos en materia de energía. Si bien, la apertura del sector energético a la inversión privada para compensar la falta de inversión por parte del gobierno es un gran logro que debe festejarse, la verdadera modernidad está en el desarrollo tecnológico que se adopte de cara al siglo XXI como resultado anhelado de la desaparición de los monopolios energéticos que no dejaban avanzar hacia la modernidad. En efecto, el verdadero valor de la reforma no estriba en cuántos barriles de petróleo ni cuantos millones de pies cúbicos de gas “*shale*” produciremos dentro de 10 años, sino de cuánta energía seremos capaces de producir sin contaminar el aire, ni sufrir enfermedades respiratorias, ni alterar el clima, partiendo de los inmensos recursos renovables que tiene el país con todos los beneficios que ello implica según lo veremos en el resto de este libro.

En la década de los sesentas, una extraordinaria mujer llamada Rachel Carlson escribió un libro titulado *La Primavera Silenciosa* donde denunciaba los efectos que se comenzaban a observar a causa de una sustancia que todo el mundo usaba como insecticida agrícola y casero y que parecía inofensivo, el Dicloro Difencilo Tricloroetano (DDT). Carlson comenzó a observar que los niveles de DDT se iban incrementando particularmente entre varias especies de fauna y sus cadenas alimenticias. Las observaciones que siguieron por otros científicos confirmaron que el DDT era el culpable de la muerte masiva de numerosos individuos de una gran cantidad de especies. El revuelo mundial que surgió

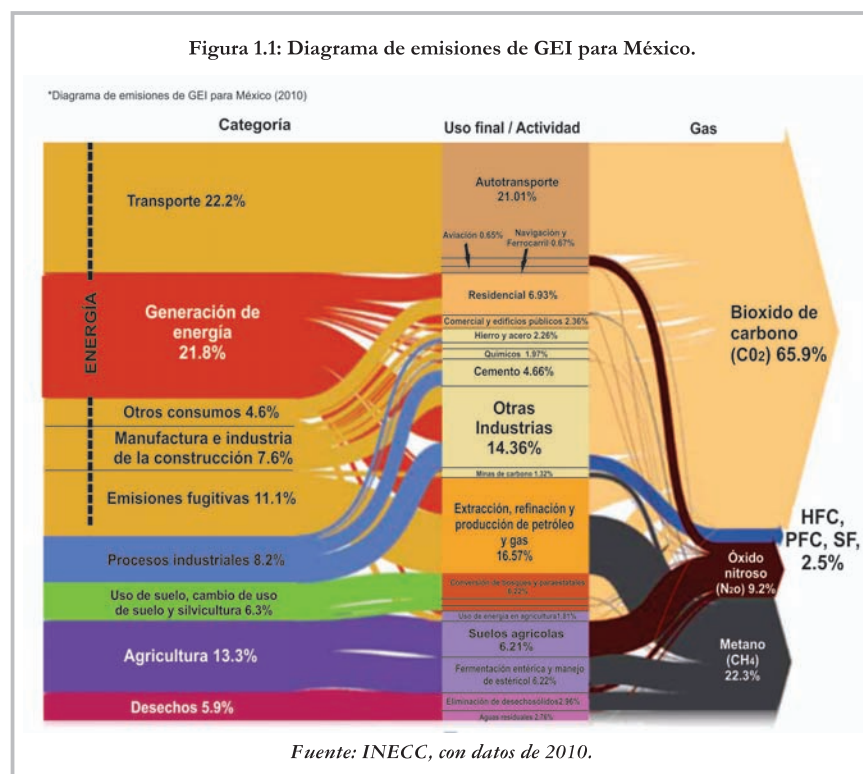
a partir del libro de Rachel Carlson obligó al gobierno de los Estados Unidos a prohibir el DDT, a crear la Agencia de Protección Ambiental y a promulgar las primeras leyes ambientales modernas. A la creación de la agencia norteamericana siguieron el resto de las agencias ambientales del planeta. El mismo fenómeno se dio con respecto a otras sustancias peligrosas y con la creación de leyes ambientales en casi todos los países del mundo. Este despertar mundial ha permitido identificar otros problemas globales tales como el adelgazamiento de la capa de ozono, la nitrificación de los mares, la extinción de numerosas especies, la deforestación, la lluvia ácida, la acumulación de compuestos clorados persistentes y, en las últimas décadas, el calentamiento global.

## El cambio climático y la ética

La alteración climática que se está gestando como resultado de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), es uno de los retos más difíciles a los que se ha enfrentado la humanidad desde sus propios orígenes. Los seres humanos en la versión actual, tenemos una antigüedad entre 200,000 y 300,000 años. Nuestros antepasados se desarrollaron en África bajo condiciones climáticas relativamente favorables que les permitieron alcanzar las cualidades anatómicas de las que ahora disfrutamos. El benigno clima de entonces favoreció que las mutaciones del genoma humano no tuvieran mayores interferencias externas para quedar plasmadas como saltos cuánticos en la inteligencia y la destreza. Las habilidades sociales que desarrollaron nuestros antepasados también tienen una base genética importante combinada con el desarrollo cultural que fuimos adquiriendo con las centurias. El hombre moderno salió de África hacia el resto del mundo hace más de 60,000 años siguiendo distintas rutas. La ruta europea fue la que significó la mayor dificultad porque el clima se estaba moviendo en uno de sus ciclos hacia la siguiente época glacial. El hielo cubrió la mayor parte de Europa como producto de una caída de la temperatura promedio global del orden de tres grados centígrados. Hace 11,000 años, este ciclo terminó y el hielo se retiró hasta el círculo polar, y comenzó la civilización. Dos o tres grados hicieron la diferencia entre los antiguos recolectores y cazadores y las modernas sociedades de hoy. El ritmo aparentemente inalterable de las glaciaciones, al parecer, será

interrumpido esta vez por nuestra culpa y no por el efecto de algún meteoro. De hecho, el planeta debería estar enfriándose para entrar en una nueva era glacial que alcanzaría su extremo más frío dentro de algunos miles de años. El cambio climático está haciendo que el planeta se caliente en lugar de enfriarse, un hecho que pudiera parecer bueno sin embargo, este calentamiento no tiene control y lo más probable es que se acelere fuera de nuestra capacidad para contenerlo. El riesgo de los daños por un clima enfurecido es tan grande que se deben hacer todos los esfuerzos para detenerlo. El contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera con sus 400 partes por millón es la más alta de los últimos 650,000 años según lo demuestra el registro de núcleos de hielo que se han extraído en la Antártida, y muy probablemente sea el más alto en los últimos tres millones de años. Podemos ver que el cambio climático no es asunto menor del que podamos desentendernos.

Figura 1.1: Diagrama de emisiones de GEI para México.



Aunque es ampliamente sabido, no está de más recordar que la quema de combustibles fósiles es el mayor contribuyente al inventario de GEI en la atmósfera y dentro de ello, la mitad de dichos gases proviene de la generación de electricidad a partir de las fuentes fósiles: carbón, petróleo y gas.

En el gráfico anterior, desarrollado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático con datos de 2010, se muestra esta contribución de la generación de electricidad en los GEI en México.

La pregunta que surge es cuándo comenzará el mundo a actuar ante este problema de alteración del clima que tiene dimensiones globales, y la respuesta es que ya comenzó aunque pareciera que está teniendo un comienzo lento. La presión para acciones concretas se está incrementando a nivel mundial y está permeando en todos los sectores. En un plano de conversaciones globales que pareciera poco conocido en el país, dentro y fuera de la Convención Marco de las Naciones Unidas, la comunidad de naciones pertenecientes a OCDE, G20, y otros grupos se está moviendo hacia un concepto de desarrollo de bajo carbono que no podrá ser mantenido únicamente en un nivel retórico como hasta ahora, sino que tendrá que ser respaldado por acciones concretas<sup>5</sup>.

Los países serán exigidos a comprometer y cumplir metas de mitigación de GEI probablemente mediante acuerdos vinculantes tipo el Protocolo de Kioto pero principalmente mediante compromisos morales. La vinculación será dada mayormente por razones éticas posiblemente más poderosas que las obligaciones legales. Este nuevo enfoque difiere de los esfuerzos diplomáticos anteriores que se hicieron para atender este problema porque otros factores están entrando en juego. En el caso específico del uso de combustibles fósiles, las nuevas tecnologías substitutas en materia energética ahora parecen mucho más factibles que hace casi 20 años, cuando se concibió el Protocolo de Kioto, y donde las metas de mitigación se veían muy difíciles de cumplir. Las nuevas tecnologías están confirmando que la factibilidad del cumplimiento es real, existan o no acuerdos vinculantes de mitigación. Ante las perspectivas favorables, las naciones serán menos renuentes a un compromiso moral más ambicioso. En el sector de los grandes inversionistas institucionales se han

<sup>5</sup> Renewable Energy World: Obama's International Climate Strategy: More Grease for Renewables, disponible en: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2014/09/obamas-international-climate-strategy-more-grease-for-renewables>, 22.9.2014.

comenzado a cuestionar si las inversiones de largo plazo en los sectores de los combustibles fósiles siguen siendo opciones inteligentes. Las grandes petroleras están siendo cuestionadas al no ser ya reductos seguros para las inversiones de largo aliento porque se estima que no pasarán muchos años antes de que se hagan más evidentes los efectos del cambio climático y pudiera darse un movimiento disruptivo que cambie radicalmente el status quo en un tiempo muy corto, sea por exigencias de la propia sociedad o por prudencia política a nivel de los gobiernos<sup>6</sup>.

En México, ya tenemos más de tres lustros reconociendo el problema del cambio climático y hemos hecho esfuerzos importantes para documentar, en un marco ordenado, institucional y jurídico, lo que el país debe hacer al respecto del cambio climático y otros problemas de carácter local y global. No está por demás recordar que el país tiene el compromiso establecido en la Ley General de Cambio Climático (LGCC) de reducir en un 30% sus emisiones en 2020 con respecto al escenario tendencial, y en un 50% para 2050 con respecto a las emisiones del año 2000. Este mismo compromiso ha sido establecido ante la comunidad internacional y deberá ser ratificado y, esperanzadamente, incrementado en términos de su ambición, ante la convención climática a efectuarse en París en 2015. En términos cuantitativos, el compromiso al 2020 representa reducir del orden de 300 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por año del total esperado de 900 millones de toneladas que serán emitidos en 2020 en un escenario tendencial.

En el caso específico del sector energético, el compromiso establecido en la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), mandata que a 2024, se deberá tener un máximo de 65% de energía eléctrica procedente de fuentes fósiles; el 35% restante debe provenir de fuentes renovables. Para 2035 se debe llegar a un máximo de fuentes fósiles de 60% y en 2050 sólo el 50% de la electricidad debe provenir de fuentes fósiles.

Por ello, resulta curioso escuchar, en el marco de la política energética nacional, un discurso exclusivamente petrolero que afirma que con la Reforma Energética

lograremos revertir la declinación de las reservas de hidrocarburos de la nación y que volveremos a ser un gran país exportador de crudo, así como de gozar nuevamente de las riquezas que el petróleo proporciona y ser independientes en la obtención de toda la energía que el país necesita para alcanzar las favorables tasas de crecimiento que nos esperan en los años venideros. Todo ello sin una mención clara del cambio climático y de los compromisos del país. Lo curioso del discurso es que son los mismos conceptos que se escucharon en este país en los años setentas y ochentas cuando el cambio climático era apenas una novedad en el laboratorio de alguna universidad y nadie lo tomaba en cuenta por una justificada ignorancia. Para decirlo en términos juveniles, volvemos a escuchar este discurso retro 40 años después; se experimenta la misma sensación cuando se vuelve a ver por enésima ocasión la película *Saturday Night Fever* con John Travolta.

Sin embargo, estos cuarenta años no han pasado en vano, como el propio John Travolta lo puede atestiguar. Muchas cosas han cambiado de manera radical y el cambio climático es una realidad inescapable que ahora norma el actuar en muchos sectores del quehacer humano. Una nueva civilización se está gestando en base al avance científico y tecnológico. En este caminar indudablemente progresista, también se está gestando una nueva conciencia planetaria que está poniendo en duda muchas de las premisas del pasado sobre el desarrollo industrial sin límites. Las nuevas generaciones saben y están preocupadas por el estado del planeta que les está dejando la generación actual y ese reclamo no permanecerá solamente en el ámbito de la retórica. Las nuevas generaciones juzgarán y tomarán decisiones basadas en el impacto “ecológico” de los productos y servicios que irán a consumir. Quien deprede los ecosistemas y los recursos naturales, incluido el clima, tendrá poco espacio en el mundo que la nueva generación está comenzando a gestar. Eso no tiene vuelta de hoja y ocurrirá más temprano que tarde.

Ningún componente del quehacer humano escapará al juicio ético y moral si no se observa el cuidado necesario que se debe tener sobre los bienes comunes, llámense ecosistemas, atmósfera, cuerpos de agua, océanos, suelo, flora y fauna, bosques y selvas, el genoma de todas las especies, los recursos no renovables, el clima, etc.

<sup>6</sup> Bloomberg: *Investor Group Presses Oil Companies on 'Unburnable Carbon'*, disponible en: <http://www.bloomberg.com/news/2013-10-24/investor-group-presses-oil-companies-on-unburnable-carbon.html>, 27.01.2015.



En ocasiones se escucha el argumento de que siendo México un contribuyente menor, alrededor del 1.5% de los GEI, podemos aducir que no estamos “tan” obligados a hacer nuestro esfuerzo para mitigar nuestras emisiones. Esta premisa podría tener alguna validez si nuestro país se encontrara a salvo de las alteraciones del clima. Sin embargo, estando situada la parte más poblada del país en una estrecha porción de corteza terrestre en medio de dos poderosos océanos y en la franja de la mayor actividad ciclónica, es claro que el cambio climático se va a ensañar con nosotros. Para colmo de males, la mayor parte del territorio nacional se encuentra dentro de la franja de los desiertos con una gran vulnerabilidad frente a las sequías que, al parecer, serán la norma en los años venideros. Ante una situación tan complicada y la gran dependencia que tenemos de que el resto del mundo disminuya sus emisiones para librarnos de un destino tan funesto, es claro que tenemos que poner el ejemplo haciendo nuestra parte sin condicionamientos. De otra manera, no tendríamos la estatura moral para reclamarles a otros su falta de congruencia.

En el caso del cambio climático, el aspecto ético se está alineando con otros aspectos, particularmente el económico, porque resulta, en una feliz coincidencia que no es nueva, que lo que está bien ambientalmente hablando también es lo que hace mayor sentido en el plano económico. La llamada “economía verde” tiene su base en este planteamiento que cada vez se justifica más.

### **Las externalidades de las energías fósiles**

El concepto de “externalidad” es relativamente simple pero ha sido muy difícil de incorporar en el quehacer humano. Las externalidades son las consecuencias no deseadas de muchas de nuestras acciones. Un ejemplo muy cotidiano es cuando jalamos de la cadena en el excusado de casa. Si le preguntamos a un niño de dónde viene el agua limpia que se vierte en la taza y a dónde va el agua sucia que se resume en ella, el pequeño no va a tener la menor idea de lo que ocurre antes y después de jalarle a la cadena. El niño desconoce que el agua limpia que llega a la casa proviene de un complejo ciclo hidrológico que, normalmente en México, se encuentra en un gran estrés y con el riesgo constante de ser deficitario; no sabe que se necesitan grandes inversiones para hacer llegar el agua a los domicilios y que en muchas partes del mundo existe gente sin ese servicio. Tampoco conoce que el agua residual

requiere ser tratada en grandes y costosas instalaciones y que, de no ser así, esa agua provocará daños a los ecosistemas y enfermedades gástricas a los humanos allá, a donde vaya finalmente a parar. La inocencia del niño justifica que el pequeño no tenga la menor preocupación sobre el simple hecho de jalarle a la cadena. El problema de las externalidades es que los adultos, las empresas y los gobiernos actuamos como niños ante numerosas actividades causantes de externalidades pero sin la inocencia de éstos, porque la mayor parte de las veces sabemos de sus consecuencias pero preferimos voltear la cara hacia otro lado ignorándolas.

Es un hecho reconocido que el cambio climático es la mayor externalidad que haya sido ocasionada por la humanidad al poner en la atmósfera una cantidad insostenible de bióxido de carbono. El CO<sub>2</sub> constituye un impacto negativo no monetizado del proceso de industrialización iniciada a partir del siglo XVIII y del concepto de bienestar que se ha derivado de ello.

La International Renewable Energy Agency (IRENA), de la que México ocupó la presidencia de su Asamblea General en 2014, en la persona del Secretario de Energía en nuestro país, hace referencia a una serie de estadísticas en su último reporte. Refiere la IRENA que en Estados Unidos se ha encontrado recientemente, que las enfermedades causadas por los combustibles fósiles cuestan del orden de 362,000 millones de dólares anuales. Por su parte, en la Unión Europea se calcula que los daños a la salud causados por las plantas de energía a base de carbón cuestan del orden de 42,800 millones de euros al año<sup>7</sup>.

Una definición de externalidades en el caso específico de la generación de electricidad, pudiera ser el siguiente:

Los impactos negativos que aún no han sido monetizados al ofertar energía eléctrica y que se originan durante las actividades de producción, generación, transformación, transmisión, distribución y entrega de dicha energía eléctrica. Las externalidades ocurren cuando el costo pagado por el servicio de energía eléctrica no incluye el costo económico asociado a los daños causados por la oferta de dicha energía a los individuos y comunidades, al sistema climático, a la biodiversidad, a la disponibilidad de recursos naturales, especialmente a los recursos no renovables, al agua, al medio ambiente y a la salud<sup>8</sup>.

<sup>7</sup>IRENA: *REthinking Energy, Towards a New Power System*, Japón 2014, p. 13.

<sup>8</sup>Congreso de la Unión: *Proyecto de Ley de Transición Energética*, Ciudad de México, 16.06.2014.



La antigua Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica requería que se incluyeran las externalidades para cada tecnología y que sólo después de este ejercicio se seleccionara aquella con el menor costo. Es decir, los impactos negativos de la generación deberían internalizarse. Desgraciadamente, este precepto legal nunca se aplicó. La LAERFTE, por su parte, mandata que se desarrolle una metodología para el cálculo monetario de las externalidades y su consideración en el costo de generación de electricidad. La Ley General de Cambio Climático (LGCC) también obliga a la consideración de las externalidades en el costo de la generación de electricidad. Finalmente, la Secretaría de Energía (SENER) publica una metodología en el Diario Oficial de la Federación<sup>9</sup> que se convierte en la guía oficial para la estimación de las externalidades. Esta metodología, sin embargo, se queda muy corta en la valoración de los impactos negativos de las energías fósiles.

La metodología de la SENER, basada en prácticas europeas, menciona en su introducción que se requiere generar un inventario de emisiones contaminantes, modelar la dispersión de dichos contaminantes en el ambiente (sin incluir el CO<sub>2</sub>), analizar los impactos a la salud pública basados en la relación dosis-respuesta (medidos en pérdida de años de vida) y valorar económicamente los impactos locales y regionales. Sin embargo, ya en el cuerpo del documento, la metodología sólo hace referencia a las emisiones de GEI y no dice cómo se deben manejar los otros efectos sobre la salud, los ecosistemas, las actividades productivas y los recursos naturales explotados más allá de su capacidad de reposición.

En la siguiente figura se muestra de manera gráfica una pluma de gases de combustión de una planta para la generación de electricidad a base de combustibles fósiles. En la pluma se inscriben varios de los contaminantes comunes en estos procesos de combustión cuya concentración depende del combustible que se queme. En el caso de las plantas que utilizan combustóleo y carbón, todos los contaminantes representados en la pluma están presentes. En el caso de las plantas de generación con gas, se evita la emisión de SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) y hollín pero los óxidos de nitrógeno resultan más abundantes. En todos los casos, se produce CO<sub>2</sub> aunque las emisiones

<sup>9</sup>SENER: *Metodología para Valorar Externalidades Asociadas con la Generación de Electricidad en México*; Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 14.12.2012.

disminuyen conforme se pasa de carbón a combustóleo y de éste a gas natural. En este punto es necesario dar una palabra de alerta con respecto al gas natural ya que se ha publicitado mucho que sus emisiones de GEI son mucho menores que las originadas por los otros combustibles fósiles y hasta se le ha llegado a considerar como “energía limpia”. La realidad es que la cadena de explotación, conducción y aprovechamiento del gas natural, que es esencialmente metano, conlleva muchas fugas de este compuesto a la atmósfera.

Si consideramos que el metano tiene un poder de retención de radiación infrarroja 21 veces mayor que el CO<sub>2</sub>, entonces comprenderemos que no solamente se debe considerar la menor emisión de CO<sub>2</sub> del gas natural en el momento de combustión, sino todas las emisiones de metano en su camino del pozo a la planta de generación de electricidad. En ocasiones, el gas natural puede resultar igual o más dañino para el clima que el propio carbón.

Los contaminantes contenidos en la pluma, excepto el CO<sub>2</sub>, afectan la salud humana directamente en grados que ya han sido establecidos por los organismos nacionales e internacionales de salud. Estos efectos también inciden sobre otras formas de vida, tanto de flora como de fauna. Los costos a la salud humana son bien conocidos y es relativamente sencillo convertirlos en mortalidad, morbilidad y en costo de atención médica en pesos y centavos.

Las actividades agrícolas también se afectan disminuyendo el rendimiento de los cultivos bajo los efectos de los contaminantes, excepto el bióxido de carbono.

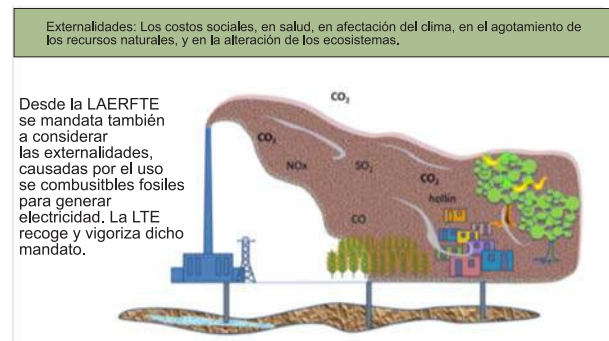
Los efectos del CO<sub>2</sub> se reflejan principalmente en el clima global y se contabilizan de acuerdo a los precios que tiene la tonelada de carbono en los mercados internacionales, donde se supone se reflejan los costos de mitigación de los GEI. Sin embargo, este referente, que ha perdido estabilidad en los últimos años por las recurrentes crisis económicas en los países europeos, sus principales promotores, no debería seguir siendo el referente de los costos que traerá a la humanidad la alteración climática en sus catastróficas expresiones que ya se dejan sentir en muchas partes del planeta. Es necesario que se aplique un índice que refleje lo más fielmente posible el costo que se tendrá en términos de impactos negativos, de seguir con un escenario inercial de emisiones.

No solamente la parte atmosférica es víctima de las externalidades, en muchas partes del país, la generación de energía mediante combustibles fósiles, incluido el gas natural, compite por el agua de acuíferos sobre-explotados con aguas fósiles cuya reposición es casi nula. No es extraño escuchar las quejas de los agricultores por el abatimiento de los niveles de esos acuíferos ante la extracción exagerada de agua por las plantas termoeléctricas o de ciclo combinado. Esta es una externalidad que también debe agregarse a la ecuación.

Tanto el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) como el Centro Mario Molina han desarrollado trabajos importantes para determinar los costos de las externalidades en la producción de energía. Estos trabajos van más allá del enfoque minimalista que ahora se tiene y vale mucho la pena tomarlos en cuenta para una verdadera metodología sobre las externalidades.

La quema de combustibles fósiles para generar electricidad ya rebasó la capacidad de los ciclos biogeoquímicos y la acumulación de GEI ya está afectando el clima planetario. La ventana de oportunidad que tenía la humanidad está prácticamente cerrada y el tiempo para considerar las externalidades en las decisiones económicas sobre las opciones energéticas ya no admite mayores retrasos. Sin embargo, existen fuertes intereses para seguir manteniendo la preferencia sobre los combustibles fósiles, particularmente el gas, haciendo caso omiso de las externalidades que se producen como consecuencia de su uso.

Figura 1.2: Las externalidades de las energías fósiles.



Fuente: Daniel Chacón Anaya,  
Presentación "Las Energías Renovables", 2014.

En el caso de México, no podemos poner en riesgo la salud de todos los que habitamos este país. Las externalidades que provoca la generación de energía mediante hidrocarburos pudieran no ser perceptibles en algunos casos pero sí son muy dañinas. Es decir la producción de energía mediante combustibles fósiles contamina la atmósfera de tal forma que sus resultados ya forman parte de las estadísticas mundiales de salud. La generación de energía mediante recursos naturales como el sol, el viento o el agua no tiene externalidades que lamentar para la salud pública.

Las energías renovables se encuentran ya a niveles competitivos en comparación con los procesos tradicionales pero los costos para el bienestar humano asociados a las energías fósiles se sigue manteniendo tras un velo opaco tratando de comprar tiempo ante lo inevitable y retrasando el avance del país hacia un panorama energético propio del siglo XXI.

### En busca de la sustentabilidad energética y la economía de bajo carbono

Sin dejar de reconocer que los mitos en la historia de los pueblos son ingredientes fundamentales en su cultura y desarrollo, existen mitos que son verdaderamente funestos y que sólo atrasan a los pueblos. En nuestro caso, durante la última década se propalaron dos mitos en contra de la transición energética que atrasaron la modernización del país en el sector energético por casi una década: (1) las energías renovables son muy caras y (2) las energías renovables son inestables y por lo tanto, por cada megavatio (MW) de renovable instalado se necesita otro MW de gas de respaldo. Estos mitos penetraron en el ánimo de los tomadores de decisiones, retrasando la entrada de las renovables en el país y condenando al país a ser un seguidor en lugar de un líder en este campo.

Todo lo anterior ocurría mientras los países más avanzados en el tema de la sustentabilidad energética estaban inmersos en la discusión de cuál debe ser la mezcla apropiada de energías renovables y energías fósiles que permita contener las emisiones de GEI y asegurar la mayor provisión de energía procedente de fuentes renovables. Países como Alemania, Dinamarca, Italia y España, así como algunas ciudades, han tenido períodos donde el suministro mediante renovables ha llegado hasta el 60% de la demanda. Como referencia

cercana tenemos el caso de la ciudad de San Diego, California que ha tenido días hasta con 30% de energía solar fotovoltaica considerando que el estado de California tiene la meta del lograr el 33% de energías renovables para 2020 y que a la fecha superan el 20%.

Cálculos preliminares sobre el nivel de abatimiento de GEI por el sector eléctrico, de cumplirse la meta de renovables al 2024 estipulada por la LAERFTE, se estiman en el orden de 40 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>. En comparación, la meta país del 30% de abatimiento de GEI estipulada por la LGCC al 2020 sobre el escenario tendencial equivale del orden de 300 millones de toneladas anuales. Como puede verse, aún con la meta de renovables estipulada en la LAERFTE quedará un largo camino para disminuir las emisiones del país en las cantidades obligatorias. Es claro que no se puede escatimar ningún esfuerzo para lograr la meta de renovables y, por el contrario, es necesario tener un nivel mayor de ambición si queremos hacer nuestra parte en la mitigación de las emisiones de GEI.

Está demostrado que los niveles de penetración de renovables a los que México aspira se encuentran dentro de los parámetros técnicos, económicos, operativos y de sustentabilidad que ya han sido logrados por otros países por lo que no son tareas quijotesas. Este camino de sustentabilidad es el correcto y factible, sólo faltará la voluntad política para lograrlo.

Ya discutimos las razones éticas por las que debemos esforzarnos en bajar las emisiones de GEI en nuestro país bajo el liderazgo certero del gobierno federal y con participación decisiva de todas las esferas de gobierno. Estas razones deberán ser lo suficientemente poderosas para reflejarse en las políticas públicas y, a continuación, bajar en cascada al resto de las actividades económicas del país.

Las políticas públicas en materia de cambio climático tienen por objeto proporcionar seguridad a los ciudadanos ante el reto de los fenómenos naturales desencadenados por las alteraciones del clima; limitar las emisiones de GEI a través de medidas obligatorias y voluntarias; redistribuir de manera justa los beneficios y las molestias de las medidas de mitigación; promover el cuidado de los bienes comunes incluido el clima; y promover la prosperidad derivada de una economía de bajo carbono.

Las naciones y regiones que han emprendido de manera decisiva la transición energética han experimentado un boom económico en el terreno de la energía con la creación de numerosas fuentes de empleo. El Estado de California<sup>10</sup>, por ejemplo, reporta la creación de 47,300 empleos en la industria de energía solar y 53,431 en renovables en general con un nivel de penetración de renovables superior al 20%. La capacidad instalada al 2013 era de 5,544 MW de energía eólica, 2,560 MW de solar y 2,732 MW de geotérmica. En 2012 se instalaron 1,000 MW de solar fotovoltaica y había 350,000 techos solares a 2013.

El Estado de Texas<sup>11</sup> reporta 28,040 empleos directos y 102,000 indirectos con 12,355 MW instalados y 7,000 MW en construcción en 2013 de energía eólica. Existen 45 fábricas para equipos de generación eólica incluyendo una planta de nacelles de Alstom<sup>12</sup> instalada en 2012 en Amarillo.

El caso más impresionante es el alemán. La transición energética en aquel país ha propiciado la creación de 377,800 empleos en el sector de energías renovables con una penetración de 63,000 MW, de los cuales 21,000 MW fueron instalados en sólo tres años. El 30% de la generación renovable se encuentra en manos de particulares.

En comparación, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) tiene alrededor de 100,000 empleados en activo y 50,000 jubilados con una cantidad mínima de renovables (sin tomar en cuenta la gran hidroeléctrica). Añadir alrededor de 25 GW mayormente renovables para 2024 a los aproximadamente 60 GW existentes puede significar la creación de empleos en el sector privado al nivel entre California y Texas.

Puede verse que la transición hacia un sector energético de bajo carbono tiene grandes ventajas desde el punto de vista de la economía del país. Aún si las razones éticas fueran deliberadamente ignoradas, como parece ser el caso en ocasiones, existen suficientes motivos para transitar hacia una generación de energía de bajo carbono. Algunas de esas razones se listan a

<sup>10</sup>California Public Utilities Commission: *Energy*, disponible en: [www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables](http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables), 27.01.2015.

<sup>11</sup>The Texas Renewable Energy Industry 2014: *Office of the Governor*, disponible en: <https://texaswideopenforbusiness.com>, 27.01.2015.

<sup>12</sup>Alstom es una corporación que opera a nivel mundial y que está centrada en el negocio de la generación de electricidad.



continuación:

- Seguridad Energética mediante la diversidad y la descentralización.
- Blindaje contra fluctuaciones en los precios de hidrocarburos y las complicaciones políticas internacionales en el sector de energía.
- Descentralización del suministro eléctrico con las ventajas inherentes de menores pérdidas por distribución, menores costos de mantenimiento de la red y menor necesidad de inversiones en grandes plantas para satisfacer la demanda creciente.
- Mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades aledañas a las centrales fósiles.
- Aumento de la resiliencia del sector eléctrico ante desastres naturales. Conservación de los recursos no renovables como medida de congruencia patrimonial con las generaciones futuras.
- Desarrollo de un nuevo sector económico con cadenas de valor considerables.
- Menores costos nivelados en la generación de electricidad mediante energías renovables.

## **Conclusiones**

Existen razones éticas, sociales y económicas para justificar la necesidad de hacer un cambio en nuestra forma de producir la energía que se necesita para el desarrollo humano. Este cambio no puede hacerse de la noche a la mañana por razones obvias, pero tampoco puede tomarse todo el tiempo del mundo. El cambio climático no tiene un botón de “pausa” en tanto nos convencemos de que debemos actuar. Necesitamos hacer una transición inteligente, expedita, ambiciosa y decisiva y el reto es aprovechar la reforma energética para llevarla a cabo.

Hasta el momento la reforma ha llevado a la creación o modificación de hasta 21 leyes en un esfuerzo maratónico del que no necesariamente se pueden

esperar todas las respuestas a un cambio tan radical de estructura del sector energético. Una de las grandes dudas es si dentro de todos esos cambios existirá el instrumento que detonará una transición energética como la que necesita el país. ¿Existe dentro de las leyes secundarias de la reforma una apuesta firme para aprovechar los recursos renovables que tienen las menores afectaciones ambientales, económicas y sociales? ¿Favorece la reforma el cambio tecnológico necesario para tener una verdadera transición? ¿Las leyes secundarias favorecen un *timing* oportuno para la transición energética?

Ninguna de estas interrogantes tiene una respuesta clara en las leyes secundarias de la reforma energética aunque el discurso oficial asegura que la transición será favorecida por dichas leyes. Tal vez se esté apostando a que los reglamentos que se deriven de las leyes secundarias aportarán la claridad y la contundencia que hasta ahora no se ve en el paquete legislativo.

Hoy más que nunca México vive un momento histórico con todas las reformas que se han realizado en la LXII Legislatura, ya que se han reformado leyes fundamentales para la sociedad mexicana. El modelo de desarrollo que se está planteando tiene el reto de equilibrar las cuestiones sociales, económicas y medio ambientales para tener un entorno vivible para las generaciones actuales y futuras.

Como diputada federal, estoy convencida de que todavía existe una oportunidad para que la Reforma Energética rinda frutos en el tema más importante y de más largo aliento, esto es, en la forma en que los mexicanos vamos a generar y a consumir la energía en las siguientes décadas y, seguramente hacia la mitad del siglo y hasta su conclusión. Esta oportunidad requiere una verdadera ley de la transición que lleve hacia ese futuro energético cuyos elementos fundamentales ya se dibujan en las leyes existentes, la LAERFTE y la LGCC. Estos elementos existentes requieren establecerse de una manera más efectiva y contundente, incorporando los nuevos conceptos que han aparecido en el mundo después de que ambas leyes fueron proclamadas.

La suma de las razones anteriormente expuestas es claramente expresada en la iniciativa de la Ley de Transición Energética en cuya elaboración he participado en los últimos meses. Esta propuesta busca principalmente la generación de energía de diferentes fuentes en las que se privilegian los recursos naturales renovables. Mediante esta iniciativa se cuida y respeta el



medio ambiente logrando de esta forma servirnos de él sin afectarlo. La energía que necesitamos para vivir se puede generar de una manera que sea accesible y equitativa para todos, cuidando y respetando el medio ambiente del que todos somos parte y evitando su deterioro a fin de entregarles buenas cuentas a las generaciones a las que habremos de heredarles este planeta.

---

### **Bibliografía**

**Congreso de la Unión:** *Proyecto de Ley de Transición Energética*, México, 16.06.2014.

**IRENA:** *REthinking Energy, Towards a New Power System*, Japón 2014.

**SENER:** *Metodología para Valorar Externalidades Asociadas con la Generación de Electricidad en México*; *Diario Oficial de la Federación*, México, 14.12.2012.

---

### **Direcciones de Internet**

**Bloomberg:** *Investor Group Presses Oil Companies on 'Unburnable Carbon'*, disponible en: <http://www.bloomberg.com/news/2013-10-24/investor-group-presses-oil-companies-on-unburnable-carbon.html>, 22.9.2014.

**California Public Utilities Commission:** *Energy*, disponible en: [www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables](http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables), 27.01.2015.

**Renewable Energy World:** *Obama's International Climate Strategy: More Grease for Renewables*, disponible en: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2014/09/obamas-international-climate-strategy-more-grease-for-renewables>, 22.9.2014.

**The Texas Renewable Energy Industry 2014:** *Office of the Governor*; disponible en: <https://texaswideopenforbusiness.com>, 27.01.2015.

---

### **Gráficas y Tablas**

**Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC,** <http://www.inecc.gob.mx>, 18.12.2014.

# ¿QUÉ TAN LIMPIA ES LA ENERGÍA “LIMPIA”?

DANIEL CHACÓN ANAYA  
CONSULTOR

## Antecedentes

En la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) se estableció una definición de energía limpia que ha dejado insatisfechos a los especialistas y a la comunidad de organizaciones ambientalistas por la inclusión de fuentes de energía cuya característica de “limpias” resulta debatible. La misma definición pone juntas en una sola categoría fuentes con características muy dispares. Con el fin de contribuir al debate de este tema y proponer soluciones, a continuación se presentan una serie de reflexiones y análisis que pretenden arrojar luz sobre este asunto que tiene una importancia vital para los esfuerzos que hace y debe hacer el país a fin de mitigar sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). También se hace una propuesta que permita distinguir entre tecnologías para apoyar aquellas con los mejores beneficios para el clima, el medio ambiente, la conservación de recursos y la sociedad, sin dejar de reconocer la contribución de otras tecnologías a resolver el problema del cambio climático.

El análisis pormenorizado de la definición de energía limpia que se hace en este documento se basa en una serie de consideraciones que es necesario entender dada la importancia de una definición precisa del término.

Antes que nada, es necesario recordar por qué necesitamos encontrar una definición clara de la clase de energía que México requiere para cumplir los compromisos formulados ante sus propios ciudadanos y ante la comunidad de naciones para mitigar sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero en una cantidad y tiempo determinados y bajo los principios del Desarrollo Sustentable (DS). Este compromiso de mitigación tiene toda una historia detrás de él que no vamos a abordar aquí, pero baste recordar que aparece en dos leyes y en un ofrecimiento formal ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Las dos leyes mencionadas son la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) y la Ley General de Cambio Climático (LGCC).

En la LAERFTE se establece una definición de energías renovables que es el fruto de la evolución de propuestas anteriores a la propia ley. En ella también se establece un tope para las energías fósiles en diversos períodos, siendo el más próximo el 65% máximo de energía eléctrica generada a partir de fuentes fósiles en 2024. Las siguientes metas son 60% en 2035 y 50% en 2050.

Por su parte, la LGCC establece un mínimo de 35% de energías “limpias” para 2024, sin que la propia ley haga una definición de energía limpia. Como resultado de las cifras y mandatos descritos existe una confusión que dio pie a que la LIE aventurara una definición de energías limpias que provocó las controversias de las cuales hemos comenzado a hablar.

## ¿Cuál es la energía deseable?

Podemos abordar la definición del concepto de la energía que el país necesita para cumplir sus compromisos desde diversos ángulos, todos ellos relacionados con el motivo básico de su objetivo que es la disminución de la emisión de Gases de Efecto Invernadero bajo ciertos principios universales de protección de la salud humana y de los ecosistemas, de la conservación de los recursos naturales y de la prevención del deterioro ambiental. El cumplimiento de este objetivo básico no puede realizarse a cualquier costo, sino que tiene que adherirse a los principios fundamentales mencionados que conduzcan a un equilibrio medioambiental a nivel local y planetario.

En este análisis tomaremos en cuenta cuatro ópticas diferentes, a saber, (1) reflexionar sobre las intenciones del legislador a lo largo del historial de las propuestas y leyes en materia de energías renovables; (2) verificar que cualquier definición que se haga de energías limpias se adhiera a los principios del desarrollo sustentable; (3) analizar la semántica de la expresión “energía limpia”; y (4) hacer una comparación con otros países a nivel nacional y subnacional.

El recorrido por este camino de la argumentación nos debe conducir a una propuesta que, tomando como base las reflexiones del legislador de la LAERFTE, que es la ley de origen del concepto, nos lleve a encontrar la definición de las fuentes que son deseables para el país en la transición energética.

### La intención del legislador

La primera óptica del análisis es dilucidar cuáles fueron las intenciones que tuvo el legislador al proponer una definición de energía renovable en dos tiempos diferentes, el primero, en 2005, en el intento inicial para que el país tuviera una ley de energías renovables, y en 2008 en la LAERFTE y en sus diversas reformas, principalmente la de 2011.

El análisis de los documentos en los archivos del Congreso nos muestra que la primera propuesta de 2005 ya incluía una definición de energías renovables que tiene la mayor parte de los elementos que adoptó después la LAERFTE. El Artículo 2, Fracción Primera de la propuesta de 2005 contiene la definición de las energías renovables clásicas, incluyendo: el viento, la radiación solar directa en todas sus formas, la energía hidráulica de los cuerpos de agua, la energía oceánica en sus distintas formas, la energía geotérmica, y la energía proveniente de la biomasa, de los biocombustibles y de los residuos orgánicos. Se hace una puntualización importante: “No se considerará Fuente Renovable de Energía, la energía nuclear”<sup>13</sup>.

A este primer intento de pasar una ley de energías renovables le siguió un segundo intento en 2008 que se basaba fundamentalmente en el anterior. En forma simultánea, una propuesta para una Ley para el Financiamiento de la Transición Energética también fue presentada en las mismas fechas. La comisión correspondiente decidió fusionar ambas y así constituir la que hoy conocemos como LAERFTE. En esta ley se conserva mucho de la definición del intento de ley anterior con algunas diferencias. La definición de energía renovable incluye un proemio con un estatuto general que dice:

Energías Renovables.- aquellas reguladas por esta ley cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica.

Incluye las siguientes fuentes: (1) el viento; (2) la radiación solar en todas sus formas; (3) el movimiento del agua en cauces naturales o artificiales; (4) la energía oceánica; (5) el calor de los yacimientos geotérmicos; y los

bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. Esta definición termina facultando a la Secretaría de Energía (SENER) a agregar otras fuentes pero pone candados que evitan que otras energías que no sean estrictamente renovables sean incluidas. Este candado dice: “[...] aquellas otras que, en su caso determine la Secretaría, cuya fuente cumpla con el primer párrafo de esta fracción [...]”, esto es “[...] cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad que se regeneran naturalmente.”

La LAERFTE, desde el Artículo 1, excluye la energía nuclear, la energía hidráulica de gran escala, la incineración de residuos, y el aprovechamiento de rellenos sanitarios fuera de norma.

Es importante puntualizar que ni la primera propuesta de 2005, ni la LAERFTE hablan de energías limpias. En el caso de la LAERFTE se habla del binomio “energías renovables y tecnologías limpias”. En sentido estricto, “tecnología” no se refiere a la fuente sino a la manera de aprovecharla. Es decir, se trata de promover el uso de fuentes renovables implementadas a través de procesos, mecanismos o “tecnologías” que no provoquen daños al medio ambiente. Esta forma de referencia implica que el concepto de “tecnología limpia”, que la ley no define, debe ser complementario y sumarse al de energía renovable y no lo puede contradecir.

Toda la reflexión anterior nos lleva a concluir que la LAERFTE y la propuesta de ley de 2005 nunca consideraron el término de “energía limpia” y sólo se refirieron a las energías renovables que fueron estrictamente definidas en ambos instrumentos. También se puede concluir que las metas que se agregaron a la LAERFTE en 2011, donde sólo se expresaron máximos de energías fósiles en valores porcentuales, - por ejemplo 65% en 2024 - nunca tuvieron la intención de dejar abierta la puerta para que otras energías, que no fueran las estrictamente renovables, complementaran la matriz energética. Desde 2005 hasta 2011 sólo se consideraron las energías renovables como fuentes alternas a las fósiles y como la vía para descarbonizar la generación de electricidad en el país.

<sup>13</sup> Gaceta Parlamentaria de la Cámara de Diputados: *Dictámenes presentados en el primer periodo ordinario del tercer año de la LIX Legislatura*, disponible en: [http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/Dictámenes/59/gp59\\_a3primero.html](http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/Dictámenes/59/gp59_a3primero.html), 13.12.2014.

En todas las exposiciones de motivos de las iniciativas relatadas arriba se repiten los mismos argumentos: (1) la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles; (2) los graves problemas ambientales causados por dicha dependencia; (3) la necesidad de incorporar el país a la modernidad de las energías renovables; (4) el aprovechamiento de los enormes recursos renovables del país y (5) la estabilidad financiera de las energías renovables.

Dado que la LAERFTE precede cualquier otra ley en el tema de energías renovables y en el tema de metas para la matriz eléctrica del país, son de reconocerse entonces las intenciones explícitas e implícitas de dicha ley como primeras en tiempo y primeras en derecho. Es importante dejar claro este carácter primigenio de la LAERFTE sobre la LGCC.

Finalmente, en 2012 se promulga la Ley General de Cambio Climático que introduce el término de “energías limpias” pero sin definirlo, al establecer, en el Transitorio 3, la obligación de la SENER, de la Comisión Federal de Energía (CFE) y de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) de promover “[...] que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpia alcance por lo menos 35% para el año 2024[...]”<sup>14</sup>. Claramente la LGCC retoma la meta establecida en la LAERFTE, el famoso 35%, y se supedita a ella aunque la exprese de manera complementaria. Es decir, la LAERFTE dice 65% máximo de energía fósil y la LGCC dice 35% mínimo de energía “limpia”. Ambas cifras son totalmente congruentes en su valor y en el tiempo de su consecución. Esta congruencia en las cifras también hace evidente que el término “limpia” en la LGCC es equiparable al término “renovable” en la LAERFTE y se usa como un sinónimo de éste. Cualquier otra connotación que se le quiera dar al término “limpia” que aparece en la LGCC no tendría bases de sustento.

En la figura 2.1 se muestra gráficamente la relación entre la LAERFTE y la LGCC y las metas establecidas en ellas.

Las reflexiones anteriores nos llevan a concluir que la intención de quienes propusieron y aprobaron la LAERFTE y la LGCC era que la matriz de energía eléctrica del país debería transitar de fuentes predominantemente fósiles a

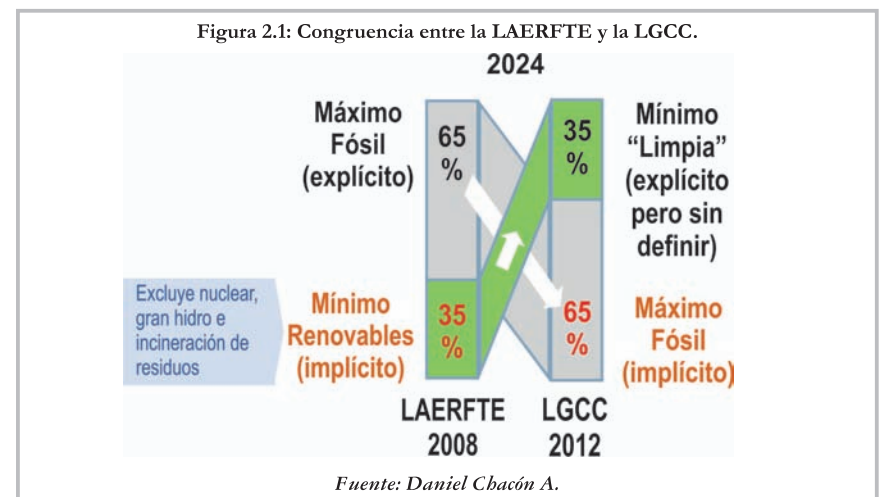
<sup>14</sup> Gaceta Cámara de Diputados; *Ley General del Cambio Climático*, disponible en: <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/61/2012/abr/20120412-IV.html>, 13.10.2014

fuentes no fósiles, explícitamente renovables, que fueron claramente definidas en la LAERFTE. En este esfuerzo legislativo que se extiende desde 2005 hasta 2012, la reflexión favoreció las renovables y excluyó explícitamente la energía nuclear, la energía procedente de fuentes hidroeléctricas de gran escala y la incineración de residuos.

Estas conclusiones son afines al contexto en el que se desarrollaron las leyes, así como a sus exposiciones de motivos. El tránsito hacia fuentes no fósiles se plantea de una manera gradual pero sostenida que exige, por lógica, establecer una hoja de ruta como única forma de asegurar la transición. No disponer de una hoja de ruta deja en duda la voluntad de su cumplimiento.

### Alineamiento con el desarrollo sustentable

La segunda óptica consiste en verificar el alineamiento de cualquier definición de energía “limpia” a los principios del desarrollo sustentable (DS). Esta doctrina sostiene que el desarrollo humano sólo será posible si se atienden, de manera equilibrada, tres ámbitos fundamentales: bienestar social para todos, progreso económico con equidad, y protección y preservación del medioambiente y de los recursos naturales. Estos principios aplican al presente y al futuro; deben trascender a través de las generaciones; se reconoce en ellos el derecho que nuestros descendientes tienen de gozar de los recursos naturales y que esta generación tiene la obligación de tutelarlos para entregarlos





a la siguiente en buenas condiciones.

La aplicación de los principios básicos del DS a la generación y uso de energía tendría como resultado una definición como la siguiente: energía sustentable es aquella procedente de fuentes que permiten satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. Esta definición atiende los tres ámbitos del DS, el social, el económico y el ambiental. Es importante detenernos en la frase “[...] sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas” ya que sintetiza de manera muy breve, la responsabilidad del Estado mexicano actual ante las futuras generaciones de mexicanos. Para calibrar su importancia, podemos dar un ejemplo en el sentido negativo, es decir, el caso de una fuente de energía que afecta la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades:

Energía fósil: (1) contexto económico - agota reservas de recursos no renovables al convertir el carbón y los hidrocarburos en energía solamente aprovechable en el presente; (2) contexto social - convierte recursos no renovables en bióxido de carbono que se acumula en la atmósfera y que agrava los efectos del cambio climático; (3) contexto económico - agota otros recursos de difícil renovación como los acuíferos que tienen bajísimas tasas de reposición y (4) contexto medioambiental - las emisiones de contaminantes afectan los ecosistemas y la salud de las generaciones presentes que son la base biológica y económica de las generaciones futuras<sup>15</sup>.

Bajo la óptica del DS, cualquier fuente de energía que se quiera calificar de sustentable, deberá pasar por el tamiz de los tres componentes del DS y no comprometer el bienestar de las generaciones futuras.

### **La semántica también cuenta: el significado del término “limpia”**

La tercera óptica para el análisis es la semántica, esto es, el significado de las palabras y expresiones. En este terreno, descontando la necesidad de definir energía, o fuente, nos enfocaremos en analizar el término “limpia” aplicado a la energía. Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española,

<sup>15</sup> Elaborado propiamente por Daniel Chacón A.

<sup>16</sup> Real Academia Española: *Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua*, disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?val=limpia>, 13.10.2014.

el adjetivo “limpia” tiene las siguientes acepciones aplicables<sup>16</sup>: (1) que no tiene mancha o suciedad y (2) libre, exento de cosa que dañe o inficione. “Suciedad” y “cosa-que-dañe” son términos estrechamente relacionados con el “medio ambiente” y con la salud. También llaman la atención los términos “que no tiene”, y “libre, exento de” como dos características absolutas de ausencia de potencial para ensuciar o para dañar.

Normalmente la palabra ensuciar se aplica a los bienes - aunque también a las personas se les puede ensuciar - y la palabra dañar se aplica también a los bienes y a las personas y, por extensión, a todos los seres vivos. En términos ambientales diríamos que quienes pueden ser ensuciados y dañados son el entorno, o medioambiente, y la salud pública. Entre los bienes ensuciados está la atmósfera de donde respiramos los seres vivos y en donde se llevan a cabo los fenómenos climatológicos que condicionan el desarrollo de muchos procesos naturales incluidos los procesos biológicos en general.

Si aplicamos el adjetivo “limpia” definido arriba, al término energía, significa entonces que una “energía limpia” es aquella que se produce sin ensuciar y sin dañar a personas o bienes.

En una intersección entre la óptica semántica y la de sustentabilidad, se puede establecer que la producción de energía “no limpia” (1) agota los recursos naturales particularmente los no renovables y (2) tiene el potencial de afectar la salud de los seres vivos y la integridad de los bienes comunes como la atmósfera y los ecosistemas. En ese tenor, la producción de energía “no limpia” que consume recursos que no se renuevan de manera natural - dentro de un tiempo en escala humana - compromete la viabilidad de las siguientes generaciones para hacer uso de dichos recursos. Podemos abundar que la generación de energía también tiene el potencial de dañar el patrimonio natural de las comunidades humanas del futuro.

### **La intención del legislador: Energía renovable, sustentable y limpia**

Llegados a este punto, es necesario detenernos para tratar de dilucidar si las tres ópticas hasta ahora discutidas son compatibles, es decir, si la intención del legislador coincide con el concepto de energía sustentable y con el de

energía limpia según la semántica. También se requiere proponer una definición que sintetice las tres ópticas.

- Ya vimos que en las exposiciones de motivos del legislador al proponer y legislar las leyes que modificarían la matriz energética nacional, se expresaba el deseo de que una parte de la generación de electricidad proviniera de fuentes renovables, y que se disminuyera la dependencia de las fuentes fósiles. La definición de energía renovable que aparece en la LAERFTE de 2008, derivada de la propuesta de 2005, tiene una declaración general que establece que las fuentes renovables son aquellas que tienen (1) carácter natural y (2) que se regeneran por medios naturales.
- En el caso de energía sustentable, atendiéndonos a los principios del DS, elaboramos una definición que es la aplicación fundamental del paradigma básico de esta doctrina de aceptación general.
- En el caso del término de energía limpia nos atenemos a la semántica que no tiene confusión ni requiere una interpretación adicional, donde ensuciar significa contaminar, y dañar es la acción de impactar de manera negativa los bienes naturales y los organismos vivos.

La definición sintética que se propone enseguida combina: (1) la intención del legislador en la primera propuesta de ley de energías renovables y en la LAERFTE; (2) el significado de energía limpia según la semántica y (3) un concepto de energía derivado del paradigma de sustentabilidad ampliamente aceptado a nivel internacional para quedar de la siguiente manera:

Energía [...] es aquella fuente que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas; que se produce sin contaminar, agotar o dañar a las personas, los recursos naturales y los ecosistemas y que reside en fenómenos de la naturaleza que se regeneran naturalmente por lo que se encuentra disponible de forma continua o periódica<sup>17</sup>.

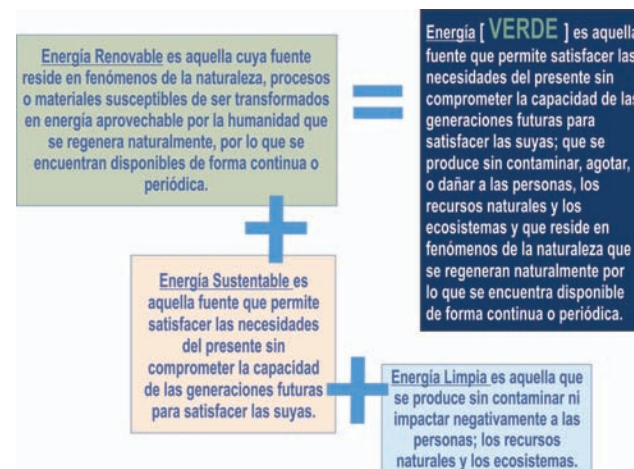
Intencionalmente se deja entre corchetes el adjetivo correspondiente. A la definición no se le asocia ninguno de los adjetivos utilizados atrás porque cualquiera de los tres, “limpia, renovable y sustentable”, tiene sus propias connotaciones. Un término que pudiera aplicarse es la palabra “verde” que ha sido utilizada en diversas ocasiones para significar la conjugación de los tres conceptos mencionados arriba. Es una palabra muy visual y simple aunque

podiera estar relativamente desgastada. En todo caso, se pudiera buscar otra expresión si fuera necesario aunque tiene a su favor que en otros países se ha definido dicho término. En efecto, la Agencia Ambiental Norteamericana (EPA por sus siglas en inglés) tiene la siguiente definición de “Green power”:

Green power is a subset of renewable energy [...] and represents those renewable energy resources and technologies that provide the highest environmental benefit. EPA defines green power as electricity produced from solar, wind, geothermal, biogas, eligible biomass, and low-impact small hydroelectric sources. Customers often buy green power to avoid environmental impacts and its greenhouse gas reduction benefits<sup>18</sup>.

Electricidad verde es un subconjunto de la energía renovable que representa aquellas fuentes de energía y tecnologías que proporcionan el mayor beneficio ambiental. EPA define electricidad verde como la electricidad producida de fuentes solar, eólica, geotérmica, biogás, cierta biomasa e hidroeléctricas pequeñas de bajo impacto ambiental. Los usuarios adquieren electricidad

Figura 2.2: Conjugación de las tres descripciones de energía: Limpia, renovable y sustentable.



Fuente: Daniel Chacón A.

verde para evitar impactos ambientales y para hacer realidad los beneficios de una menor emisión de Gases de Efecto Invernadero.

<sup>17</sup> Elaborado propiamente por Daniel Chacón A.

<sup>18</sup> EPA: *Green Power partnership*, disponible en: <http://www.epa.gov/greenpower/gpmarket/index.html>, 13.12.2014.

En la figura 2.2 se hace una conjugación visual de las tres definiciones y de la formulación de la definición sintética para identificar las características que deben tener las fuentes de energía que el país necesita para satisfacer los compromisos. Estos compromisos con la estabilidad climática del planeta están consignados en dos leyes nacionales y en un ofrecimiento de mitigación a la comunidad internacional en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

### Energías de la transición

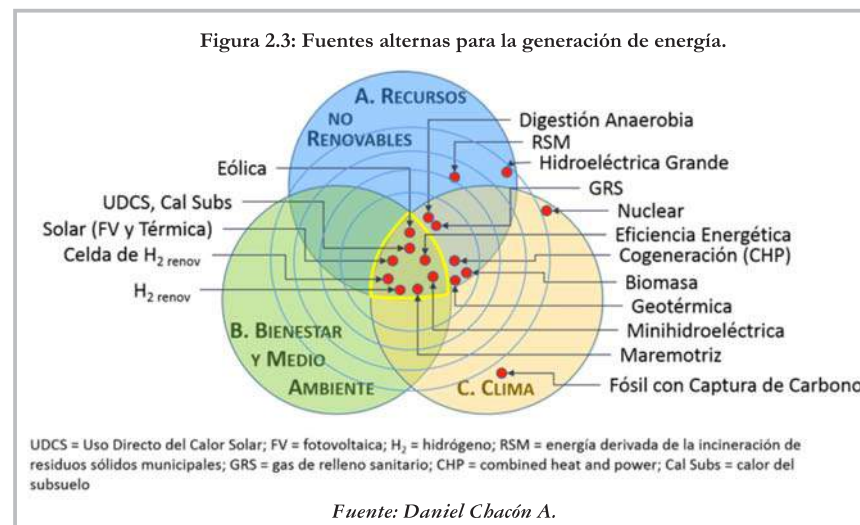
La definición dada para la energía verde constituye el extremo superior y más deseable de una escala de fuentes que pueden participar en la transición energética. La intención del legislador en la LAERFTE expresa claramente cuáles son las energías renovables totalmente calificadas así como cuáles no son aceptables para la contabilidad de las metas. Descontando las que no son aceptables, y basados en la experiencia internacional y en la poca experiencia nacional, se pueden ir incorporando otras fuentes cuyos atributos son de menor valía pero cuya contribución puede ser relevante por circunstancias específicas. No es posible esperar que solamente las fuentes con los mejores atributos participen sino que tiene que abrirse la puerta a fuentes que califiquen bajo un sistema de prioridades y de acuerdo con sus externalidades.

Con los argumentos discutidos arriba se requiere entonces encontrar un medio para poder discriminar si una fuente es aceptable para participar en la matriz energética del país dentro de las metas legales establecidas.

Una manera para determinar si una energía propuesta es más o menos deseable es refiriéndose a su capacidad para favorecer o proteger los bienes que es indispensable tutelar en el quehacer humano. Esos bienes tutelados los podemos resumir en tres conceptos fundamentales: (1) Bienestar Humano y Medioambiente; (2) Recursos no Renovables; (3) Estabilidad Climática. Estos bienes tienen plena correspondencia con los tres ámbitos del DS. Sólo han sido adaptados para su aplicación en el contexto de la generación y uso de la energía. El bienestar humano y el medioambiente se agrupan en un solo sector mientras que al clima se individualiza por la trascendencia que tiene la energía sobre dicho bien. Los recursos no renovables se refieren a (1) los hidrocarburos del subsuelo cuya disponibilidad es finita; (2) al agua de acuíferos

fósiles utilizados por las termoeléctricas y las plantas de ciclo combinado que requieren períodos de reposición del orden de cientos o miles de años y que constituyen la mayor parte de los acuíferos sobre-explotados del país, así como (3) a cualquier otro bien potencialmente afectable por la generación y uso de la electricidad. Cualquier fuente de energía no relacionada con hidrocarburos se puede comparar por sus efectos sobre estos tres bienes a tutelar y decidirse si es o no deseable para participar en la transición energética. También hay que valorar si una fuente alterna puede ser sustituida por fuentes que benefician los bienes tutelados.

En la siguiente gráfica se representan un buen número de fuentes alternas para la generación de energía donde algunas no son necesariamente “verdes”.



Las fuentes se ubican en la figura 2.3 según su grado de incidencia en los tres bienes recién descritos. La figura sólo incluye aquellas fuentes para producir energía que favorecen cuando menos uno de los tres componentes.

Las fuentes fósiles tradicionales no están representadas aquí. No es necesario entrar en mucho detalle para afirmar que las emisiones que se producen durante la quema de combustibles fósiles, incluyendo el gas natural, tienen la capacidad tanto de contaminar como de alterar o causar daño a los bienes naturales, los ecosistemas y los seres humanos. Estos efectos están ampliamente



demostrados hasta la saciedad. Las energías fósiles tampoco se pueden calificar de sustentables puesto que agotan recursos que pudieran ser útiles a las generaciones futuras y por supuesto no se regeneran por medios naturales.




La figura 2.3 representa los tres bienes tutelados como círculos dentro de un diagrama de Venn. En el centro de la misma se da la intersección entre los tres componentes. En el caso de que una fuente de energía tenga efectos benéficos sobre los tres componentes, esa fuente se ubica en la zona de las tres intersecciones. Ejemplos de tales fuentes son las energías renovables clásicas: solar en su modalidad fotovoltaica y térmica; eólica; las llamadas celdas de combustible que usan hidrógeno producido por fuentes renovables; el mismo hidrógeno individualmente procedente de un fuente renovable para utilizarse en procesos de combustión, la maremotriz y la mini hidroeléctrica. Estas raíces pueden calificarse como “verdes” porque cumplen con los tres requisitos dados en la definición propuesta.

Las fuentes que no son enteramente verdes y que sólo incidan favorablemente en dos de los componentes se ubican en la intersección de ellos. Tal es el caso de la biomasa y de la cogeneración que se ubican en la intersección de Recursos No Renovables y Clima porque ambas evitan el consumo de los primeros y disminuyen la generación de GEIs, aunque no los evitan del todo. No podemos incluir el bienestar humano y el medio ambiente como un componente favorecido por las dos fuentes porque al emitir gases de combustión a la atmósfera generan contaminantes locales dañinos a la salud y a los ecosistemas.

De forma concéntrica al punto de la intersección triple se han dibujado círculos focales que representan zonas de externalidades, siendo la más baja la que pertenece al círculo interior. Las fuentes que se ubiquen en los círculos más alejados del centro serán aquellas que sean menos favorables para los bienes tutelados. En esa misma medida serán también las que tengan externalidades mayores. Las fuentes fósiles estarían fuera del diagrama de Venn ya que exhiben las mayores externalidades y perjudican los tres bienes tutelados.

En la figura 2.4 se esquematizan gráficamente las fuentes según su efecto sobre los bienes tutelados con una taxonomía todavía por discutirse.

Figura 2.4: Intersecciones energéticas de los bienes tutelados.

Efecto sobre bienes tutelados	Descripción
	<b>Fuente verde</b>
	<b>Renovable y climática</b>
	<b>Sólo renovable</b>
	<b>Sólo climática</b>

Fuente: Daniel Chacón A.

También existe el caso de fuentes de energía que sólo favorecen uno de los componentes, como es la geotérmica. Esta fuente es favorable al clima porque produce energía sin emitir GEI, pero no se puede argumentar que favorece de manera absoluta al bienestar humano y los ecosistemas porque es una tecnología que está en el límite de tener impactos ambientales importantes. El vapor que se extrae del subsuelo puede contener contaminantes que, aunque de origen natural, pueden resultar dañinos y requieren el uso de sistemas de control. También pudieran agotar o afectar recursos no



necesariamente renovables en la zona de interés. En algunas ocasiones, la operación de generación de electricidad con geotermia ha tenido problemas de agotamiento local del vapor, hundimiento del suelo y sismos de diversa magnitud.

Dentro del portafolio de energías representadas en el diagrama de Venn, se tienen tres casos que han resultado polémicos en cuanto a su consideración como energías limpias. Estos son la energía nuclear, las grandes hidroeléctricas, la generación con plantas de combustible fósil equipadas con captura y secuestro de carbono (CSC) y la pirolisis de residuos sólidos urbanos. Por el momento se puede observar que los tres primeros, nuclear, grandes hidros y CSC, sólo tienen cabida en un componente de los bienes a tutelar, teniendo además efectos dañinos en los otros. La pirolisis de residuos sólidos urbanos no aparece en la figura porque no incide favorablemente sobre ninguno de los bienes tutelados. Estos cuatro casos serán discutidos con detalle más adelante.

### **Comparación con otros países**

Siempre será útil voltear a ver a otros países que ya se encuentren caminando la ruta de la transición energética. Hay numerosos ejemplos valiosos sobre la penetración de las energías “verdes” en sus matrices energéticas en grados muy relevantes.

Alemania tiene una lista muy clara de las fuentes aceptables para su transición energética; esta lista incluye la eólica (costa adentro y costa afuera), la solar, la biomasa, el gas de las minas de carbón, la geotermia, el gas de rellenos sanitarios, la hidroeléctrica condicionada y el gas de plantas de tratamiento de aguas residuales. Otros países ejemplares son Dinamarca, Italia y el Reino Unido con listas similares. Algunos otros países que aparentemente no se reconocen como ejemplares, como Japón, China, India, Corea del Sur y otros, han adoptado también definiciones y metas claras de energías alternativas.

Con el fin de hacer una comparación “útil” para México, qué mejor que voltear a ver a nuestro mayor socio comercial, los Estados Unidos. Esta comparación tiene varias ventajas: (1) revisar si México pierde ventaja competitiva por tener metas de renovables y una definición de energía limpia

apegada a valores ambientales y éticos; (2) medirse con respecto a un país tradicionalmente petrolero como nosotros con un fuerte proteccionismo hacia los combustibles fósiles; (3) prepararse para eventualmente compartir con el vecino del norte un mercado de certificados de carbono y energía limpia con claras ventajas para nuestro país.

Estados Unidos se ha distinguido por ser un país con una larga tradición carbonífera, petrolera, gasera y nuclear, y es un país donde las grandes compañías dedicadas a esos sectores tienen una influencia poderosa sobre la política energética del país. Por ello Estados Unidos cuenta con algo parecido, con las debidas proporciones, a lo que sucede en nuestro país con los hidrocarburos. Una ventaja adicional en la comparación con Estados Unidos es que el tema energético es de competencia mayormente estatal, por lo que existe una gran variedad de políticas públicas en el tema de energías alternas que ayudan a enriquecer el análisis.

En el siguiente gráfico se muestra el cóctel de energías alternas que, con diferente recurrencia, han adoptado 29 estados de ese país más el Distrito de Columbia donde se asienta la capital federal. El eje vertical describe la frecuencia en que cierta tecnología es adoptada por los estados. Las barras verdes corresponden a las tecnologías que cada legislatura estatal ha definido como energías renovables, mientras que las barras azules representan otras energías adicionales que cada estado considera que son complementarias<sup>19</sup>.

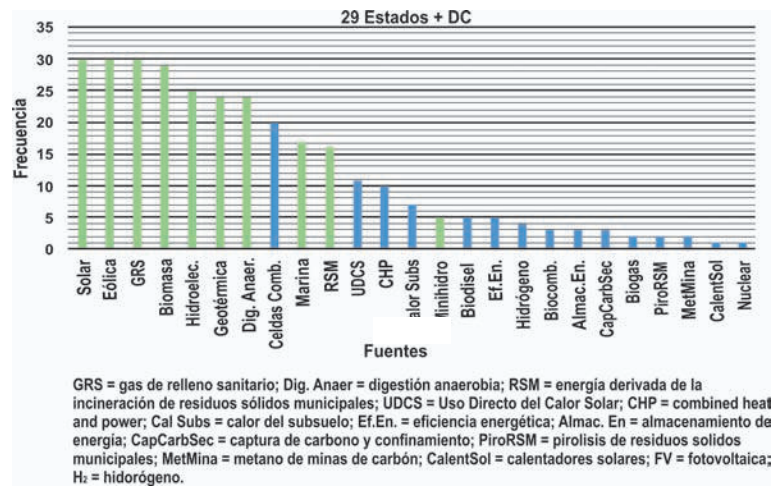
Estas fuentes de energía también son las mismas que están representadas en el diagrama de Venn de páginas atrás.

Puede verse que las barras verdes son las más frecuentes y corresponden a la definición más precisa de energía renovable. Las barras azules son bastante menos frecuentes pero tienen una variedad mayor, lo que evidencia que su inclusión no es general y su variedad obedece a ciertas circunstancias específicas en cada estado. Puede afirmarse que dichas fuentes son casos de excepción. No existe un estado que abarque todas las fuentes porque no hay justificación para ello si lo que se pretende es descarbonizar la generación de energía de una manera racional.

<sup>19</sup> U.S. Energy Information Administration (EIA): *The Annual Energy Outlook 2014 (AEO2014)*, disponible en: [www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2014\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2014).pdf), 13.12.2014.

Como veremos más adelante, la recientemente aprobada LIE incluye varias fuentes que tienen limitada aceptación en Estados Unidos y pocas posibilidades de desarrollo e inversión en México.

Figura 2.5: Fuentes de energías renovables y alternas en 29 estados norteamericanos más el Distrito de Columbia.



Fuente: Daniel Chacón A. con datos de la US Energy Information Administration.

Recordemos que las fuentes descritas en la figura son las que los estados califican de aceptables para cumplir sus metas obligatorias de penetración de renovables. En todos los casos, las metas están establecidas explícitamente en la legislación y en varias ocasiones se tienen metas específicas por fuente. En los siguientes párrafos se discuten algunas de las fuentes fuera del núcleo de energías verdes y que merecen alguna reflexión.

En el caso de las fuentes hidroeléctricas, existen condicionantes en algunos estados con respecto a su tamaño mientras que en otros estados sólo se contabilizan las mini-hidroeléctricas. En EUA sólo el 7% de la generación proviene de las hidroeléctricas aún cuando existen numerosos cuerpos y corrientes de agua aprovechables con este fin. Esta situación explica la

intención de promover su uso y por ello se incluye en los portafolios de renovables de muchos estados. Otro caso que vale la pena citar es la alta frecuencia en que se obtiene energía de los residuos sólidos municipales, actividad que aparece en 17 estados. Existe una tendencia en EUA a eliminar el uso de rellenos municipales por razones de espacio y de concepto. Ahora se pretende que la basura ya no se acumule de manera interminable. Esta tendencia ha propiciado por un lado, un mayor reciclaje, mientras que por otro lado se han estimulado los esquemas de residuos-a-energía mediante la incineración, gasificación o plasma. La quema de residuos está fuertemente regulada para evitar impactos al aire, particularmente en el caso de dioxinas y furanos; no sucede lo mismo en nuestro país porque la regulación y la vigilancia de estos parámetros es sumamente compleja y costosa.

También vale la pena mencionar la inclusión de la energía nuclear en estas estadísticas que aparece con una frecuencia igual a uno. EUA genera el 19% de su electricidad mediante fisión nuclear teniendo una flota de alrededor de 100 reactores en operación. A pesar de esa profusión de energía nuclear, sólo el estado de Ohio tiene considerada esta fuente como energía alterna. Esa entidad tiene dos empresas con generación nuclear cuyos reactores se establecieron desde los setentas y ochentas<sup>20</sup>. Uno de los reactores, el Davis-Besse Nuclear Power Station, con 889 MW y puesto en operación en 1978, ha presentado descomposturas graves al grado de haber sido multado por la agencia reguladora correspondiente con el monto histórico más alto de toda esa rama industrial. Su vida útil y el permiso de operación se acercan a su fin. Esta situación es probablemente la razón por la que dicho estado incluya la nuclear en su Portafolio aunque a la fecha, no existe ningún proyecto nuclear nuevo en ese estado. La ausencia de la energía nuclear en las listas de fuentes dentro de los Portafolios del resto de los estados evidencia, entre otras razones, el rechazo de los residentes de dichas entidades a la presencia de nuevas plantas nucleares en sus territorios o la renovación de licencias para los reactores viejos.

Ohio se distingue también en ser uno, de únicamente tres estados, que

<sup>20</sup> United States Nuclear Regulatory Commission: *List of Power Reactors Unit*, disponible en: <http://www.nrc.gov/reactors/operating/list-power-reactor-units.html>, 06.10.2014.

consideran a las plantas de carbón con captura y confinamiento de CO<sub>2</sub> como generadoras de energía limpia, lo que habla de la incertidumbre que se tiene sobre este tipo de fuentes.

### Las energías “limpias” en México

La recientemente aprobada Ley de Industria Eléctrica estableció una definición de energía limpia que fue incorporada al último momento. Fue introducida en la última versión de la propuesta de la LIE previo a su aprobación por el Congreso. Las versiones anteriores del proyecto de ley carecían de dicha definición.

La definición tiene dos partes, una declaración general de energía “limpia” y una lista individualizada de energías consideradas “limpias”. La primera parte reza así:

Energías Limpias: Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan.<sup>21</sup>

Esta definición nos dice, de entrada, que lo único que importa sobre la energía, es asegurarnos de poner algún límite a sus emisiones (sin precisar cuáles) y a sus residuos, acotándolos a ciertos valores “aceptables” que se definirán después (porque ahora no existen esos valores). Las cero emisiones de GEI y la conservación de los recursos no renovables para que las generaciones futuras puedan satisfacer sus necesidades quedan fuera de cualquier consideración. El paradigma del DS no se toma en cuenta como factor necesario de las energías de la transición energética.

La definición en la LIE considera fundamentales las emisiones y los residuos para clasificar una energía como limpia, sin embargo, este enfoque tiene varias complicaciones: las emisiones de contaminantes “criterio” típicas de las plantas que utilizan combustibles fósiles y que impactan a la salud, tales como el CO, el SO<sub>4</sub>, el NO<sub>2</sub>, las PM<sub>10</sub>, y el Pb ya se encuentran normados (aunque dichas normas no son precisamente las ideales desde el punto de vista de salud pública). No es de esperarse que dichas normas sean modificadas especialmente

para caracterizar una fuente como “limpia”.

En el caso de las emisiones de gases de efecto invernadero, no existen normas que las limiten, particularmente en el caso del CO<sub>2</sub>. La legislación mexicana no prescribe niveles máximos de estas emisiones para fuentes fijas.

No queda claro si la definición pretende que se establezcan límites de emisión de CO<sub>2</sub> a fin de considerar una fuente como limpia. De ser así, entonces estamos frente a una situación extraña. En efecto, en el ámbito del cambio climático la quema de combustibles y la consiguiente emisión de CO<sub>2</sub> sólo se consideran aceptable en dos casos: (1) cuando dichos combustibles no tienen carácter de fósiles. Es decir, son compuestos que contienen carbono extraído de la propia atmósfera (carbono-neutros) como es el caso de los biocombustibles y (2) cuando se destruye un compuesto mucho más dañino que el propio CO<sub>2</sub>, como sucede cuando se quema el metano contenido en el gas de rellenos sanitarios, en plantas de tratamiento de aguas residuales, granjas pecuarias, o en minas de carbón; aquí se trata de sustituir un mal mayor por uno menor.

En las listas de las fuentes consideradas limpias por parte de los estados norteamericanos, las únicas fuentes que emiten CO<sub>2</sub> pero que resultan aceptables, tal como aparecen en la figura 2.3, son las que se ajustan precisamente a los dos criterios descritos arriba.

Un caso atípico en este enfoque es la pirolisis de residuos municipales donde pudiera aducirse que esta tecnología es aceptable cuando dichos residuos sólo contienen componentes procedentes de procesos neutros en carbono. Sin embargo, los residuos municipales contienen grandes cantidades de plásticos y resinas que se elaboran a partir de petrolíferos; su combustión es equivalente a la quema de combustibles fósiles. Esta tecnología también puede producir otros gases y residuos que son dañinos a la salud y al medio ambiente por lo que su inclusión como energía limpia es bastante cuestionable.

Los razonamientos anteriores nos llevan entonces a concluir que la primera parte de la definición, que menciona “[...] cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan [...]” (revise tabla 2.1) resulta totalmente ociosa

<sup>21</sup> Ley de la Industria Eléctrica; *Gaceta Cámara de Diputados*, disponible en: <http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/62/2014/jul/20140720-1.pdf>, 13.10.2014.



ya que, en el caso de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que importa no es la cantidad de CO<sub>2</sub> sino su procedencia: fósil o no fósil. Aquí no hay un umbral que cumplir.

Esta definición también es ociosa para el tema de residuos, donde ya existe una legislación que los regula.

Si esta parte de la definición se queda tal cual, se deja abierta la puerta a una interpretación que pudiera poner al gas natural en la fila para recibir su diploma como “energía limpia”, tal cual mencionan numerosos anuncios multimedia que surgieron después de la reforma energética. La preocupación aumenta al leer la última provisión que se hace en la parte final de la definición como veremos más adelante.

La primera parte de la definición de energías limpias termina con una declaración confusa que dice a la letra: “Entre las energías limpias se consideran las siguientes:[...]” (revise tabla 2.1) para luego dar paso a una lista de energías limpias, en el segundo cuerpo, que, según se infiere, son las fuentes que “cumplen” con la definición del primer párrafo. Es decir, según la definición, estas fuentes fueron listadas porque ya satisfacen los requisitos en cuanto a emisiones y residuos, aún antes de que los requisitos hayan sido establecidos.

La frase “Entre las energías limpias se consideran las siguientes: [...]” (revise tabla 2.1) parece significar que el universo de energías limpias es amplio pero que sólo algunas de esas energías merecen algún tipo de consideración. Sin embargo, no se especifica qué tipo de consideración se tiene para aquellas que aparecen en el listado. Las interpretaciones pueden ser varias:

- a. Las energías listadas se consideran sólo como ejemplos dentro de un universo más amplio de energías limpias definido por la declaración inicial de la que hablamos arriba.
- b. La declaración inicial no se aplica de manera universal sino que sólo corresponde a las energías que están en la lista por lo que la mencionada declaración inicial no tiene ningún uso y podría haberse evitado.

A continuación sigue el listado de los casos específicos de las energías limpias cuya naturaleza no tiene necesariamente una relación causal clara con la multimencionada primera parte de la definición.

Tabla 2.1: Ley de industria eléctrica, artículo 3°, fracción XXII.

<p>Energías Limpias: Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) El viento;</li> <li>b) La radiación solar, en todas sus formas;</li> <li>c) La energía oceánica en sus distintas formas: maremotriz, maremotérmica, de las olas, de la corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;</li> <li>d) El calor de los yacimientos geotérmicos</li> <li>e) Los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos</li> <li>f) La energía generada por el aprovechamiento del poder calorífico del metano y otros gases asociados en los sitios de disposición de residuos, granjas pecuarias y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros;</li> <li>g) La energía generada por el aprovechamiento del hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible siempre y cuando se cumpla con la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en su ciclo de vida;</li> <li>h) La energía proveniente de centrales hidroeléctricas;</li> <li>i) La energía nucleoelectrica;</li> <li>j) La energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos (como gasificación o plasma molecular), cuando dicho procesamiento no genere dioxinas y furanos u otras emisiones que puedan afectar a la salud o al medio ambiente y cumpla con las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto emita la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;</li> <li>k) La energía generada por centrales de cogeneración eficiente en términos de los criterios de eficiencia emitidos por la CRE y de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;</li> <li>l) La energía generada por ingenios azucareros que cumplan con los criterios de eficiencia que establezca la CRE y de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;</li> <li>m) La energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o biosecuestro de bióxido de carbono que tengan una eficiencia igual o superior en términos de Kilovatio por hora (kWh) -generado por Tonelada de bióxido de carbono equivalente emitida a la atmósfera a la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;</li> <li>n) Tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales, y</li> <li>o) Otras tecnologías que determinen la Secretaría y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base en parámetros y normas de Eficiencia Energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida; [...]</li> </ol>
---

Fuente: Congreso de la Unión.



El listado tiene en sus primeros párrafos la lista de las energías renovables clásicas, tal como aparecen en la LAERFTE incluyendo el metano producido por digestión anaerobia en rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales, granjas pecuarias y otros. No se encuentra incluido el metano de las minas de carbón, también llamado gas grisú. Se puede decir que hasta este punto la lista no tiene temas polémicos aunque si posee la gran ausencia de las mini-hidroeléctricas per se. Sin embargo, a partir de aquí se comienzan a introducir términos como “[...] se cumpla con la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por SEMARNAT en su ciclo de vida [...]”. Tal es el caso del hidrógeno, cuya única ruta de producción para que sea sustentable es la hidrólisis a partir de energía producida por fuente renovable.

No se necesita decir más en cuanto a estándares de eficiencia o criterios de emisiones. Sin embargo aquí, y en otros casos, se deja a criterio de las dependencias antes dichas. Como menciona un refrán “Para que tanto brinco si el suelo es parejo”.

Conforme se desciende en la lista, las fuentes que aparecen van resultando cada vez más polémicas, a excepción de la combustión de los residuos de la zafra en ingenios azucareros y de la cogeneración eficiente.

Como se mencionó páginas atrás, las inclusiones más polémicas son la energía nuclear, las grandes hidroeléctricas, la CSC y la pirolisis de residuos sólidos urbanos. Estas cuatro fuentes se discuten al final de esta sección.

Finalmente, el último inciso del listado de energías limpias termina con dos frases que no dejan dudas sobre la relatividad que la LIE les otorga a las energías limpias. Las primeras dos frases dicen así:

[...] “estándares internacionales que prescriban que una tecnología es de bajas emisiones de carbono”.

Otras tecnologías que determinen la Secretaría y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base en parámetros y normas de Eficiencia Energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida; [...]²².

Este texto nos remite a una referencia inexistente. No existen parámetros o tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales. Va a ser difícil incluir una nueva fuente bajo este criterio.

²² Ley de la Industria Eléctrica; *Gaceta Cámara de Diputados*, disponible en: <http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/62/2014/jul/20140720-I.pdf>, 13.10.2014.

Además de los criterios de emisiones y residuos de la primera parte de la definición de la LIE, esta frase agrega otros dos criterios a la definición de energías limpias, que son (1) eficiencia energética y (2) eficiencia hídrica. Se prescribe que estos criterios se deben evaluar de manera directa, indirecta o en ciclo de vida. Cuatro parámetros y tres ámbitos transversales que le añaden una gran complejidad a nuevas definiciones de energías limpias y que se pueden prestar para decisiones discrecionales enmarcadas por la confusión.

Pareciera que México es el único lugar en el mundo donde existen serias dudas existenciales para distinguir una energía limpia de otra que no lo es. También parece que somos el país más previsor puesto que dejamos abierta la puerta para que entren otras tecnologías nuevas que aparezcan en el horizonte y que el resto del mundo no está tomando en cuenta.

Al final del día, se tiene una situación que difícilmente podrá llevarse a buen término. El riesgo es que prácticamente cualquier fuente podrá ser limpia si así se decide.

Lo más grave de una definición como la contenida en la LIE es que las verdaderas energías verdes quedan diluidas en un mar de energías cuestionables. Los certificados que emerjan de un entorno así no tendrían credibilidad internacional y no serían intercambiables con otros mercados. La famosa meta del 35% de energías “limpias” podría convertirse en un ejercicio fútil.

Ahora hablemos de las cuatro fuentes de energía que resultan polémicas para muchos especialistas en el mundo entero.

**1. Energía de fisión nuclear o nucleoelectrica:** La gran ventaja de esta energía es que no produce bióxido de carbono y cumple con uno de los propósitos de la transición energética, que es la substitución de fuentes que producen GEIs. Esta característica positiva tiene, sin embargo, un alto costo económico, social y ambiental. La energía nucleoelectrica fue una necesidad del siglo pasado cuando las grandes potencias de esa época trataron de encontrarle provecho a una energía cuyo objetivo fundamental fue la supremacía militar. Se usaron los recursos científicos e industriales que habían desarrollado en la producción de bombas, para encontrarle un uso civil a la recién descubierta energía de la fisión nuclear.

La proliferación posterior de plantas nucleares en la década de los setentas y parte de los ochentas se debió a la búsqueda de la seguridad energética porque el petróleo estaba en manos de estados hostiles y las energías renovables estaban en una etapa muy incipiente. En Estados Unidos se ordenaron 253 reactores nucleares entre 1953 y 2008, 48% fueron cancelados, 11% fueron dejados fuera de servicio en forma prematura, 14% experimentaron períodos fuera de servicio de al menos un año, y sólo 27 están operando sin haber sufrido paros de más de un año. En suma, sólo uno de cada cuatro reactores que fueron ordenados, o sólo la mitad de los que fueron construidos, se encuentra operando de manera confiable<sup>23</sup>. Algunos países que entonces abrazaron la energía nuclear, ahora la han congelado o la están abandonando “sustituyéndola por otras fuentes de energía, incluyendo renovables, como es el caso de Alemania que en 2022 apagará su último reactor nuclear”. En Francia, que es un país altamente nuclear, se tomó la decisión de ir disminuyendo el porcentaje de nuclear en su matriz energética hacia metas establecidas. Los accidentes de Chernobyl y Fukushima Daiichi nos recuerdan que los impactos de las fallas de las plantas nucleares si bien tienen una probabilidad estadísticamente muy baja, cuando ocurren tienen consecuencias enormes: cientos de miles de desplazados, miles de enfermos y millones de hectáreas de suelo contaminadas. Otro problema serio con las instalaciones de energía nuclear es la disposición final de los residuos peligrosos particularmente los de alto nivel radiactivo, que hasta ahora no tienen un sitio de confinamiento garantizado y que encuentran almacenados dentro de las propias plantas en piletas con agua susceptibles a fugas e incendios. Hasta la fecha, y después de más de medio siglo de desarrollo, esa industria no ha resuelto de forma definitiva este problema. En el diagrama de Venn (revise figura 2.3) la energía nuclear solamente favorece el clima por las razones dadas arriba. Dicha energía no favorece al componente de recursos porque el uranio es un recurso no renovable. Tampoco favorece al componente de bienestar humano y el medioambiente porque la explotación del uranio ocasiona los impactos típicos de la minería más la contaminación por

radiactividad, y porque en términos de salud humana, la industria en su conjunto tiene impactos reales y potenciales que son considerables. En cuanto al costo de la energía producida, la principal razón por la que sólo existen cinco ampliaciones en construcción para plantas existentes en EUA es el bajo precio del gas natural, es decir, las plantas nucleares no compiten con el gas ni con otras fuentes renovables.

**2. Grandes Hidroeléctricas:** Las hidroeléctricas de gran escala tienen impactos ambientales sobre enormes extensiones territoriales, afectan de manera irremediable a las comunidades en su cauce, perturban el orden ecológico de los ríos y producen grandes cantidades de Gases de Efecto Invernadero, particularmente de metano. En efecto, este Gas de Efecto Invernadero, es 21 veces más perjudicial que el bióxido de carbono, ya que se genera como consecuencia de la pudrición de miles de toneladas de materia vegetal que quedan sepultadas por el agua, ya sea durante el inicio de sus operaciones o durante las fluctuaciones de nivel cuando las paredes de la parte superior del vaso quedan expuestas al aire y la vegetación florece para volver a quedar inundada en la siguiente subida de nivel. Esta fluctuación causa pudrición y emisión de metano en la propia superficie y en la descarga de las turbinas. Refiriéndonos al diagrama de Venn de la figura 2.3, las grandes hidroeléctricas que se pudieran construir de aquí al 2024 se ubican únicamente en el componente de recursos no renovables. No favorecen el componente de bienestar humano y medioambiente porque tienen los grandes impactos ambientales que ya mencionamos y son fuente de gases de efecto invernadero también.

**3. Generación de electricidad en instalaciones con quema de combustibles fósiles equipadas con captura y secuestro de carbono (CSC):** Esta tecnología tiene su base en la necesidad de Estados Unidos y de algunos países europeos, de disminuir la huella de carbono de sus abundantes carboeléctricas. El Departamento de Energía de EUA tiene programas de investigación sobre esta tecnología, que se encuentra en etapas incipientes de desarrollo, y que han mostrado, hasta la fecha, que esta

<sup>23</sup> Gore, Albert: *Our Choice: A Plan to Solve the Climate Crisis*, Bloomsbury 2009, p. 157.

tecnología es muy cara y poco práctica. A nivel de los estados de Estados Unidos no hay mucho interés y sólo tres de ellos la toman en cuenta para la contabilidad de sus energías limpias. En el caso de México, que no tiene carbón, no parece ser una fuente muy pertinente como para incluirla en la lista. Existen muchas dudas sobre su operabilidad y sobre la seguridad de que el CO<sub>2</sub> permanezca confinado en las formaciones geológicas donde se pretende inmovilizarlo. También existen grandes dudas sobre su factibilidad económica como tecnología de amplia aplicación. Existen algunos nichos donde esta tecnología pudiera equipararse a una cogeneración, como es el caso cuando se utiliza de manera primaria para estimular campos petroleros en un proceso de recuperación secundaria, donde se produce el CO<sub>2</sub> como gas de “estímulo” al mismo tiempo que se genera electricidad. Sin embargo, estas aplicaciones son poco frecuentes y no son significativas en su contribución a disminuir la emisión de GEIs. En el diagrama de Venn, esta tecnología se ubica en el componente de clima porque sólo favorece a dicho componente. El seguir quemando un recurso no renovable y emitir los contaminantes típicos de la combustión (a nivel de ciclo de vida, la absorción del CO<sub>2</sub> no necesariamente elimina otros contaminantes procedentes de la combustión)<sup>24</sup>, no favorece el componente de Bienestar humano y Medioambiente ni al de Recursos no Renovables.

**4. Aprovechamiento térmico de residuos sólidos urbanos:** El uso de residuos municipales para generar energía tiene dos rutas, que son la simple combustión en sustitución de un combustible en un proceso térmico convencional o mediante la pirolisis o gasificación a una alta temperatura y en una atmósfera deficitaria de oxígeno que resulta en la formación de gas de síntesis. En ambos casos, el problema no es el proceso en sí sino el origen de las sustancias carbonaceas que se queman o pirolizan. En efecto, si los residuos contienen cualquier sustancia sintética, incluyendo prácticamente todos los plásticos, papel hecho con celulosa procedente de explotaciones forestales no sustentables, residuos de pinturas, plaguicidas, trapos que no sean de algodón, etcétera, el

resultado serán emisiones acumulables de CO<sub>2</sub> que agravan el cambio climático amén de otros contaminantes de efecto local. Una operación “limpia” requeriría un control sobre los residuos a quemar que es inexistente en este país. Este tipo de energía afecta los tres bienes a tutelar.

### Una propuesta para México

La determinación de cuáles serán las energías que integren la mezcla que el país requiere para cumplir sus compromisos de mitigación en el sector eléctrico -al mismo tiempo que se cumple con los postulados del DS y las intenciones del legislador- es un asunto de la mayor importancia que requiere bases firmes para una toma de decisiones efectiva. En los siguientes párrafos se hace una propuesta que se basa en las reflexiones descritas en las páginas anteriores.

Ya mencionamos que varios países tienen un listado muy limitado de energías limpias; tal es el caso de Alemania que sólo tiene seis fuentes listadas, las mismas de otros países europeos. En el caso de los estados norteamericanos, entre todos hacen una lista amplia, pero cada estado tiene una información más compacta que puede tomarse como punto de comparación.

Antes de entrar de lleno en una propuesta, conviene revisar la lista de fuentes de energías limpias que aparecen en la definición de la LIE para identificar sus características con respecto a la definición de energía “verde” que se presentó antes y hacer una comparación que permita clasificarlas. La siguiente tabla muestra una clasificación de las fuentes listadas en la LIE basada en las premisas anteriores. Esta comparación se hace determinando las intersecciones de cada fuente dentro del diagrama de Venn (Columna I). La tabla también compara las fuentes listadas con la frecuencia de las fuentes equivalentes en los estados norteamericanos (Columna F).

<sup>24</sup>European Environment Agency: *Air pollution impacts from carbon capture and storage (CCS)*, Dinamarca 2011.



Tabla 2.2: Clasificación de fuentes. I=Intersecciones en diagrama de Venn;  
F=Frecuencia de la fuente en EUA

Fuente, según LIE	I	F	Comentarios
a) El viento; b) La radiación solar, en todas sus formas; c) La energía oceánica en sus distintas formas: maremotriz, maremotérmica, de las olas de las corrientes marinas y del gradiente de concertación de sal;	ABC	30 30 17	Estas corresponden a una parte de la definición de la LAERFTE.
El calor de los yacimientos geotérmicos.	C	2	
La energía generada por el aprovechamiento del poder calorífico del metano y otros gases asociados en los sitios de disposición de residuos, granjas pecuarias y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros;	AC	30	Equivalente a gas de relleno sanitario (GRS) y a Digestión Anaeróbica.
La energía generada por el aprovechamiento del hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible siempre y cuando se cumpla con la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en su ciclo de vida;	ABC	6	No se necesita establecer criterio. Basta con decir que el hidrógeno debe ser generado mediante fuente renovable. No tiene sentido generar hidrógeno al mismo tiempo que se emite GEI.
La energía proveniente de centrales hidroeléctricas;	AC	25, 5	La primera cifra incluye hidros totales (mini y de gran escala). La segunda excluye energía proveniente de centrales hidroeléctricas de gran escala.
La energía nucleoelectrica;	C	1	Solo el Estado de Ohio la considera como energía limpia.
La energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas.	AC	29	Equivalente a biomasa.

Fuente, según LIE	I	F	Comentarios
La energía generada con los productos del procesamiento de residuos sólidos urbanos (como gasificación o plasma molecular), cuando dicho procesamiento no genere dioxinas y furanos u otras emisiones que puedan afectar la salud o el medio ambiente y cumpla con las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto emita la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Nota: la definición sólo menciona la gasificación como ruta para el aprovechamiento del poder calorífico de residuos.	A	2	Los residuos pueden usarse para recuperar energía mediante dos procesos, combustión simple, o pirólisis. En el primer caso el proceso es una caldera que produce vapor motriz. En el segundo caso, la combustión incompleta de residuos a alta temperatura (gasificación) produce un gas de síntesis que puede conducirse a otro lugar para aprovecharse como combustible.
La energía generada por centrales de cogeneración eficiente en términos de los criterios de eficiencia emitidos por la CRE y de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	AC	10	La cogeneración es deseable pero requiere controles frecuentes por la autoridad para asegurar su elegibilidad. Tiene potencial significativo.
La energía generada por ingenios azucareros que cumplan con los criterios de eficiencia que establezca la CRE y de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	AC	29	Equivalen también al aprovechamiento de calor procedente de la biomasa. Requiere controles estrictos para evitar que se incluyan otros residuos contaminantes.
La energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o bisecuestro de bióxido de carbono que tenga una eficiencia igual o superior en términos de kWh - generado por tonelada de bióxido de carbono equivalente emitida a la atmósfera a la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	C	3	Esta tecnología está enfocada a plantas de carbono por su concentración de CO <sub>2</sub> en chimenea. No aplica en otras fósiles.  Poco interés a nivel estatal en EUA. Fuente poco relevante en México por que no hay carbón en términos prácticos.
Tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales.	NA	NA	No existen estándares internacionales para bajas emisiones de carbono que sean referentes obligatorios o voluntarios para generación de electricidad.
Otras tecnologías que determinen la Secretaría de Energía y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base en parámetros y normas de eficiencia energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida.	NA	NA	En términos prácticos, la lista de actividades en los portafolios estatales en EUA contienen las fuentes más utilizadas para evitar emisiones. El mayor riesgo con esta disposición es que se incluyan fuentes fósiles en la lista de energías limpias.

Fuente: Daniel Chacón A., con datos de U.S. Energy Information Administration.



La incidencia de cada tecnología sobre los tres bienes tutelados contenidos en el diagrama de Venn se representa con las mayúsculas A, B y C. A saber: A = Recursos no renovables; B = Bienestar Humano y Medioambiente; C = Clima. Una fuente que tenga la notación ABC significa que es benéfica en términos de los tres bienes.

La tercera columna denominada “Comentarios” sirve como un indicador del juicio que han hecho los 29 estados de EUA y el distrito de Columbia sobre la pertinencia de cada fuente. Es importante aclarar que las comparaciones con los estados norteamericanos son sólo un indicador que pudiera ser útil para nuestro país donde se tiene poca experiencia sobre energías alternas. Sin embargo, no es una sorpresa que las fuentes sean prácticamente las mismas ya que vivimos en un mundo globalizado y donde cualquier avance tecnológico tiene una amplia difusión mundial. La “tropicalización” de tecnologías extranjeras ya es un asunto de todos los días en nuestro país.

Una de las premisas fundamentales que se adopta en esta propuesta es que no todas las fuentes para la transición energética son iguales. Ya vimos que sus efectos sobre los bienes tutelados son diferentes, algunos más favorables que otros. También está el tema de la factibilidad de su aplicación, considerando la complejidad tecnológica de las fuentes, así como los aspectos de costos y de financiamiento.

Ante la diversidad descrita, es claro que no puede haber un tratamiento igual para todas las fuentes porque es evidente que se deben favorecer aquellas que ofrezcan el mejor balance entre sus ventajas y desventajas. Es necesario diferenciar las fuentes mediante mecanismos que permitan favorecer las que ofrezcan más ventajas. Esta consideración nos lleva a concluir que los certificados de energías limpias (CELs) también deben diferenciarse de acuerdo a las ventajas que ofrecen sobre los bienes tutelados. Por ejemplo, aquellas fuentes que favorecen los tres bienes tendrían una clasificación de CEL “A”.

Otra manera para diferenciar los certificados es emplear un mecanismo que ha sido aplicado en otros países y en buen número de los estados norteamericanos y que consiste en multiplicadores de los certificados de energía limpia. Bajo el concepto de multiplicadores, aquellas fuentes que son

más favorables según el diagrama de Venn tendrían un multiplicador alto ( $\gg 1$ ) lo cual significa que una central eólica pudiera recibir una unidad de CEL más la fracción o cantidad adicional por un megavatio por hora (MWh) generado; mientras que el aprovechamiento térmico de esquilmos agrícolas puede recibir un CEL y una fracción pero menor que la anterior ( $\geq 1$ ), y una central con captura y secuestro de carbono sólo recibiría una fracción de CEL por MWh generado ( $< 1$ ). El número o proporción de CELs tendrá que precisarse con mayor detalles. Los multiplicadores que aquí se describen son sólo indicativos.

La siguiente tabla lista las fuentes potenciales, presenta sus intersecciones con los bienes tutelados, esboza multiplicadores, asigna una letra clasificadora y hace las aclaraciones pertinentes para cada fuente.

Tabla 2.3: Clasificación de fuentes. I=Intersecciones en diagrama de Venn; MultX=Multiplicador para CELs; Clas.=Clase de CELs.

Fuente	I	MultX	Clas.	Comentarios
a) Eólica	ABC	$\gg 1$	A	Eólica costa adentro y costa afuera. Son competitivas con ciclo combinado.
b) Solar térmica de concentración	ABC	$\gg 1$	A	Parece tener gran potencial. Se están desarrollando grandes plantas en regiones desérticas de EUA.
c) Solar fotovoltaica	ABC	$\gg 1$	A	México tiene uno de los potenciales competitivos mejores en el mundo. Es muy importante a nivel centralizado y descentralizado.
d) Celda de combustible con hidrógeno de fuente renovable	ABC	$\gg 1$	A	Se debe valorar la eficiencia global de hidrólisis con fuente renovable y la propia celda para verificar su conveniencia.
e) Combustible de hidrógeno de fuente renovable	ABC	$\gg 1$	A	Posiblemente tiene mejor eficiencia que la fuente (d).
f) Maremotriz	ABC	$\gg 1$	A	Los grandes litorales ofrecen grandes oportunidades una vez que la tecnología esté suficientemente desarrollada.
g) Mini-hidroeléctrica	ABC	$\gg 1$	A	Se tiene un gran potencial que necesita orden e impulso.
h) Eficiencia energética	ABC	$\gg 1$	A	Debe ser una de las prioridades más altas en la descarbonización de la energía. Falta un enfoque sistemático.

Fuente	I	MultX	Clas.	Comentarios
i) Almacenamiento de energía	ABC	>>1	A	Existen varias rutas, algunas maduras, como el bombeo de agua, y otras en vías de desarrollo con buenas perspectivas. Ayuda a compensar la variabilidad de las renovables.
j) Calor del subsuelo	ABC	>>1	A	Muy poco desarrollado en nuestro país pero pudiera ser efectivo en regiones con extremos frío-calor.
k) Digestión anaerobia	AC	≥1	B	Su desarrollo tiene grandes ventajas, a partir de plantas para el tratamiento de aguas residuales y granjas porcícolas.
l) Gas de rellenos sanitarios reglamentarios	AC	≥1	B	Tecnología está entrando en la madurez en nuestro país. Se necesita marco regulatorio para impulsarse a nivel municipal.
m) Cogeneración eficiente	AC	≥1	B	De acuerdo a normatividad de la Secretaría de Energía en su resolución Núm. Res./291/2012
n) Aprovechamiento térmico de la biomasa	AC	≥1	B	La obtención de leña y chips de madera pueden estresar bosques.
o) Aprovechamiento térmico de esquimos agrícolas	AC	≥1	B	Aplicar para la agricultura en general y para los ingenios azucareros. Se debe vigilar para impedir contaminación local.
p) Aprovechamiento térmico de yacimiento geotérmico	AC	≥1	B	Se requiere desarrollo cuidadoso para prevenir impactos serios.
q) Biodisel	AC	≥1	B	Debe sujetarse a la ley de bioenergéticos.
r) Biogás	AC	≥1	B	Igual a (q).
s) Bioetanol	AC	≥1	B	Igual a (q).
t) Metano de minas de carbón	AC	≥1	B	Es una buena posibilidad y una necesidad para prevenir los efectos del metano en la atmósfera.
u) Pirolisis de residuos	AC	<1	B	Requiere remover metales pesados y ácidos en efluentes. Se necesita mucho control por lo que no es recomendable fomentar su uso como fuente alterna.
v) Hidroeléctrica de gran escala	A	<1	C	Dado sus efectos colaterales no se recomienda impulsar su desarrollo. Sólo tomar en cuenta la previa a 2014.
w) Captura y secuestro de carbono	C	<1	C	Tiene pocas posibilidades reales y baja competitividad

Fuente: Daniel Chacón A.

A esta tabla le faltaría agregar algún indicador sobre el costo nivelado de las fuentes (LCOE por sus siglas en inglés) que es el método internacional para comparar el costo de electricidad en la diversidad de fuentes que existen. Existen LCOE para las renovables más comunes, pero faltan datos para el resto de las fuentes. Esta será una tarea pendiente.

La determinación de los costos nivelados de las energías no fósiles necesariamente lleva a la comparación con el costo nivelado de una central de ciclo combinado con turbina de gas natural (CCGT) que es el referente de energía fósil y que es la fuente más favorecida por su bajo precio a tradición y costumbres de la industria eléctrica. Sin embargo, para que la comparación sea equitativa, es necesario que el LCOE de la CCGT sea afectado por las externalidades que conlleva esta fuente fósil, ya que es común que dicho componente no se incluya en la contabilidad. Esta omisión en la mayoría de los casos ha llevado a suponer que la energía procedente del gas natural es la más barata, hecho totalmente inexacto si se le suman los costos ambientales que origina su operación a lo largo de todo su ciclo de vida.

Sumarizando, se propone que la legislación en la materia tenga las siguientes características:

- Que incorpore la definición de energía verde que se establece en este documento con la lista de las fuentes que cumplen integralmente con proteger los tres bienes tutelados, es decir, las fuentes “verdes”.
- Añadir, en una lista separada, las fuentes que sólo favorecen a dos de los bienes tutelados (Recursos no renovables y Clima) con las restricciones que apliquen en cada caso dado que todas ellas pudieran impactar el componente de Bienestar Humano y Ecosistemas.
- No se recomienda incluir aquellas fuentes que sólo favorecen uno de los bienes tutelados como la nuclear y la hidroeléctrica de gran escala que tienen grandes impactos potenciales sobre los otros dos bienes tutelados.
- Hacer los ajustes correspondientes en la sección de los Certificados de Energías Limpias para reflejar la diferenciación y el reconocimiento monetario entre las fuentes “verdes” y el resto de ellas.

Un asunto que ha quedado pendiente en la discusión de arriba es el papel que juega el gas natural en la transición energética y el esfuerzo que están haciendo algunos sectores para que se le considere como energía limpia. Ya vimos que, en el mundo, cuando una tecnología produce CO<sub>2</sub> que no proviene de carbón fósil pudiera clasificarse como energía limpia, con ciertas restricciones en caso de que afecte alguno de los bienes tutelados. Cuando el CO<sub>2</sub> que se produce proviene de carbón fósil, dicha tecnología no se considera limpia. Bajo este criterio, el gas natural no debe considerarse energía limpia.

Otra enorme preocupación que existe tiene que ver con el ciclo de vida del gas natural que proviene ahora, y provendrá en un futuro, de acuerdo con los planes de inversiones que se tienen, de los campos de lutitas y que se extrae mediante el sistema de perforación horizontal y el fracturamiento hidráulico. Amén de las preocupaciones sobre el impacto de dicho proceso de explotación sobre los mantos acuíferos y sobre las fugas y derrames de sustancias peligrosas usadas en el fracturamiento, una gran duda se cierne sobre las abundantes fugas del propio gas metano, constituyente principal de gas natural y potente gas de efecto invernadero. En efecto, estudios recientes indican que las fugas en los campos de lutitas pudieran ser considerables con graves consecuencias en el clima. Esta situación es una razón más para no considerar el gas natural como energía limpia.

Por otra parte, y suponiendo, sin conceder que el gas natural que se alimenta a las plantas de ciclo combinado que se planea construir para sustituir las viejas termas de combustóleo, proviene de campos de lutitas donde se aplican estrictas medidas para evitar las fugas de metano, es necesario entonces plantear algún tipo de reconocimiento sobre las toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas al eliminar el combustóleo. Este reconocimiento no puede darse en forma de CELs puesto que el gas natural no es ni será una energía limpia, pero sí puede darse dentro de un mercado de bonos de carbono donde se reconozca dicha disminución de emisiones.

## Conclusiones

La definición de la mezcla de energías requeridas por México para la transición energética y para cumplir los compromisos a nivel país y a nivel global para descarbonizar la generación y el uso de la electricidad no es una tarea que simplemente implique hacer una lista de buenos deseos. Se necesita hacer un análisis y definir mediante políticas públicas muy claras cómo queremos que la matriz energética se vaya conformando en un camino, ciertamente largo, hacia cero emisiones de carbono en el sector de la energía. Eventualmente allá deberemos llegar porque tenemos el deber ético de permitir que las próximas generaciones tengan las condiciones climáticas adecuadas para labrar su progreso, de la misma manera que la generación actual y las anteriores las tuvimos. Debemos reconocer, con humildad y sapiencia, que dichas condiciones climáticas las estamos poniendo, en este momento, en grave riesgo.



### Bibliografía

**European Environment Agency:** *Air pollution impacts from carbon capture and storage (CCS)*, Dinamarca 2011.

**Gore, Albert:** *Our Choice: A Plan to Solve the Climate Crisis*, Bloomsbury 2009.

### Direcciones de Internet

**EPA:** *Green Power partnership*, disponible en: <http://www.epa.gov/greenpower/gpmarket/index.html>, 13.12.2014.

**Gaceta Parlamentaria de la Cámara de Diputados:** *Dictámenes presentados en el primer periodo ordinario del tercer año de la LIX Legislatura*, disponible en: [http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/Dictámenes/59/gp59\\_a3primero.html](http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/Dictámenes/59/gp59_a3primero.html), 2005, 13.12.2014.

**Gaceta Cámara de Diputados:** *Ley General del Cambio Climático*, disponible en: <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/61/2012/abr/20120412-IV.html>, 13.12.2014.

**Ley de la Industria Eléctrica:** *Gaceta Cámara de Diputados*, disponible en: <http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/62/2014/jul/20140720-I.pdf>, 13.12.2014.

**Real Academia Española:** *Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua*, disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?val=limpia>, 13.10.2014.

**United States Nuclear Regulatory Commission:** *List of Power Reactors Unit*, disponible en: <http://www.nrc.gov/reactors/operating/list-power-reactor-units.html>, 06.10.2014.

**U.S. Energy Information Administration (EIA):** *The Annual Energy Outlook 2014 (AEO2014)*; 2014, disponible en: [www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2014\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2014).pdf), 13.12.2014.

### Gráficas y Tablas

**Congreso de la Unión:** <http://www.congreso.gob.mx>

## LA VERDADERA RIQUEZA ENERGÉTICA DE MÉXICO

EDUARDO REYES Y GUILLERMO CHÁVEZ  
CONSULTORES DEL SECTOR DE ENERGÍA

Según estimaciones de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), sobre la tendencia de recursos renovables disponible en México<sup>25</sup>, el país presenta un alto potencial de recursos eólico, solar, hidráulico, de biomasa y geotérmico.

Figura 3.1: Ilustrativo general del potencial de las fuentes renovables en México.



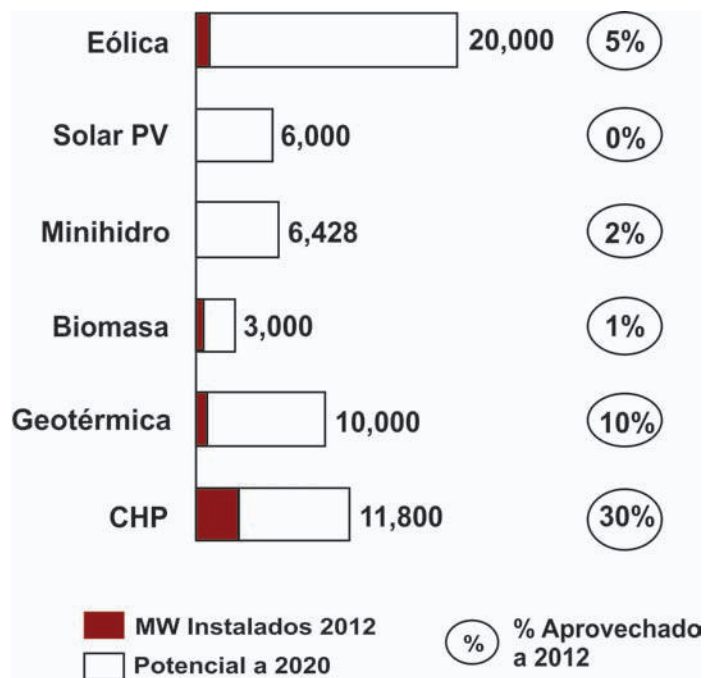
Fuente: Sener, PwC.

<sup>25</sup> IRENA: *Energy National Profile 2009*, disponible en: <http://www.irena.org/REmaps/CountryProfiles/Latin%20America/Mexico.pdf>, 12.02.2015.



En México existe un alto volumen de recursos renovables eficientes económicamente. Sin embargo, éstos no están distribuidos uniformemente sobre el territorio nacional; por ejemplo, la región del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca cuenta con un importante recurso eólico, Sonora y Chihuahua con solar, Chiapas con hidráulica y Baja California con geotermia<sup>26</sup>.

Figura 3.2: Potencial competitivo de energías renovables para la generación de electricidad.



Fuente: Sener, PwC.

La “Iniciativa para el desarrollo de las energías renovables en México”<sup>27</sup> es un estudio hecho por la Secretaría de Energía, en conjunto con Price Waterhouse Coopers (PwC)<sup>28</sup> y el sector privado, que exhibe que México cuenta con ~57 gigavatios (GW) de potencial renovable competitivo a 2020, lo cual representa una gran oportunidad para el desarrollo económico, energético y sustentable del país. En la figura 3.2 se presenta dicha posibilidad competitiva.

La competitividad de las tecnologías renovables frente a la tecnología fósil más barata continuará aumentando gracias al recurso presente en México, la madurez del mercado y la disminución de costos de las tecnologías.

### El potencial solar

México es el país latinoamericano con mejores condiciones para la aplicación de sistemas solares. El país se encuentra dentro de las primeras 15 naciones con mayor capacidad solar a nivel mundial. Sin embargo, las oportunidades aún no se han aprovechado como se ha hecho en otros países. La figura 3.3 señala la comparación entre países donde el tamaño de la burbuja representa la capacidad instalada.

De acuerdo con la SENER, la irradiación global media diaria en el territorio nacional es de alrededor de 5.5 kilovatios por hora por metro cuadrado y por día (kWh/m<sup>2</sup>/d). El promedio de la irradiación cambia a lo largo del país y depende también del mes en cuestión, descendiendo ligeramente por debajo de 3kWh/m<sup>2</sup> y pudiendo alcanzar valores superiores a 8.5kWh/m tal como se expone en las figuras 3.4 y 3.5.

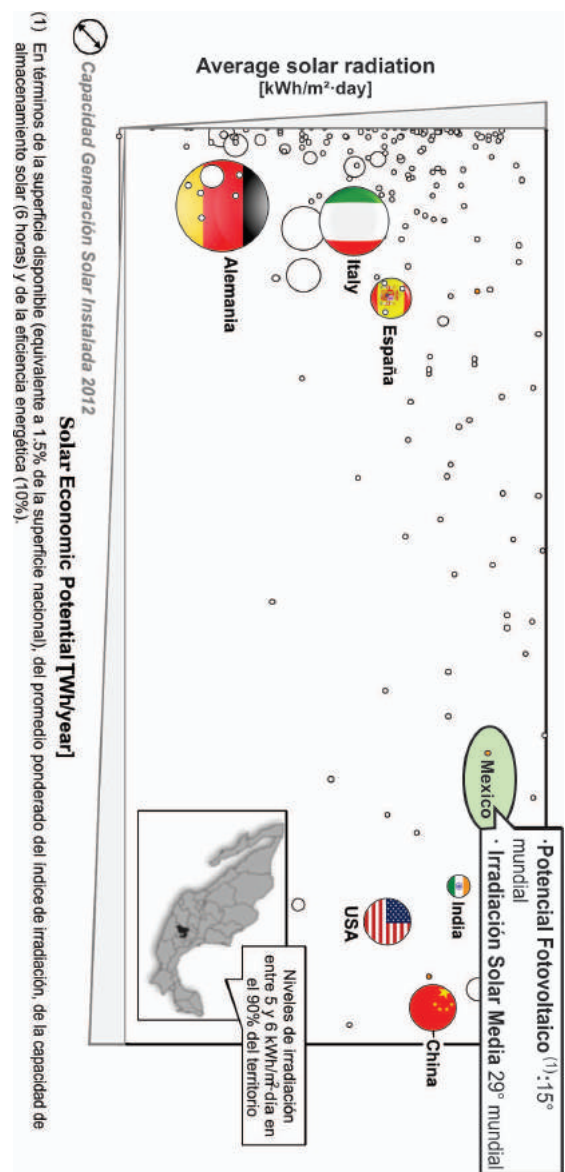
En la figura 3.4 se observa que la irradiación solar<sup>29</sup>, que toma en cuenta la cantidad promedio de días despejados y nublados para cada región, se presenta con mayor intensidad en las regiones noroeste y norte del país (Sonora, Chihuahua y Baja California). Por el contrario, las regiones sur, la costa del Golfo de México y la Península de Yucatán presentan un menor recurso solar.

<sup>27</sup>SENER: *Iniciativa para el Desarrollo de las Energías Renovables en México*, disponible en: <http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/Default.aspx?id=2333>, 12.02.2015.

<sup>28</sup> PwC es una de las firmas de servicios profesionales más importantes del mundo, prestando servicios de auditoría, consultoría y asesoramiento legal y fiscal a las principales compañías, instituciones y gobiernos a nivel global.

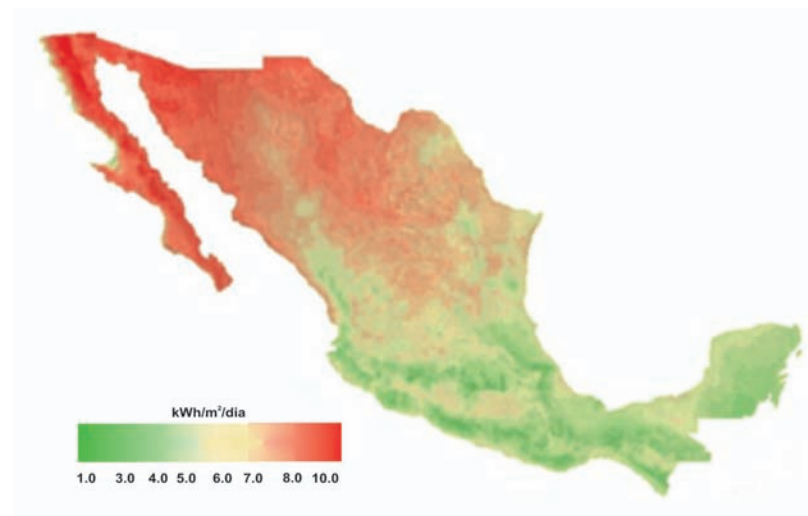
<sup>29</sup>CONUEE: *El estudio con la irradiación solar global diaria en México*, disponible en: [www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7058/1/irradiacion211009.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7058/1/irradiacion211009.pdf), 12.02.2015.

Figura 3.3: Comparativa internacional del potencial de la generación solar y la capacidad solar instalada por país en 2012.



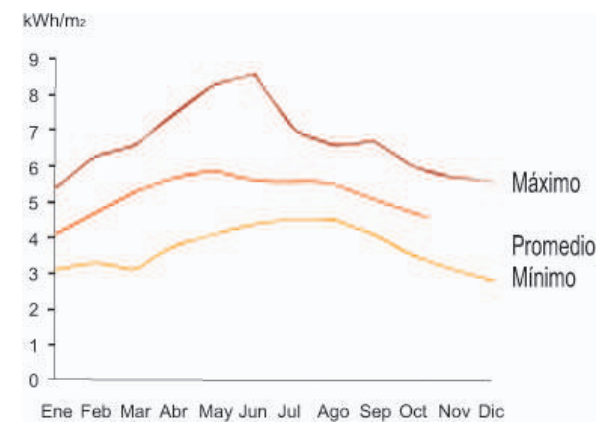
Fuente: PwC.

Figura 3.4: Mapa de irradiación directa normal en el mes de junio (kilovatio/metro cuadrado/día).



Fuente: SENER: Irradiación Nacional de Energías Renovables, México 2013.

Figura 3.5 Irradiación solar global diaria promedio mensual en México (kilovatio/metro cuadrado).

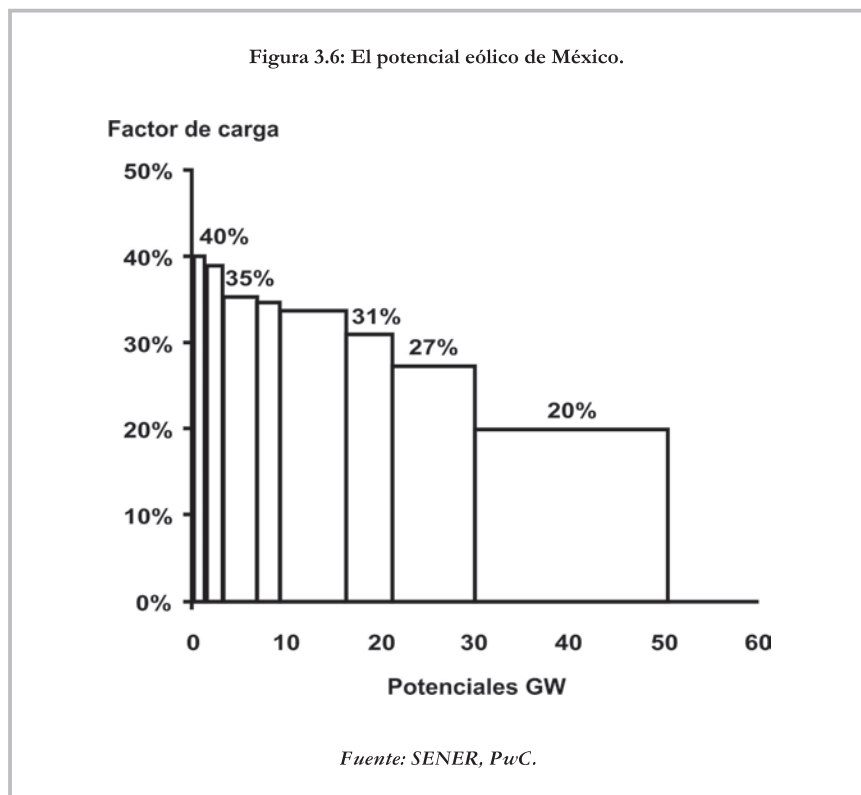


Fuente: SENER, CONUEE, PwC.

### El potencial eólico

La “Iniciativa para el desarrollo de las energías renovables en México”, mencionada antes, también valora la competitividad de la energía eólica comparando su costo nivelado con el de otras tecnologías<sup>30</sup>, México cuenta con un potencial eólico superior a los 50 GW con factores de carga superiores al 20%.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas elaboró un estudio que se incluyó en el Inventario Nacional de Energías Renovables, donde se muestra que las regiones con mejor potencial del recurso eólico se ubican en la zona del Istmo de Tehuantepec, la costa del Golfo de México (particularmente la zona norte),

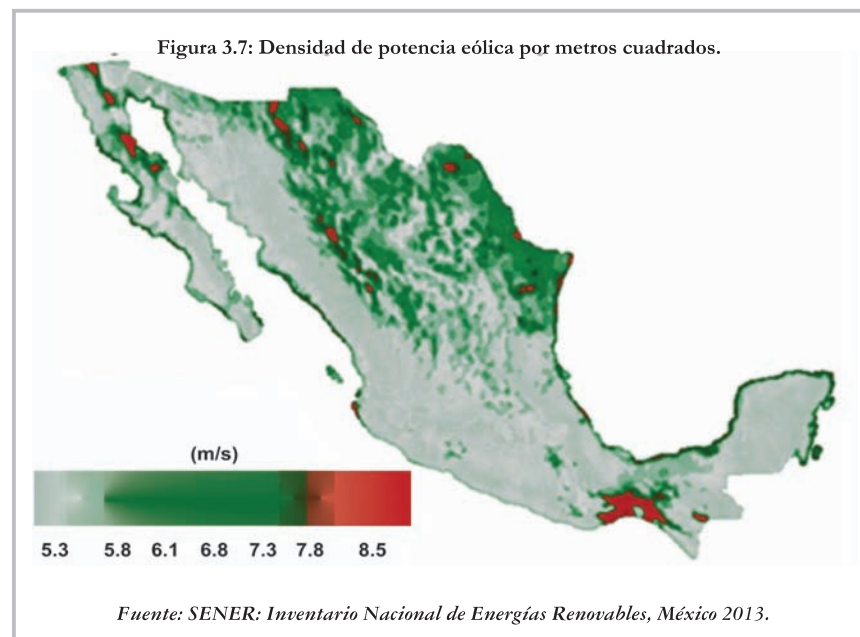


<sup>30</sup>SENER: *Iniciativa para el Desarrollo de las Energías Renovables en México*, disponible en: [http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER\\_Eolico.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER_Eolico.pdf), 12.02.2015.

y en la parte norte de la Península de Baja California tal como se exhibe en la figura 3.7.

### El potencial geotérmico

El país se encuentra en una de las regiones con mayor potencial geotérmico del mundo. México es el cuarto país con mayor capacidad geotérmica instalada a nivel mundial aunque su crecimiento ha sido poco en comparación con la nueva capacidad que se está desarrollando en otros países.



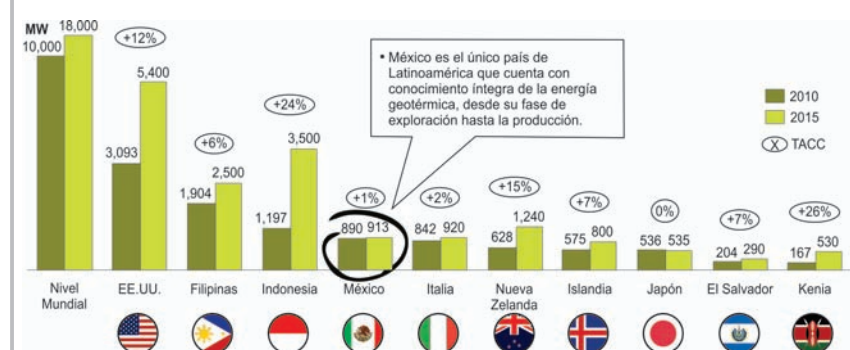
La Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha estimado que en el país existen reservas de aprovechamiento geotérmico equivalentes a 10,644 megavatios equivalente. Este recurso se estimó con base en el censo de más de 1,300 focos termales.

Las principales zonas en las que se encuentra dicho potencial se ubican a lo largo del eje neovolcánico (el estado de Jalisco, Puebla, Michoacán, Guanajuato), y otros estados como Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Chiapas y Veracruz que también revelan manifestaciones en alta temperatura.



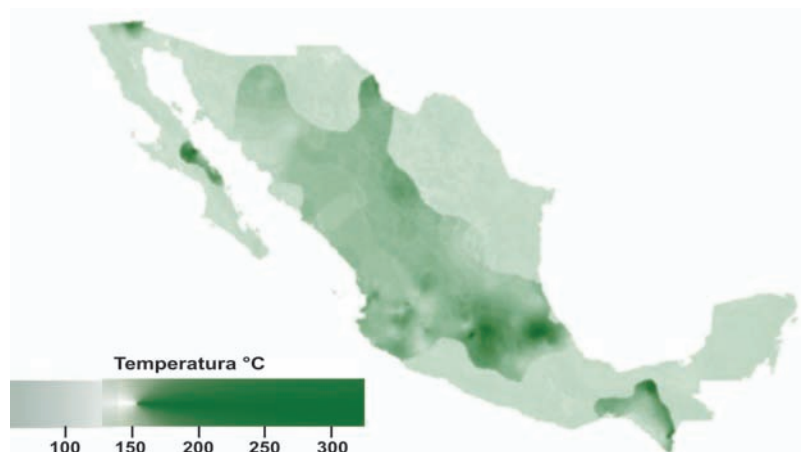
A continuación se puede observar la capacidad geotérmica del país.

Figura 3.8: Comparativa de capacidad geotérmica instalada en 2010 y estimación a 2015 a nivel mundial.



Fuente: SENER: Asociación Geotérmica Mexicana, IDEA, World Energy Outlook 2011, PwC, México 2011.

Figura 3.9: Recursos geotérmicos en México.



Fuente: SENER: Inventario Nacional de Energías Renovables, México 2013.

## El potencial mini-hidroeléctrico

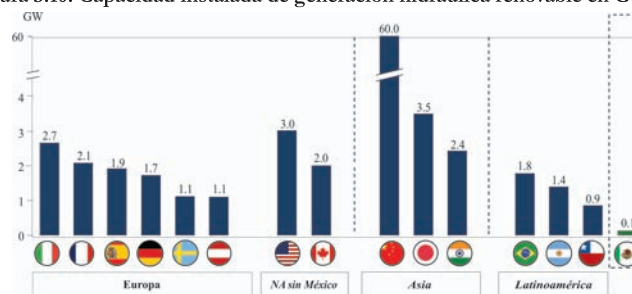
La energía hidráulica en México está diferenciada en lo que respecta a las actividades de promoción del aprovechamiento de las Energías Renovables. El Artículo Segundo de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética excluye de su ámbito de aplicación a las centrales hidroeléctricas de más de 30 megavatios (MW)<sup>31</sup>.

La hidráulica renovable se basa en el aprovechamiento de pequeños saltos y desniveles de un curso de agua para generar energía eléctrica, por lo cual se diferencia de la hidráulica convencional al tener un menor impacto ambiental.

A la fecha, México cuenta con escasa capacidad instalada de esta tecnología en comparación con otros países. Solamente se tienen ~116 MW de capacidad hidráulica renovable instalada.

La figura 3.10 señala el comparativo entre México y el resto del mundo en el terreno de la mini-hidráulica con una capacidad del orden de 0.1 GW.

Figura 3.10: Capacidad instalada de generación hidráulica renovable en GW, 2012.



Fuente: SENER, European Small Hydropower Association, REN21 2009, CERPCH, POISE, Análisis PwC.

<sup>31</sup>Excepto aquellas que cumplan al menos uno de los siguientes tres criterios:

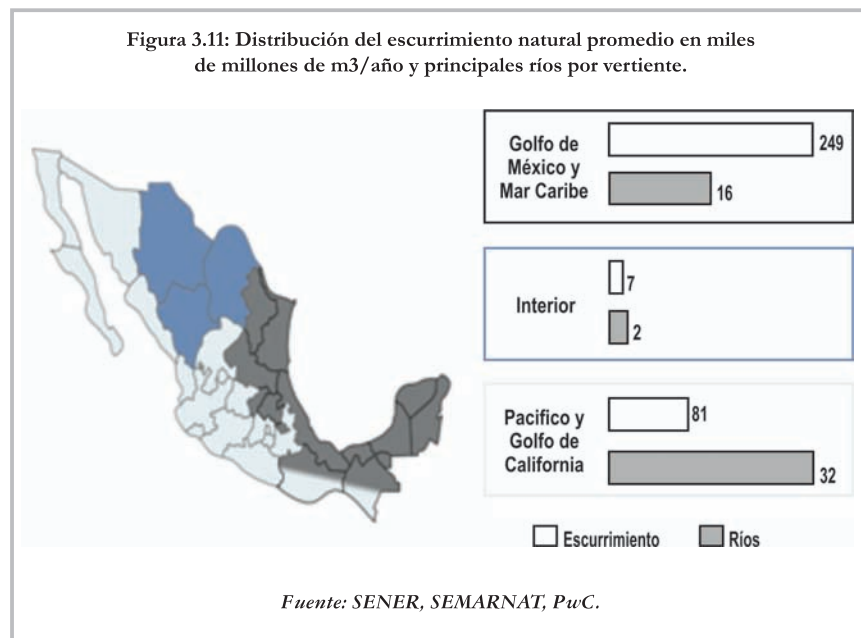
- Se utilice un almacenamiento menor a 50 mil metros cúbicos de agua o que tengan un embalse con superficie menor a una hectárea y no rebase dicha capacidad de almacenamiento de agua. Estos embalses deberán estar ubicados dentro del inmueble sobre el cual el generador tenga un derecho real.
- Se trate de embalses ya existentes, aún de una capacidad mayor, que sean aptos para generar electricidad.
- Su densidad de potencia, definida como la relación entre capacidad de generación y superficie de potencia, definida como la relación entre capacidad de generación y superficie del embalse, sea superior a 10 watts/m<sup>2</sup>.

Cámara de Diputados: La LAERFTE, disponible en:  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf>, 12.02.2015.

Las vertientes del Golfo de México y el Mar Caribe son las regiones con gran capacidad para la generación hidráulica con un ~70% del caudal hídrico en México.

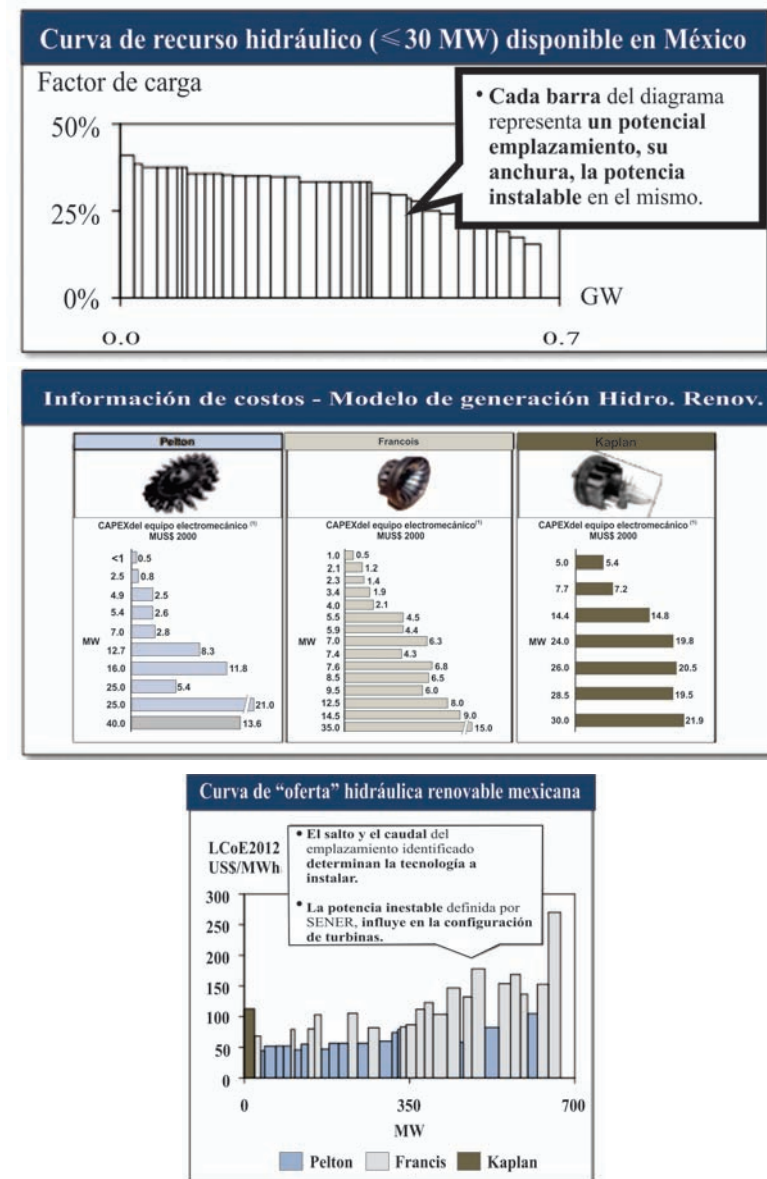
El factor más importante del recurso es el caudal, del que depende el factor de carga. En la figura 3.11 se explica la relación que existe entre el escurrimiento de agua de lluvia y los ríos donde se consolida ese escurrimiento.

Las zonas más competitivas en términos de costo-beneficio son las que ofrecen grandes alturas de salto y normalmente están equipadas con turbinas tipo Pelton en lugar de Francis o Kaplan. Las tres tecnologías son las clásicas que se utilizan en las mini-hidráulicas.



Para construir la curva de oferta hidráulica se ha cruzado la información de recurso con la de costos resultando en costos nivelados de generación hidráulica renovable comprendidos entre los 44 y los 270 US\$/MWh tal como se expone en la siguiente figura:

Figura 3.12: El recurso, la oferta y los costos de la energía hidráulica.

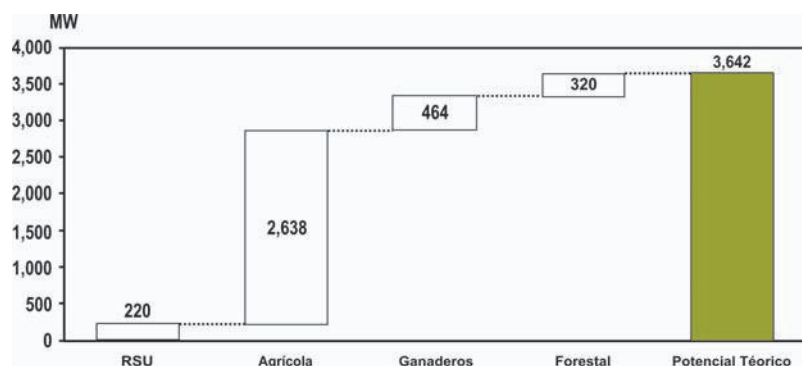


*Fuente: SENER, con información de la CFE, Alvarado-Ancieta, IRENA, PwC.*

## El potencial bio-energético

Se ha estimado un potencial máximo teórico de 3,642 MW dentro del alcance de los recursos de biomasa estudiados dentro de la Iniciativa<sup>32</sup> ya mencionada (el potencial nacional podría ser varias veces superior). Además se ha identificado potencial de sustituir hasta un 5% la producción eléctrica de la Central Carboeléctrica de Petatalco con cáscara de coco.

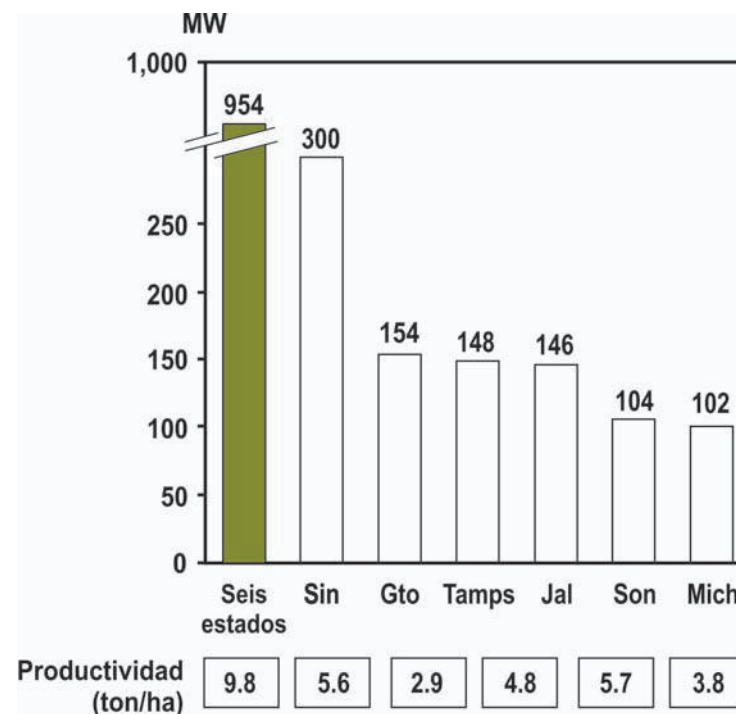
Figura 3.13: Potencial máximo teórico por tipo de recurso de biomasa.



Fuente: SENER, SAGARPA, SEMARNAT, CFE, PwC.

Dentro del bloque de bio-energéticos generados a partir de recursos agrícolas, el maíz, el sorgo y el trigo ofrecen el mayor potencial bioenergético. En términos de la productividad de la tierra para estas cosechas, seis estados tienen un potencial de 950 MW con costos nivelados inferiores a la tarifa en media tensión.

Figura 3.14: Capacidad por estado en función de la producción anual.



Fuente: SIAP-SAGARPA, INEGI, Análisis PwC.

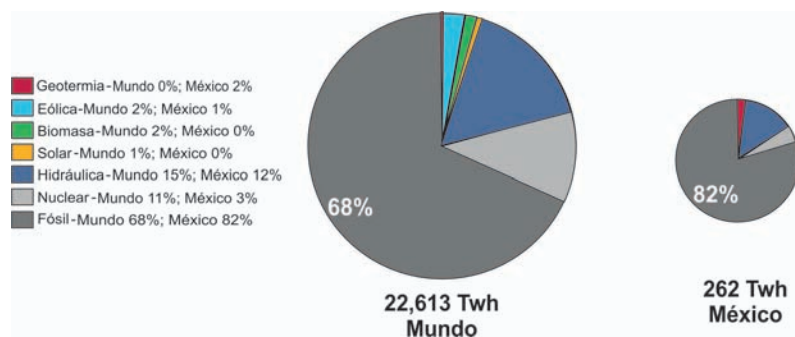
## El valor de una matriz diversificada

En el ámbito internacional, México presenta un rezago en términos de participación de las energías renovables en la matriz energética. En 2012, la producción de electricidad renovable a nivel mundial correspondió al 32% de la generación de electricidad total, mientras que en México este porcentaje apenas alcanzó el 18%, incluyendo las grandes hidroeléctricas.

<sup>32</sup>SENER: *Iniciativa para el Desarrollo de las Energías Renovables en México. Energía de la Biomasa*, disponible en: [http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20SENER\\_Biomasa.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20SENER_Biomasa.pdf), 12.02.2015.



Figura 3.15: Producción eléctrica a partir de energías renovables en el mundo y en México, 2012 (TWh).



Fuente: Observ'ER, SENER.

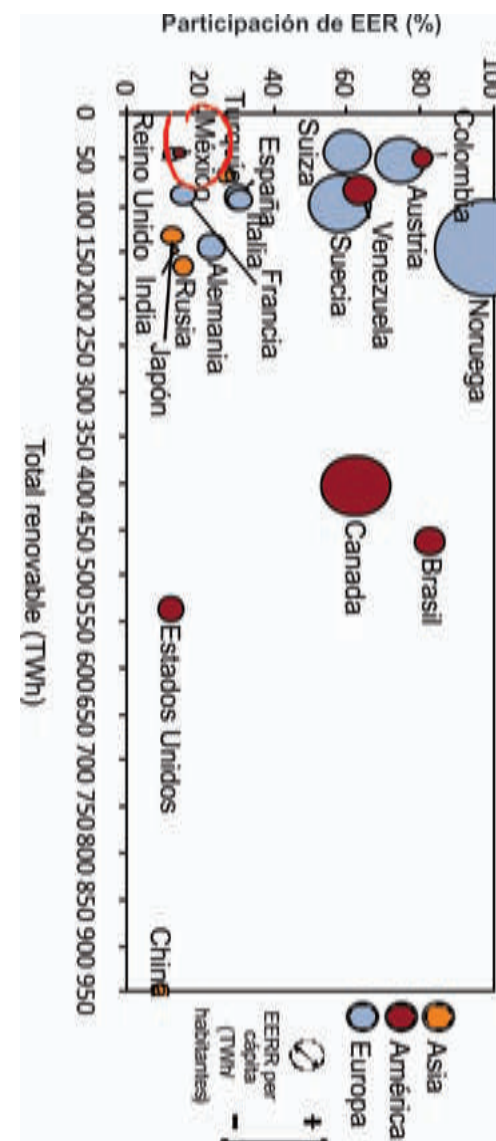
Dentro de un listado de 20 países<sup>33</sup> que se clasifican en función de la generación de energía eléctrica, medida en teravatios por hora (TWh) a través de fuentes renovables, México ocupa el lugar 19, posicionándose por debajo de Estados Unidos, Canadá, Brasil, Venezuela y Colombia.

La figura 3.16 expone que la posición del país está muy por debajo de la mayoría, en términos de energía renovable per cápita (tamaño de los puntos), y de la participación de energías renovables.

La situación del país demostrada por la figura 3.16 sería explicable si el país no tuviera recursos renovables. Pero teniendo lugares con un viento privilegiado en Oaxaca, Tamaulipas, Baja California y Coahuila, y una insolación como la que se disfruta en Sonora, Chihuahua, Coahuila y el altiplano, es insoslayable el avance del país en la búsqueda de su independencia energética y en la salud de sus ciudadanos y del planeta.

<sup>33</sup>Energies-Renouvelables: *Worldwide Electricity production from renewable energy sources*, disponible en: <http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/html/inventaire/Eng/sommaire.asp>, 12.02.2015.

Figura 3.16: Clasificación de países en función de su producción eléctrica a partir de energías renovables, 2012, (TWh).



Fuente: Observ'ER.

Una matriz diversificada también responde a los tres ejes rectores de la Estrategia Nacional de Energía:

- No depender de las fuentes fósiles
  - Evitar el deterioro del medio ambiente y del clima
  - Evitar los efectos del incremento y volatilidad de precios de los combustibles fósiles
- 1) Seguridad Energética:
    - Mitigación de impactos por las variaciones de precios de energéticos fósiles
    - Independencia energética
    - Cooperación energética e inversiones transnacionales
  - 2) Eficiencia económica y productiva:
    - Creación de empleos
    - Atracción de inversión
    - Creación de cadenas de producción y apoyo al contenido nacional
  - 3) Sustentabilidad Ambiental:
    - Contribución a la reducción de emisiones GEI
    - Salud pública y de comunidades alrededor de las plantas de generación
    - Uso mesurado del agua

## Conclusiones

México cuenta con un área de oportunidad significativa para ponerse a la par de muchos de los países con quienes tiene lazos comerciales. El hecho de ser tradicionalmente un país petrolero no nos condiciona a desaprovechar otros recursos energéticos sobre todo aquellos renovables y que tenemos en abundancia. La penetración de las energías renovables en otros países es un ejemplo a seguir ya que se demuestra que es una acción de política pública factible con resultados ventajosos en todos los órdenes. La aproximación a las energías renovables hará al país más competitivo entre sus pares.

## Bibliografía

**SENER:** *Prospectiva de Energías Renovables, 2013-2027*, México 2013.

## Direcciones de Internet

**Cámara de Diputados:** *La LAERFTE*, disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf>, 12.02.2015.

**CONUEE:** *El Estudio con la Irradiación Solar Gobl Diaria en México*, disponible en: [www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7058/1/irradiacion211009.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7058/1/irradiacion211009.pdf), 12.02.2015.

**Energies-Renouvelables:** *Worldwide Electricity Production from Renewable Energy Sources*, disponible en: <http://www.energies-renouvelables.org/observer/html/inventaire/Eng/sommaire.asp>, 12.02.2015.

**IRENA:** *Energy National Profile 2009*, disponible en: <http://www.irena.org/REmaps/CountryProfiles/Latin%20America/Mexico.pdf>, 12.02.2015.

**SENER:** *Iniciativa para el Desarrollo de las Energías Renovables en México. Energía Eólica*, disponible en: [http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER\\_Eolico.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER_Eolico.pdf), 12.02.2015.

**SENER:** *Iniciativa para el Desarrollo de las Energías Renovables en México. Energía de la Biomasa*, disponible en: [http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20SENER\\_Biomasa.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20SENER_Biomasa.pdf), 12.02.2015.

**SENER:** *Iniciativa para el Desarrollo de las Energías Renovables en México*, disponible en: <http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/Default.aspx?id=2333>, 12.02.2015.

## Gráficas y Tablas

Asociación Geotérmica Mexicana, AGM,

<http://www.geotermia.org.mx/geotermia/>

Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas, CERPCH, <http://www.cerpch.unifei.edu.br/sp/>

Comisión Federal De Electricidad, CFE,

<http://www.cfe.gob.mx/paginas/home.aspx>

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE

<http://www.conuee.gob.mx/wb/>

European Small Hydropower Association – ESHA, <http://www.esha.be/>

Institución para el Desarrollo Empresario Administrativo, IDEA

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI),

<http://www.inegi.org.mx/>

International Renewable Energy Agency, IRENA,

<http://www.irena.org/home/index.aspx?PriMenuID=12&mnu=Pri>

Inventario Nacional de Energías Renovables (INER),

<http://sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2923>

Observatoire des énergies renouvelables, Observ'ER,

<http://www.eurobserv-er.org/observer.asp>

Pricewaterhousecoopers, PwC <http://www.pwc.com/mx/es/>

Renewable Energy Policy Network for the 21st century, REN21,

<http://www.ren21.net/>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y

Alimentación (SAGARPA) <http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx>

Secretaría de Energía, SENER, <http://www.energia.gob.mx/>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT,

<http://www.semarnat.gob.mx/>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP,

<http://www.siap.gob.mx>

World Energy Outlook 2011, [www.worldenergyoutlook.org.asp](http://www.worldenergyoutlook.org.asp)

# EL DESARROLLO ACTUAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO

DAVID SHIELDS  
DIRECTOR DE ENERGÍA A DEBATE

---

## Hacia una transición energética

La “transición energética” se define como un cambio del modelo energético hacia un menor consumo de combustibles fósiles y hacia la sustentabilidad en la producción y en el uso de la energía, ya que en tanto no se logre aumentar significativamente la participación de otras fuentes alternas y limpias, la oferta de energía seguirá creciendo a base de combustibles fósiles, básicamente.

En la transición energética se reconoce que el cambio de paradigma energético requiere respuestas de las sociedades a través de sus actores políticos y de sus sistemas de gobierno para aprovechar sustentablemente los recursos renovables y de los desarrollos que la investigación científica, la tecnología y los mercados han puesto a disposición de la humanidad para sostener y ampliar, en lo posible, la calidad de vida de las personas.

No hay una sola ruta en materia de política energética. Al contrario, existen muchas opciones para asegurar suficiencia y calidad en la producción y el abasto de energía, ya sea por el camino de la transición y la sustentabilidad, o por los caminos de las energías tradicionales y contaminantes. La mayoría de las opciones no son fáciles, pero lo son menos en el caso de las energías tradicionales fósiles, por el efecto ambiental nocivo que generan.

El petróleo, en particular, no ofrece un camino fácil, ni en México ni en el mundo. Amén de su efecto en el cambio climático, México llegó a su máximo nivel de producción en el año 2004, con 3.4 millones de barriles diarios y, desde entonces, la producción petrolera nacional se ha estado declinando. Actualmente, se sitúa en 2.5 millones de barriles diarios y, aun con las “bondades” de la nueva Reforma Energética, se ve difícil que pueda repuntar desde ese nivel en los próximos años, debido al agotamiento de los principales yacimientos y a la falta de nuevos descubrimientos de gran tamaño.

En una nación con grandes retos y necesidades en materia de energía, éstas



no siempre se pueden solucionar con macroproyectos. Más bien, la tendencia es y debe ser moverse hacia la descentralización y la distribución de la energía mediante un gran número de proyectos de menor tamaño, es decir, que la energía se genere, se distribuya, se aproveche y se conserve a nivel local y en pequeña escala. Este es el caso de la cogeneración eléctrica, los paneles solares, la bioenergía y las plantas minihidráulicas.

Los mexicanos debemos buscar avanzar en la transición a la era post-petrolera. Esta visión implicará un proceso amplio de discusión y análisis para definir un conjunto amplio de políticas públicas que permitan que México progrese por esa ruta.

La transición energética es, por definición, un puente entre el pasado energético y un futuro más sustentable. Las transiciones de este tipo suelen ser lentas y en México ya está resultando demasiado lenta ante la urgencia de cambiar de modelo energético por razones ambientales y de cambio climático.

La Reforma Energética recién aprobada demuestra que el gobierno de México desea atraer inversiones masivamente a las energías tradicionales, incluso al grado de sacrificar sus metas en materia de energía renovable y limpia, ya que no se observa cómo la Reforma puede ser compatible con las metas establecidas en la Ley de Cambio Climático y la Ley para el Aprovechamiento de la Energía Renovable y Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE). El gobierno ha cedido a intereses creados, privilegiando a la energía fósil, en vez de tomar decisiones para reordenar la industria energética hacia la sustentabilidad, tendencia que será imperativo revertir en los próximos años.

### **Una transición con antecedentes**

La crisis del petróleo árabe de 1973 obligó a varios países del Occidente a voltear hacia otras fuentes alternativas de energía, al mismo tiempo que las incipientes investigaciones acerca de los efectos negativos de las emisiones a la atmósfera por la quema de combustibles fósiles impulsaron la búsqueda de otras fuentes más limpias.

En México, la investigación y uso de energías renovables es relativamente joven, aunque ya en 1940 se habían patentado y fabricado los primeros colectores solares planos en el país. Para los años sesenta, la Comisión Federal

de Electricidad (CFE) realizaba estudios de mecánica de suelo e hidráulica, de donde surgió la investigación en materia de geotermia que actualmente ha alcanzado los 823 megawatts de capacidad instalada.

Fue en 1994 cuando México se incorporó a la generación de energía eléctrica a partir del viento al construir el primer parque eoloelectrico, La Venta I en Oaxaca, un proyecto piloto del gobierno mexicano en conjunto con el Banco Mundial. A partir de ese momento, se han desarrollado 14 parques eólicos en la zona del Istmo de Tehuantepec, en el municipio de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, principalmente.

A pesar de que la mayoría de los proyectos se encuentran en territorio oaxaqueño, la Comisión Reguladora de Energía ha otorgado permisos de operación en otras entidades del país, como Baja California, Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas, Jalisco, Puebla, Chiapas y Yucatán. Actualmente México cuenta con 1,289 megawatts de capacidad instalada en este rubro.

A pesar de que la instalación y operación de los aerogeneradores no representa mayor problema para los propietarios de las tierras, y por lo contrario les aporta beneficios jurídicos, económicos y sociales principalmente, algunos desarrolladores se han enfrentado a la oposición de líderes agricultores, caciques y, en ocasiones, autoridades locales. En la mayoría de los casos el fondo es el desconocimiento acerca de los proyectos, para qué son y los beneficios que aportan.

En el caso de la geotermia, México ha logrado desarrollar cuatro importantes campos, de los cuales destaca el de Cerro Prieto, en Baja California, con una capacidad instalada de 720 megawatts. Desde finales de los años cuarenta, la CFE empezó a hacer los primeros estudios hidrotérmicos para evaluar el potencial generador, cuando el ingeniero Luis de Anda se interesó en las fuentes de Lardarello, en Italia.

Las recientes investigaciones han detectado alrededor de 1,300 sitios hidrotermales en todo el territorio nacional con un potencial para desarrollar proyectos de generación eléctrica mediante sistemas no convencionales de ciclo binario (el fluido geotérmico como fluido primario para vaporizar un segundo fluido que mueve la turbina generadora).

Figura 4.1: Los sitios hidrotermales en México.



Por su parte, la experiencia de México en la generación hidroeléctrica se remonta al siglo XIX cuando la central de Necaxa, Puebla, fue diseñada y construida por el gobierno de Porfirio Díaz para la electrificación de la zona centro del país. La central, con una capacidad instalada inicial de 200 megawatts, en su momento fue considerada la más grande del mundo y actualmente continúa en operación. México ha llegado a los 11,509 megawatts de capacidad instalada en generación hidráulica, que representa 73.2% de la capacidad total nacional en energías renovables.

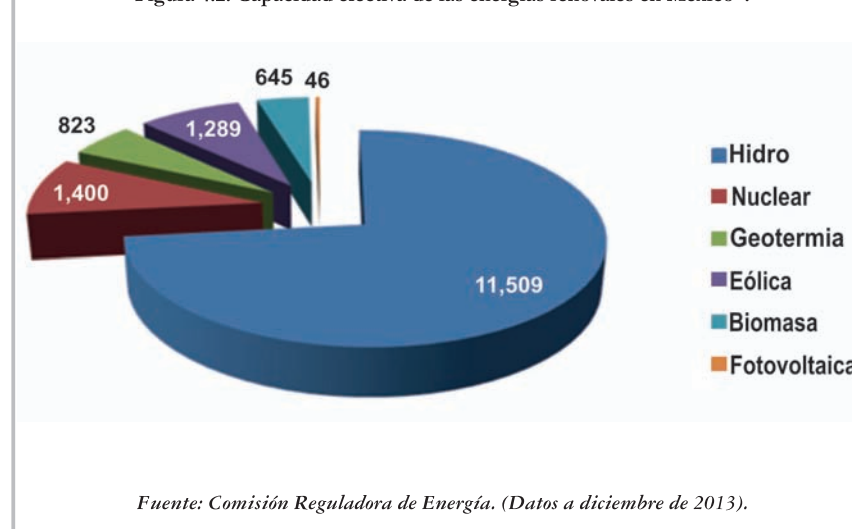
### El concepto de cogeneración eficiente

Para entender la “cogeneración eficiente” es necesario entender primero qué es la cogeneración eléctrica. De acuerdo con la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), la cogeneración se refiere a:

[...] generar energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambos; cuando la energía térmica no aprovechada en los procesos se utilice para la producción directa o indirecta de energía eléctrica o cuando se utilicen combustibles producidos en sus procesos para la generación directa o indirecta de energía eléctrica[...]<sup>34</sup>

<sup>34</sup>Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica: Artículo 36 Fracción II, México.

Figura 4.2: Capacidad efectiva de las energías renovables en México\*.



La LSPEE especifica que la electricidad producida deberá destinarse a satisfacer las necesidades de los establecimientos asociados a la cogeneración, siempre que se incrementen las eficiencias energéticas y económicas de todo el proceso y que la primera sea mayor que la obtenida en plantas de generación convencionales; así como poner los excedentes de electricidad a disposición de la Comisión Federal de Electricidad.

En este contexto, la “cogeneración eficiente” se define como la generación de energía eléctrica siempre que dicho proceso tenga una eficiencia superior a la mínima que establezca la Comisión Reguladora de Energía (CRE)<sup>35</sup>.

La metodología que establece la CRE está basada en el siguiente supuesto: la energía eléctrica adicional se genera en un sistema de cogeneración a partir de la misma cantidad de combustible que se utilizaría en un sistema convencional eficiente, para lo cual la Comisión establece un criterio mínimo mismo que

\*Nota. De acuerdo con la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la capacidad efectiva es la capacidad de placa corregida por efecto de degradaciones permanentes debidas al deterioro o desgaste de los equipos que forman parte de la unidad de generación.

<sup>35</sup> Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, Art. 2, fracción II del Reglamento, México.

puede verse en la tabla 4.1. De esta forma, se considera que se obtiene una “cogeneración eficiente” si la eficiencia del sistema resulta igual o mayor al criterio de eficiencia mínima establecida. Este criterio de eficiencia mínima aumenta de acuerdo con la capacidad instalada del sistema.

Tabla 4.1: Criterios de eficiencia.

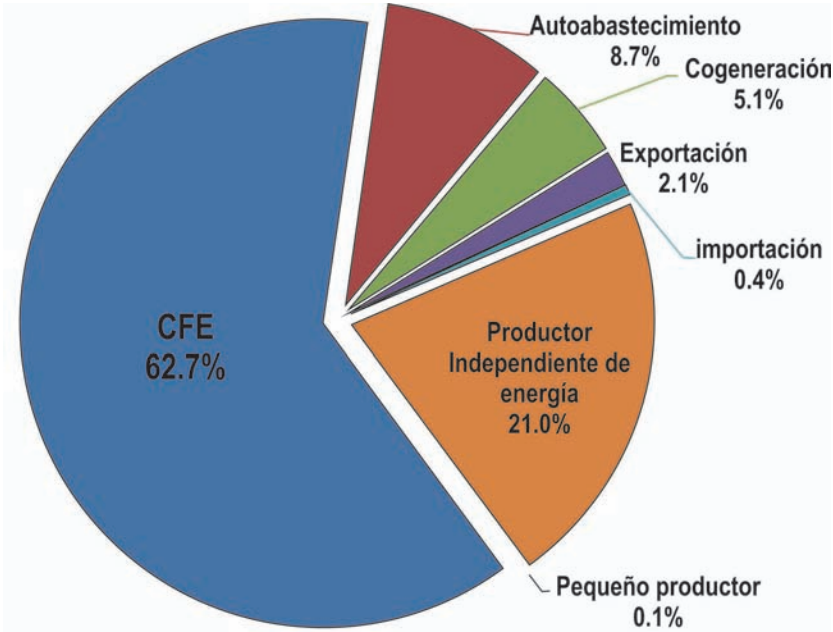
Criterios de eficiencia mínima emitidas por la CRE para determinar a la cogeneración eficiente.	
Capacidad del sistema	Eficiencia mínima (%)
Capacidad > 0.03 - < 0.5 MW	5
Capacidad ≥ 0.5 - < 30 MW	10
Capacidad ≥ 30 - < 100 MW	15
Capacidad ≥ 100 MW	20

Fuente: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía con información de la CRE.

Para determinar dicho criterio de eficiencia mínima, la CRE tomó como referencia los valores de eficiencia mínima para centrales de cogeneración utilizados en otros países, lo que posiciona a México en los estándares internacionales en este ámbito.

La metodología se aplica a los sistemas de cogeneración que soliciten ser considerados como de “cogeneración eficiente”, excepto los sistemas con capacidad total instalada igual o menor a 30 kilovatios (kW), conocidos como de pequeña escala, y los sistemas que utilicen energía térmica no aprovechada en el proceso, o los combustibles generados en el proceso que no requieran para ello el uso de combustibles fósiles. Ambos supuestos reciben los mismos beneficios que se otorgan a las energías renovables, excepto en la industria petrolera.

Figura 4.3: Capacidad efectiva de generación por tipo de productor.



Capacidad efectiva nacional (Octubre 2013): 64.85 GW

Fuente: CRE.



### Bibliografía

**Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica:** *Artículo 36 Fracción II*, México.

**Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética,** *Art. 2, fracción II del Reglamento*, México.

---

### Gráficas y Tablas

**Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE,** <http://www.conuee.gob.mx/wb/>

**Comisión Reguladora de Energía, CRE,** <http://www.cre.gob.mx/>

**Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT,** <http://www.conacyt.mx/>

## ENERGÍAS LIMPIAS, RETOS Y ADVERTENCIAS DESPUÉS DE LA REFORMA

GABRIEL QUADRI DE LA TORRE  
CONSULTOR

---

La Reforma Energética recién promulgada abre un enorme horizonte hacia la soberanía y sustentabilidad energética de México. Atrás quedó toda una era de culto monopolístico, de ineficiencias, y de una injustificable exclusión de la competencia y de los particulares en decisiones y actividades cruciales. Si antes el monopolio ataba un pesado grillete al desarrollo de las Energías Renovables (ER) y llegó a parecernos un perverso e insuperable karma histórico, ahora estamos forzados a diseñar instrumentos eficientes para su desarrollo pleno y para desvanecer gradualmente nuestra dependencia insostenible a los combustibles fósiles en la generación de electricidad, y reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

Después de la Reforma, el reto es: a) desarrollar de manera expedita y adecuada el necesario marco regulatorio y procedimental de la Transición Energética a partir del mandato del propio Decreto de Reforma Constitucional; b) asegurar la difusión de las ER con base en su competitividad real y c) evitar confusiones y distorsiones de política pública en cuanto a los atributos que deben de exigirse a todas las energías consideradas limpias.

### La Reforma, el contexto

La Reforma Energética, según los cambios constitucionales aprobados por el Congreso en diciembre de 2013, y legislación secundaria promulgada por el Presidente Peña Nieto el 11 de agosto de 2014 incluye siete nuevas leyes quedando en suspenso una, la Ley de Transición Energética<sup>36</sup>. El paquete de leyes promulgadas comprende:

1. Ley de Hidrocarburos.
2. Ley de la Industria Eléctrica.
3. Ley de Energía Geotérmica.
4. Ley de Petróleos Mexicanos.

---

<sup>36</sup>Este artículo fue escrito antes del mes de diciembre de 2014.

5. Ley de la Comisión Federal de Electricidad.
6. Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética.
7. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

También, la Reforma Energética comprende modificaciones a ocho leyes vigentes y relacionadas:

1. Ley de Inversión Extranjera.
2. Ley Minera.
3. Ley de Asociaciones Público Privadas.
4. Ley de Aguas Nacionales.
5. Ley Federal de las Entidades Paraestatales.
6. Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.
7. Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
8. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

En la perspectiva de la Transición Energética y el desarrollo de ER destaca por un lado la apertura del sector eléctrico a la participación privada, a la competencia y al mercado, y por el otro, instrumentos explícitos para promover la generación de electricidad con fuentes renovables (Certificados de Energías Limpias y permisos y concesiones para geotermia, previstos en la nueva Ley de Energía Geotérmica).

Quedarán por valorarse las consecuencias que tendrán sobre la Transición Energética y el desarrollo de las ER no sólo los dos factores anteriores, sino la nueva organización industrial del sector en su conjunto, incluyendo las funciones de planeación y regulación de SENER y de la Comisión Reguladora de Energía (CRE); la desagregación de la cadena de valor en generación, transmisión, distribución y comercialización; el desempeño de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) como Empresa Productiva del Estado a partir de su nuevo perfil (flexibilidad, gobierno corporativo, fiscalización, revelación

de información al mercado de valores); los nuevos mercados mayoristas y los contratos bilaterales de compra y venta; los esquemas de despacho y porteo de energía; posibilidades de ampliación de la red de transmisión en el marco de su control autónomo por parte del Centro Nacional de Energía (CENACE), así como los atributos de inteligencia que ésta adquiera para ser capaz de asimilar con mayor eficiencia a las energías renovables intermitentes; el desplazamiento de subsidios generalizados y su focalización; y evolución en la magnitud de los impuestos al bióxido de carbono establecidos en la también reciente Reforma Fiscal, entre otros elementos. No serán menores, y desde luego serán dignos de seguimiento y atención sistemática, los conflictos políticos y sociales que se multiplicarán en torno a proyectos de ER en cuanto a la ocupación de tierras.

### **Instrumentos, procedimientos y regulación**

Recordemos que en principio, son varios los instrumentos de política posibles para promover el desarrollo de las ER. Uno son las cuotas de producción, que en diferentes modalidades pueden llamarse “portafolio estándar o portafolio de renovables”, o bien, como en México, los Certificados de Energía Limpia (CEL) que son instrumentos cuantitativos de inducción. Se trata de porcentajes o volúmenes de energía renovable obligatorios para generadores, suministradores o grandes usuarios (usuarios calificados), los cuales se amparan con títulos expedidos por la autoridad regulatoria y que pueden dar origen a un mercado secundario.

Otra opción son los subsidios directos del presupuesto gubernamental (como en España) o cruzados entre consumidores y productores (como en Alemania) que pueden adoptar la forma de primas por kilovatio por hora (KWh) (*feed in tariff*). Opciones adicionales pueden ser, por ejemplo, un severo impuesto al carbono (*carbon tax*) que ponga en clara ventaja competitiva a las ER, créditos fiscales y otro tipo de incentivos (como la depreciación acelerada para ER vigente en México), o incluso, una inversión masiva y directa del gobierno. Si uno analiza rápidamente las opciones existentes es fácil darse cuenta que en México el instrumento más viable y practicable son los CEL, previstos en la nueva Ley de la Industria Eléctrica. Definitivamente, puede pronosticarse que no habrá más instrumentos de fomento a las ER aparte

de los propios CEL y la depreciación acelerada establecida en la Ley del Impuesto sobre la Renta, a reserva de que en el futuro vaya incrementándose de forma notable el Impuesto al Bióxido de Carbono contemplado en la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS).

Habrà que esperar a la legislación o a los ordenamientos faltantes. No está claro si habrá una nueva Ley de Transición Energética o sólo procedimientos administrativos o instrumentos normativos que definan los mecanismos de expedición y reglas de operación y de los CEL, que estarán a cargo de la SENER y de la CRE, así como su relación programática con las metas del 35% de energías limpias asumidas por la legislación vigente (Ley de Cambio Climático y Ley de Aprovechamiento de las Energías Renovables y Financiamiento a la Transición Energética).

Serán de importancia total los mecanismos de distribución y/o asignación de CEL tanto a generadores como a suministradores, así como las obligaciones para ellos y para los grandes usuarios industriales (¿y municipales?).

¿Se expedirán los CEL a los generadores con ER y estos los venderán a suministradores y a usuarios calificados? ¿SENER o CRE exigirá que todos exhiban los CEL que acrediten el cumplimiento de las obligaciones? ¿Cómo se aplicarán sanciones por incumplimiento, que irán de 6 a 50 salarios mínimos por MWh de incumplimiento en la adquisición de CEL?

Las normas de funcionamiento del mercado de CEL determinarán la eficiencia y la eficacia del instrumento, al igual que metas graduales de cumplimiento a lo largo del tiempo, y sistemas de monitoreo, registro, tratamiento fiscal y contable, y banqueo de CEL entre periodos. La arquitectura regulatoria y procedimental que nos espera no es sencilla en virtud de las grandes diferencias tecnológicas y de costo que se observan en distintos sectores (no podrá exigírsele lo mismo a la industria automotriz o electrónica, que a la industria cementera o siderúrgica, o para el caso, a los gobiernos municipales).

¿Cuál será el papel de las licitaciones que lleve a cabo la CFE para proyectos de ER, y en qué condiciones de precio? Otro factor que incidirá en el desarrollo de las ER es su carácter de Generación Distribuida, por lo cual gozarán de acuerdo a la Ley de la Industria Eléctrica de facilidades en el acceso a la red

y en la interconexión.

En cualquier circunstancia las reglas deberán ser equitativas, eficientes, y flexibles, de tal forma que puedan ajustarse a compromisos que adquiera México en acuerdos multilaterales, a cambios en la tecnología y en los costos relativos de las ER. Por supuesto también, deberán ser adaptables a la experiencia y el desempeño del nuevo instrumento y de la propia Reforma Energética, en especial, en lo que respecta al gas natural, que será el competidor más significativo de las ER, así como de las expectativas de reducción de tarifas eléctricas por una mayor oferta de ese combustible fósil. En todo esto, será necesario clarificar las condiciones en que coexistirán las nuevas reglas y actores con la generación actual de ER bajo la figura de auto-abastecimiento. Por otra parte, las políticas de subsidios también determinarán la dinámica de penetración de las ER especialmente en el sector doméstico como usuario final.

Una lógica de sustentabilidad, eficiencia y racionalidad para las finanzas públicas, así como redistributiva en términos sociales, llevaría a transformar los subsidios actuales en inversión en sistemas solares fotovoltaicos para usuarios domésticos, lo cual redundaría en una importante disminución en la factura eléctrica para los hogares, en grandes ahorros fiscales, en una red más eficiente gracias a la generación distribuida, y en menores emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

### **El rezago**

México observa un gran rezago en el desarrollo de las ER, a pesar de sus extraordinarias condiciones fisiográficas. Sólo contamos a la fecha con 1,300 MW eólicos; 812 MW geotérmicos; 450 MW en mini-hidroeléctricas; 581 MW de biomasa (básicamente ingenios azucareros); y una minúscula capacidad solar fotovoltaica de 32 MW. Entre todas suman apenas poco más del 5% de la capacidad instalada total en el país (el porcentaje con respecto a la generación de electricidad es menor, dado el relativamente bajo factor de planta de la mayor parte de las ER).



Figura 5.1: Capacidad y generación de energías renovables 2013.

Tecnología	Capacidad		Generación	
	MW	%	GWh	%
<b>2013</b>				
Eólica	1638	2.5%	5,755	2.4%
Mini-hidro	124	0.2%	680	0.3%
Geotérmica	823	1.2%	6,069	2.6%
Biomasa	44	0.07%	261	0.1%
Solar fotovoltaica	40	0.06%	108	0.05%
Hidroeléctrica	11,508	17.7%	41,532	17.7%
<b>Total</b>	<b>14,178</b>	<b>21.8%</b>	<b>54,407</b>	<b>23.2%</b>

Fuente: SENER.

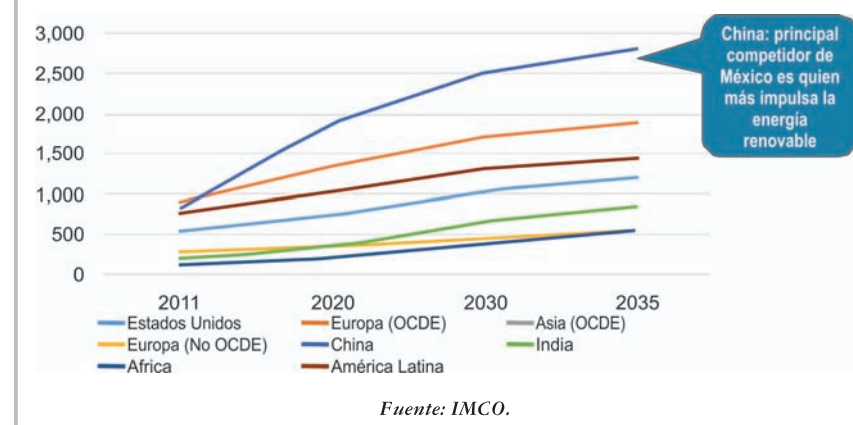
Son útiles algunas referencias comparativas para ilustrar el rezago mexicano. Por ejemplo, California tiene una meta de 33% de generación con energías renovables al 2020, que le ha permitido crear 47,300 empleos en la industria de energía solar y 53,431 en ER en general. Cuenta con 5,544 MW de capacidad eólica, 2,560 MW de solar y 2,732 MW de geotérmica<sup>37</sup>. El instrumento ha sido un Portafolio de Renovables (similar a los Certificados de Energías Limpias recién establecidos en la nueva Ley de la Industria Eléctrica como parte de la Reforma Energética). Por su parte, Texas es uno de los cinco estados de EUA con las tarifas más bajas para clientes industriales siendo el número uno en EUA en capacidad eólica, de la cual posee 12,355 MW que aportan el 10% de la generación eléctrica. Esto se ha logrado creando cerca de 130 mil empleos, y 45 plantas de manufactura para equipos eólicos<sup>38</sup>. Alemania, por su parte (y con condiciones fisiográficas mucho menos favorables que México), ha asumido el objetivo de 35% de generación eléctrica con ER al 2020, 50% al 2030, y 80% al 2050. La participación de las ER se acerca al 25% en el consumo bruto de electricidad con una capacidad total de 63,000 MW, particularmente eólicos y solares, hechos realidad por 380 mil empleos

<sup>37</sup>California Public Utilities Commission: *Energy*, disponible en: [www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables](http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables), 17.12.2014.

<sup>38</sup>The Texas Renewable Energy Industry 2014: *Office of the Governor*, disponible en: [www.TexasWideOpenForBusiness.com](http://www.TexasWideOpenForBusiness.com), 17.12.2014.

creados ex profeso. Muchos más países y regiones en el mundo expanden aceleradamente hoy en día sus capacidades de generación eléctrica con energías renovables a través de diferentes políticas e instrumentos, como se puede ver en la figura 5.1.

Figura 5.1: Generación global por regiones Twh/año.



Fuente: IMCO.

### Competitividad de las energías renovables

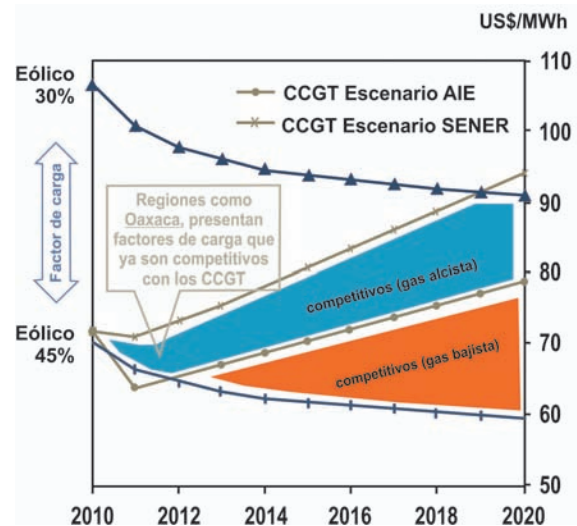
El territorio nacional goza de condiciones privilegiadas para el desarrollo de las ER, dada su diversidad de sistemas climáticos que permite atender el problema de la intermitencia, ya que siempre podrá entrar en operación alguna fuente renovable en alguna parte del territorio. Además, téngase en cuenta que las condiciones meteorológicas ya son predecibles con altos grados de precisión lo que facilita la programación eficiente de cualquier sistema eléctrico con una alta participación de ER. El sistema eléctrico nacional interconectado es muy extenso (ver en la figura 5.2), y por tanto, puede compensar las variaciones en la disponibilidad de ER, más aún, si se desarrolla una red inteligente capaz de garantizar un balance óptimo, eficiencia, y estabilidad de carga y voltaje. En este contexto es notable la competitividad creciente de las ER, que van alcanzando costos nivelados por KWh equiparables o menores a los de las energías convencionales, (ver en las figuras 5.3, 5.4, y 5.5). Cada vez menos, puede aducirse el pretexto de los altos costos de las ER como argumento para posponer su desarrollo pleno.

Figura 5.2: Intermittencia y disponibilidad de las ER en un sistema diverso y extenso.



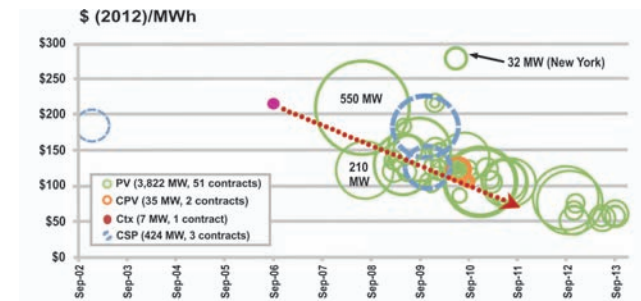
Fuente: Daniel Chacón A.

Figura 5.3: Costo nivelado relativo entre energía eólica y centrales de ciclo combinado.



Fuente: AMDEE y PwC.

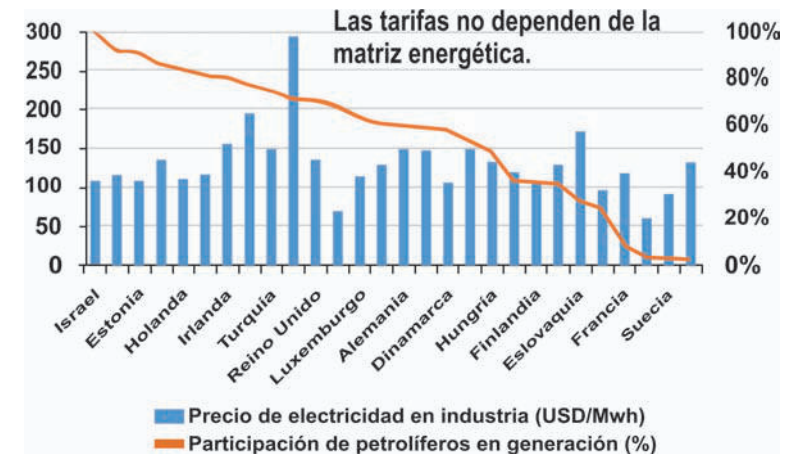
Figura 5.4: Evolución del precio nivelado de solar en EUA\*



El precio nivelado de energía solar en EUA al que se han contratado los PPA pasó de \$150/MWh en 2008 a \$50/MWh en 2013.

Fuente: Lawrence Berkeley Laboratories.

Figura 5.5: Precios de electricidad y petrolíferos en la generación en países seleccionados.



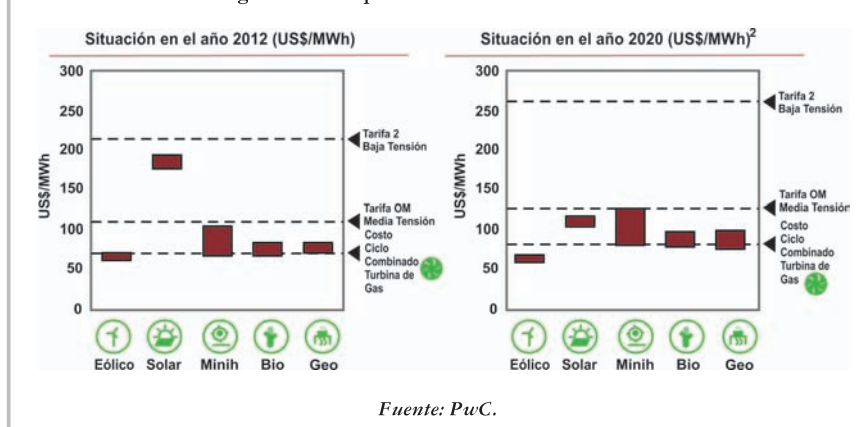
Fuente: IMCO.

La competitividad de las ER se refleja en el hecho de que no existe ninguna relación entre la matriz energética de cada país o la participación de las ER en los sistemas eléctricos y las tarifas eléctricas.

\*Lawrence Berkeley National Laboratory, *Utility-Scale Solar 2012 An Empirical Analysis of the Project Cost: Performance, and Pricing Trends in the United States*, EUA 2013.

Una ventaja competitiva adicional de las ER es su carácter de Energía Distribuida, lo que permite reducir costos de inversión en transmisión y distribución así como las pérdidas en la red, además de ofrecer más seguridad y confiabilidad en su operación. Lo anterior, a pesar de que la intermitencia de muchas ER, obligue a contar con capacidad extra de respaldo. Para México, se espera que en los próximos años (hacia el 2020) la electricidad producida con fuentes renovables llegue a ser competitiva con las centrales de gas de ciclo combinado y a precios menores que las tarifas industriales de referencia.

Figura 5.6: Competitividad de las ER en México.



### Una advertencia, los bio-energéticos

La Ley de la Industria Eléctrica contempla a los bio-energéticos como Energías Limpias. Tal clasificación puede ser riesgosa porque existen serias dudas sobre el desempeño energético e impacto ecológico de los bio-energéticos derivados o asociados a la agricultura. Para admitir a una fuente determinada dentro del grupo de las Energías Limpias es necesario hacerla pasar por el tamiz de diversos criterios:

- Retorno energético (Rentabilidad Energética de la Inversión), que en su expresión más expedita es el cociente entre la energía consumida o invertida y la energía producida.
- Calidad de la energía producida, es decir, su densidad por unidad de masa o de volumen.

- Densidad energética territorial y apropiación de la Productividad Primaria Neta del territorio.
- Impacto en la biodiversidad.
- Balance neto de carbono o de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Emisiones contaminantes del aire.
- Uso del agua.
- Otros impactos ambientales (fertilizantes, plaguicidas, contaminación de suelos y acuíferos).

En todos ellos, los bio-energéticos agrícolas o derivados de plantaciones pueden estar en desventaja frente a los combustibles fósiles. Los combustibles fósiles ofrecen un elevado retorno energético, y también una alta calidad. El balance energético o rentabilidad energética de los bio-energéticos es positiva gracias a la fotosíntesis, por lo que son en lo habitual energéticamente rentables, aunque casi siempre menos que los combustibles fósiles. El retorno energético de los combustibles fósiles es en promedio mayor a 5, y su densidad energética de alrededor de 25 megajulios (MJ) por litro<sup>39,40,41,42</sup> mucho mayor que la de cualquier bio-energético. Desde esta perspectiva de rentabilidad y densidad energética, no hay racionalidad en sustituir a los combustibles fósiles con bio-energéticos.

Los combustibles fósiles son resultado de fotosíntesis ocurrida y de energía geológica acumulada a lo largo de cientos de millones de años. En cierto sentido, los bioenergéticos implican volver a épocas anteriores al siglo XVIII cuando el suministro energético primario de la humanidad consistía fundamentalmente en biomasa generada por la fotosíntesis en tiempo real.

<sup>39</sup> Hagens, Nathan; Mulder, Kenneth: "Framework for Energy Alternatives: net Energy, Liebig's Law and Multicriteria Analysis", en: David Pimentel (ed.), *Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems*, Springer 2010.

<sup>40</sup> Energy Trends Insiders: *Energy Balance For The Ethanol Better Than For Gasoline*, disponible en: <http://www.energytrendsinsider.com/2006/04/08/energy-balance-for-ethanol-better-than-for-gasoline/> 18.02.2015.

<sup>41</sup> García, Carlos: *Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions and Energy Balances of Sugarcane Etanol Production in Mexico*, Appl Energy 2011.

<sup>42</sup> Macedoa, Isaias; Seabrab, Joaquim; Silvac João: *Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020*, Brasil 2005.



Esto llama ahora a profundas preocupaciones, en el contexto de un aumento exponencial en la población y en la demanda de alimentos, de necesidades cada vez más imperiosas de conservación de ecosistemas naturales, y de retener y acumular carbono en la biomasa para mitigar el cambio climático. Es decir, los bio-energéticos implican una competencia crecientemente intensa por la Productividad Primaria Neta de la tierra (PPN).

Toda opción energética debe valorarse en términos de su densidad territorial o de su apropiación directa o indirecta de la PPN. Es aceptable afirmar que entre los atributos de racionalidad ecológica más destacados de una fuente de energía se encuentra su densidad territorial. Ésta, para los combustibles fósiles varía entre 100 y 1,000 watt sobre metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>), mientras que para los bio-energéticos es menor a un W/m<sup>2</sup>. Dicho de otra forma, la producción de bio-energéticos involucra una extensión territorial mucho mayor (o una apropiación mucho mayor de PPN) para producir una cantidad de energía equivalente<sup>43</sup>. La baja densidad territorial de los bio-energéticos presupone impactos directos e indirectos muy considerables sobre la biodiversidad y el paisaje, desde luego mayores que los atribuibles a los combustibles fósiles. Independientemente, dado que se trata de plantaciones agroindustriales, el uso de plaguicidas y fertilizantes, y la explotación de recursos hídricos escasos para su irrigación, también introduce cuestionamientos severos a la sustentabilidad de los bio-energéticos.

Las emisiones netas de carbono a lo largo del ciclo de vida de los bio-energéticos agrícolas dependen del balance obtenido a partir de las condiciones ecológicas de cultivo y a lo largo de cada una de las etapas y modalidades de producción. Tomando en cuenta todos estos factores, los bio-energéticos no registran un balance de carbono más favorable que los combustibles fósiles si se incluye en la contabilidad al carbono desplazado de la vegetación pre-existente a las plantaciones (Deuda de Carbono).

### **Otra advertencia, el gas natural**

La Ley de la Industria Eléctrica incluye entre las Energías Limpias a “Tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales”. Sin saber cuáles son esos estándares internacionales, parecería clara la intención de reconocer también al gas natural como Energía Limpia. Sería un contrasentido. Esto, dado que las emisiones de CO<sub>2</sub> de la generación eléctrica con gas natural son de aproximadamente 500 kg por MWh, poco más de la mitad que las asociadas al combustóleo y al carbón. Tal cosa no las hace limpias; menos, si consideramos las emisiones fugitivas de metano y el venteo a lo largo de toda la cadena de producción de gas natural, así como en la combustión incompleta. No olvidemos que el metano tiene un Potencial de Efecto Invernadero 23 veces superior al propio CO<sub>2</sub>. Adicionalmente, la combustión de gas natural produce contaminantes atmosféricos muy relevantes en el contexto de los problemas de calidad del aire en las grandes urbes. Tal es el caso de los Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) precursores del ozono y de otros contaminantes fotoquímicos.

<sup>43</sup> Hagens, Nathan; Mulder Kenneth: “Framework for Energy Alternatives: net Energy, Liebig’s Law and Multicriteria Analysis”, en: Pimentel (ed), Springer 2010. Op. cit.

## Bibliografía

- García, Carlos:** *Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions and Energy Balances of Sugarcane Ethanol Production in Mexico*. Appl Energy (2011), Alemania 2010.
- Hagens, Nathan; Mulder, Kenneth:** “Framework for Energy Alternatives: net Energy, Liebig’s Law and Multicriteria Analysis”, en: David Pimentel (ed.), *Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems*, Springer 2010.
- Lawrence Berkeley National Laboratory:** *Utility-Scale Solar 2012. An Empirical Analysis of the Project Cost - Performance and Pricing Trends in the United States*, EUA 2013.
- Macedoa, Isaias; Seabrab, Joaquim; Silvac João:** *Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020*, Brasil 2005.

## Direcciones de internet

- California Public Utilities Commission/Energy:** *California Renewables Portfolio Standard (RPS)*, disponible en: [www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables](http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables), 15.12.2014.
- Energy Trends Insider:** *Energy Balance for Ethanol Better than for Gasoline*, disponible en: <http://www.energytrendsinsider.com/2006/04/08/energy-balance-for-ethanol-better-than-for-gasoline>, 15.12.2015.
- The Texas Renewable Energy Industry 2014:** *Office of the Governor*, disponible en: [www.TexasWideOpenForBusiness.com](http://www.TexasWideOpenForBusiness.com), 15.12.2015.

## Gráficas y Tablas

- Asociación Mexicana de Energía Eólica, AMDEE,** <http://www.amdee.org/>
- Instituto Mexicano para la Competitividad, IMCO,** <http://imco.org.mx/home/>
- Lawrence Berkeley National Laboratory,** <http://www.lbl.gov/>
- Pricewaterhousecoopers, PwC,** <http://www.pwc.com/mx/es/>
- Secretaría de Energía, SENER** <http://www.energia.gob.mx/>

# HOJA DE RUTA PARA LA META DE ENERGÍAS “LIMPIAS” EN MÉXICO

DANIEL CHACÓN ANAYA  
CONSULTOR

## Introducción

En este capítulo revisaremos la factibilidad de establecer metas vinculantes para incorporar Energías Renovables, más otras fuentes que constituyan un género de “energías limpias”, en la matriz de electricidad del país. La recientemente aprobada reforma energética, sus leyes secundarias y reglamentos muestran una cierta reticencia al establecimiento de una hoja de ruta clara, con metas intermedias que le den certeza al panorama futuro de las energías renovables en nuestro país. Las metas establecidas en las hasta ahora vigentes Ley del Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) y la Ley General de Cambio Climático (LGCC) tienen la desventaja de que los propios ordenamientos que les dieron origen carecen de la solidez jurídica que garantice su logro, particularmente porque no señalan una ruta clara para llegar a dichas metas.

La ausencia de dichas obligaciones y sus mecanismos de cumplimiento plasmados en un instrumento jurídico eficaz, y la falta de una hoja de ruta con metas intermedias, han sido factores que están impidiendo que nuestro país atienda tres aspectos fundamentales de la transición energética: a) mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes; b) diversificar la matriz de generación de electricidad para darle seguridad al suministro tanto de manera física como ante los vaivenes de la geopolítica de los hidrocarburos; y c) descentralizar y democratizar la generación de energía eléctrica.

Desgraciadamente existe poco espacio y tiempo para acomodar la cantidad de energías limpias que se necesita para lograr la meta establecida por las leyes mencionadas y por compromisos internacionales. En un país con una cobertura del 97% el único espacio disponible para las nuevas energías es el crecimiento natural que ocurra del presente hasta el 2024. Cualquier dilación en establecer una ruta firme hará que ese espacio sea ocupado por la generación

fósil dejando a México en el incumplimiento de sus obligaciones legales y morales para hacer su parte en la solución del problema del calentamiento global.

### El esquema de las metas vinculantes y su comparación con otros países

El acelerado incremento en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, que en 2012 alcanzó por primera vez las 400 partes por millón, impone un sentido de urgencia a la adopción de medidas efectivas de mitigación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) por parte de todos los países.

En el plano global, la comunidad internacional está constantemente buscando acuerdos que permitan avanzar en la aplicación de medidas de mitigación que sean adoptadas por todos los países, particularmente por aquellos que son los mayores emisores de GEI. Estas negociaciones son lideradas por las Naciones Unidas a través de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Hasta ahora, el éxito de estas negociaciones ha sido muy limitado pero se tiene la esperanza de que se puedan lograr acuerdos parciales en el mediano plazo. En forma paralela a las negociaciones de la CMNUCC existen otras iniciativas que se enfocan en sectores específicos; tal es el caso del sector de generación de energía donde se tienen varias organizaciones que buscan fomentar acciones de mitigación en ese sector.

La revisión de las fuentes de emisión de GEI en el mundo y, en promedio, en la mayoría de los países, señala como uno de los principales causantes de emisiones a la generación y al consumo de energéticos. En el caso específico de la producción de electricidad mediante combustibles fósiles, esta actividad es responsable por aproximadamente el 26% de las emisiones de GEI a nivel mundial<sup>44</sup>. La naturaleza del sector eléctrico que utiliza combustibles fósiles, especialmente su relativa uniformidad, lo hace uno de los sectores donde se puede incidir con menor grado de dificultad para lograr una mitigación efectiva. Con este fin, numerosos países han establecido objetivos obligatorios de incorporación de energías renovables en su matriz energética, tanto a nivel

nacional como subnacional.

La Unión Europea tiene la meta obligatoria de 20% de energía renovable en el consumo energético final al año 2020. En un documento emitido el 27 de marzo de 2013<sup>45</sup>, se reconoce el progreso a tiempo de 18 de los 20 estados miembros. Además, cada país, por su cuenta ha establecido metas obligatorias propias más ambiciosas que la meta comunitaria. Por ejemplo, Alemania tiene el objetivo de lograr el 35% de renovables para 2020, el 50% al 2030, el 65% al 2040 y el 80% al 2050. Italia tiene la meta de 26.4% para 2020; Francia fijó 27% en 2020; Portugal 31% en 2020.

En el caso de EUA, la mayoría de los estados han fijado metas obligatorias de capacidad renovable, algunos las tienen voluntarias y muy pocos aun no cuentan con metas. California tiene la meta de 33% al 2020 con metas intermedias de 20% al 2013 (ya cumplida), y 25% al 2016. En Texas se fijó una meta de 10 gigavatios (GW) de capacidad renovable para 2025 que fue alcanzada en 2010, es decir, 15 años antes de su plazo. Nuevo México se propone alcanzar 20% para 2020. Arizona tiene la meta de 15% para 2025. Colorado estableció 30% para 2020. Nevada 25% para 2025<sup>46</sup>. En la tabla 6.2, al final de este documento, se listan las metas de 29 estados norteamericanos más el Distrito de Columbia.

Puede verse entonces que muchos gobiernos nacionales y subnacionales han establecido metas obligatorias para incorporar las energías renovables en sus matrices energéticas. El establecimiento de metas y mecanismos de cumplimiento es una práctica que se está convirtiendo en global. La globalización de las metas elimina el argumento que dice que tener metas obligatorias en México afecta la competitividad del país frente a sus socios comerciales. Por el contrario, no es remoto que en un futuro se pueda considerar que un país que no tiene metas obligatorias de renovables está actuando con ventaja ilegítima frente a países que sí las tienen.

<sup>44</sup> EPA: *Global Greenhouse Gas Emissions Data*, disponible en: <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html>, 18.02.2015.

<sup>45</sup> Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: *Renewable Energy Progress Report*, disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0175&from=EN>, 18.02.2015.

<sup>46</sup> Database of State Incentives for Renewables & Efficiency: *New Mexico Incentives/Policies for Renewables & Efficiency*, disponible en: [http://www.dsireusa.org/incentives/incentive.cfm?Incentive\\_Code=NM05R](http://www.dsireusa.org/incentives/incentive.cfm?Incentive_Code=NM05R), 18.02.2015.



Existen varios mecanismos que permiten a un gobierno nacional o subnacional establecer y hacer cumplir objetivos de energías renovables. Una breve descripción de estos mecanismos se encuentra en el apéndice, al final de este capítulo.

### **Antecedentes de la legislación en materia de renovables y de la meta del 35% al 2024**

La breve historia de las leyes sobre energías renovables en nuestro país se inicia el 5 de octubre de 2004 cuando un grupo de legisladoras del Partido Verde Ecologista de México propuso una serie de modificaciones a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica para crear un “precio verde” que estimularía la instalación de fuentes de energía renovable<sup>47</sup>.

El 19 de abril de 2005 el entonces diputado Cuauhtémoc Ochoa Fernández del Partido Verde, ahora subsecretario de SEMARNAT, propone la denominada “Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía”. Esta propuesta incluía un sobreprecio en la facturación eléctrica para quienes quisieran ayudar al medioambiente consumiendo energía renovable, así como provisiones en materia de despacho, generación distribuida, hasta 6 fondos específicos, y la meta de lograr en 2012 un 8% de penetración de renovables sin considerar las grandes hidroeléctricas. La mayor parte de estas disposiciones volvieron a aparecer en una propuesta posterior. Esta ley fue aprobada por la Cámara de Diputados con 222 votos a favor, 100 en contra y 11 abstenciones. Sin embargo, el Senado la dejó en suspenso por los siguientes tres años.

En 2008, la administración federal panista trató de impulsar una reforma energética parecida a la actual que no fue apoyada por el resto de los partidos. Este intento provocó cierto revuelo legislativo parecido al provocado por la reforma energética actual, pero en una escala menor. En ese tiempo aparecieron una serie de leyes sobre la estructura y operación del sector petrolero así como un par de leyes en el campo de renovables y de eficiencia energética.

En efecto, el 23 de julio de 2008 la fracción del PRI en el Congreso presentó un paquete de iniciativas en materia energética que incluía la propuesta para

una llamada “Ley para el Financiamiento de la Transición Energética” que constaba de sólo 6 artículos referidos casi exclusivamente a lo que ahora se conoce como el Fondo Nacional para la Transición Energética.

El 13 de agosto de 2008 el Senador Arturo Escobar y Vega a nombre de la fracción del Partido Verde Ecologista de México presentó una iniciativa con proyecto de decreto para expedir la “Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables”. Esta propuesta de ley contenía 28 artículos y retomó varios de los postulados de la propuesta fallida de 2005. La definición de energías renovables que se plantea en esta ley también tiene su base en la propuesta de 2005 aunque con modificaciones que la mejoraron.

El 21 de octubre de 2008, las Comisiones Unidas de Energía y Estudios Legislativos emitieron un dictamen que fusionaba ambas iniciativas para dar origen a la conocida “Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética” (LAERFTE).

La LAERFTE se promulga el 28 de noviembre de 2008 con una treintena de artículos y una definición de energías renovables que puede considerarse muy acertada. En su esquema original, esa ley hace referencia a la necesidad de fijar metas indicativas para la incorporación creciente de renovables en la matriz eléctrica del país, pero deja la determinación de dichas metas en manos de la Secretaría de Energía a través de instrumentos de planeación secundarios.

Pasaron los años y las metas no se aparecieron, hasta que el 11 de junio de 2011 ante la falta de dichas metas, el Congreso emite un decreto de reforma de la LAERFTE promovido por el entonces diputado Juan José Guerra Abud, del Partido Verde Ecologista de México, y ahora Secretario de SEMARNAT, donde se trata de subsanar la falta de metas específicas. En uno de los transitorios se mandata la meta de 65% máximo de energía procedente de fuentes fósiles para el 2024 así como metas para años posteriores. La reforma también mandata la inclusión de las externalidades en las consideraciones financieras de las energías fósiles. Con esta misma intención, en el mismo acto legislativo se reforma también la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica para adecuarla a la LAERFTE en el tema de externalidades.

<sup>47</sup> Gaceta Parlamentaria de la Cámara de Diputados: *Dictámenes presentados en el primer periodo ordinario del tercer año de la LIX Legislatura*, disponible en: [http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/Dictámenes/59/gp59\\_a3primero.html](http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/Dictámenes/59/gp59_a3primero.html), 18.02.2015.

En todas las exposiciones de motivos de las iniciativas relatadas arriba se repiten los mismos argumentos: a) la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles; b) los graves problemas ambientales causados por dicha dependencia; c) la necesidad de incorporar el país a la modernidad de las energías renovables; d) el aprovechamiento de los enormes recursos renovables del país; y e) la estabilidad financiera de las energías renovables. También hay coincidencia en todas las iniciativas en cuanto a la definición de energías renovables y en cuanto a la exclusión de las grandes hidroeléctricas de dicha definición. También la mayoría de las propuestas excluyen a la nuclear de su competencia, excepto la iniciativa del PRI donde se propuso la creación de los fondos ya mencionados.

En el dictamen del decreto de reforma de la LAERFTE de 2011 se establece que el objetivo de la iniciativa es “aumentar la participación de las energías renovables en la generación de electricidad, reduciendo el consumo de combustibles fósiles”<sup>48</sup>. Este objetivo se trata de concretar mediante el Transitorio Segundo del decreto de reforma que a la letra dice:

[...] Para efectos de la fracción III del artículo 11 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, la Secretaría de Energía fijará como meta una participación máxima de 65% de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica para el año 2024, del 60% en el 2035 y del 50% en el 2050 [...] <sup>49</sup>.

La determinación de la fecha del 2024 para la primera meta parece estar influenciada por el ritmo de los periodos presidenciales pero también se alinea con los tiempos especificados en leyes similares de otros países. En cuanto a la justificación para determinar que el 65% sería el límite de las energías fósiles en esa fecha, es posible que no exista un documento que contenga los argumentos para considerar esa cantidad.

<sup>48</sup> Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión: *Dictamen de la Comisión de Energía, respecto a la minuta con proyecto de decreto por el que se reforman los artículos 3, fracción III; 10; 11, fracción III; 14 y 26, todos de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y el artículo 36 e la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica*, disponible en: <http://www3.diputados.gob.mx/index.php/camara/content/view/full/238046>, 18.02.2015.

<sup>49</sup> Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión: *Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*, disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf>, 18.02.2015.

Ante la falta de más información, queda por ver si el 65% es una cifra razonable o no. Un análisis rápido de las metas de otros gobiernos nacionales y subnacionales nos indica que una penetración de renovables del 35% de la generación de energía de fuentes no fósiles estaría en el rango alto de los valores usuales a nivel mundial. Sin embargo, un análisis más detallado de la realidad energética del país nos muestra que el porcentaje real de renovables a incrementarse para 2024 es menor al 35%. En efecto, descontando la energía renovable y la hidráulica de gran escala pre-existentes al decreto de reforma de la LAERFTE, al país sólo le faltaría alrededor de 17% de generación nueva en términos de la definición de renovables establecida por la propia LAERFTE, es decir, energía solar, de viento, geotérmica, maremotriz, bioenergía y minihidráulica. El 17% faltante está dentro de los valores comunes en muchos países y regiones. También ese es un valor que es factible en términos financieros y técnicos como será descrito adelante. En el apéndice de este capítulo se muestra una tabla con las metas de 29 estados de la Unión Americana más el Distrito Columbia.

En noviembre de 2012 se emite una ley atendiendo el tema de cambio climático, la llamada “Ley General de Cambio Climático” (LGCC) que también incluye una meta de mitigación de las emisiones causadas por las energías fósiles. Esta meta se deriva de la LAERFTE y se expresa en términos de un porcentaje de 35% de “energías limpias” para 2024. Sin embargo, la LGCC no define el término de “energías limpias” provocando con ello una confusión que no ha terminado de dilucidarse. La meta establecida en la LGCC tiene como fuente y razón de ser la meta de la LAERFTE que es enteramente vigente al momento de promulgarse la primera. Esta vinculación obliga a considerar el término de “energías limpias” de la LGCC bajo el espíritu de la LAERFTE. En el segundo capítulo de este documento se hace un análisis sobre esta confusión de términos.

En las siguientes páginas de este capítulo se utiliza el término “limpia” entrecomillado para referirse a una categoría de energía que requiere definirse de manera sustentable. En el Capítulo 2 se aborda una definición congruente con la lógica, la semántica y la exégesis.

### Crecimiento actual de las renovables bajo la LAERFTE y la LGCC

La LAERFTE fue promulgada en noviembre de 2008 y modificada en varias ocasiones posteriores, siendo la modificación mayor en 2011. Por su lado, la LGCC fue promulgada en 2012. Durante todo ese tiempo, contra lo que pudiera esperarse, el avance de las energías renovables ha sido sumamente lento, tal como se muestra en la tabla 6.1. Puede observarse que la generación mediante fuentes renovables ha tenido un ritmo de desarrollo poco promisorio en términos del logro de las metas establecidas en las dos leyes mencionadas.

Tabla 6.1: Generación bruta y capacidad instalada de renovables por tecnología.

	2008 % (1)		2012 % (1)		2013 % (2)	
Tecnología	Generación	Capac.	Generación	Capac.	Generación	Capac.
Eólica	0.09	0.15	1.29	2.09	0.69	1.13
Mini-hidro	0.64	0.65	0.63	0.72	-	-
Geotérmica	2.86	1.66	1.94	1.30	2.33	1.53
Biomasa	0.33	0.86	0.37	0.93	-	-
Solar	-	-	-	-	0.01	0.01
Fotovoltaica	-	-	-	-	-	-
Total	3.9	3.3	4.22	5.04	3.03	2.67

(1) Informe sobre la participación de las energías renovables en la generación de electricidad en México al 31 de diciembre de 2012; SENER; junio 2013

(2) Informe sobre la participación de las energías renovables en la generación de electricidad en México al 30 de junio de 2013; SENER; diciembre 2013

Fuente: Daniel Chacón A., con datos de SENER.

Las causas de un desarrollo tan lento son variadas y se pueden agrupar en varias categorías.

- En la categoría del marco legal, se puede decir que la LAERFTE es una ley muy genérica carente de prescripciones precisas, de una hoja de ruta para las metas de renovables y de mecanismos que aseguren el cumplimiento de la meta introducida en 2011. Su reglamento tiene las mismas debilidades. Lo mismo puede decirse de la LGCC.
- En el género de infraestructura no se cuenta con redes suficientes para interconectar proyectos en la mayoría de las zonas productoras de energía renovable.
- En la clasificación de financiamiento, no existen señales claras a los inversionistas por parte de la administración federal en este tema; los entes financieros nacionales carecen de conocimiento y por tanto no apoyan esta clase de proyectos.

- En el estatus de barreras institucionales, se le ha dado mayor prioridad a la generación mediante ciclo combinado con gas. Los diversos ejercicios presupuestales conocidos como Programa de Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) nunca reflejaron las metas de renovables evidenciando poco interés en impulsarlas.
- En la Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2027<sup>50</sup> se establece explícitamente que “ante la meta de alcanzar una participación de renovables del 35%, surgen las interrogantes de la viabilidad de conseguir tal objetivo para los años proyectados.”

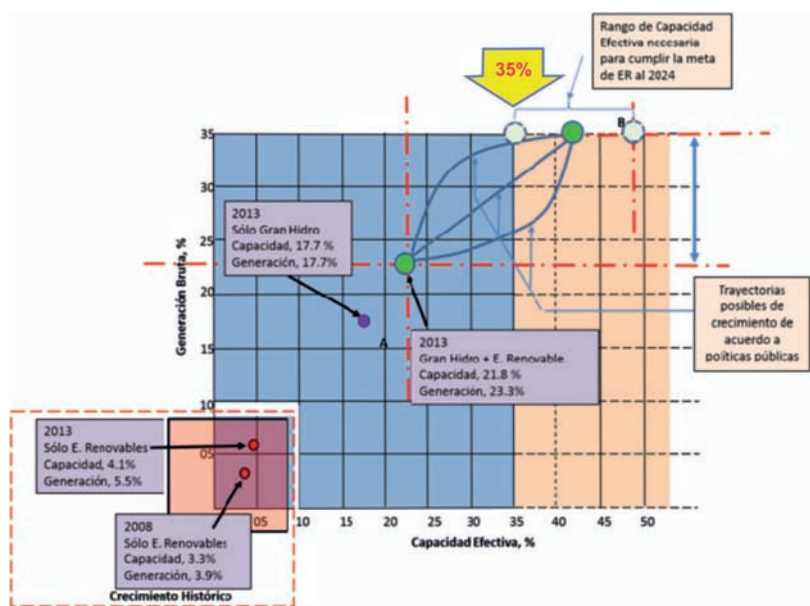
La figura 6.1 muestra de manera gráfica el avance de las renovables y la distancia hacia la meta del 35%.

En la esquina inferior izquierda se pueden observar dos puntos rojos que representan el crecimiento de las energías que la LAERFTE define como renovables durante 5 años, entre 2008 y 2013. Hacia el centro de la gráfica un punto púrpura pequeño indica el porcentaje de la hidráulica de gran escala. No lejos, el punto verde grande muestra la situación de la suma de renovables y la hidroeléctrica de gran escala. En el extremo superior derecho de la gráfica se indican dos puntos en color claro, y sobre uno de ellos se encuentra la meta de 35%. Si tomamos en cuenta el diferencial de crecimiento tan pequeño del extremo inferior izquierdo, puede advertirse que a ese ritmo, alcanzar la meta a partir del punto verde central de la gráfica durante los próximos diez años será poco menos que imposible si no se adoptan políticas públicas decisivas hacia este fin.

<sup>50</sup> SENER: *Prospectiva del Sector Eléctrico 2013 - 2027*, México 2013, p.178. Disponible en: [http://sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2013/Prospectiva\\_del\\_Sector\\_Electrico\\_2013-2027.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Prospectiva_del_Sector_Electrico_2013-2027.pdf), 18.02.2015.



Figura 6.1: Avance de las Energías Renovables entre 2008 y 2013 y su relación con la Meta País.



Fuente: Daniel Chacón A., con datos de SENER.

## Hoja de ruta para el 35% al 2024

La capacidad instalada de la industria eléctrica nacional tiene, al primer semestre de 2013, una estructura con los siguientes porcentajes en cuanto a fuentes de energía: fósil, 72.85%; nuclear, 2.65%; hidroeléctrica, 21.79%; eólica, 1.12%; geotérmica, 1.56%; solar FV, 0.01%. La generación bruta tiene la siguiente estructura porcentual: fósil, 85.08%; nuclear, 4.69%; hidroeléctrica, 7.20%; geotérmica, 2.33%; solar PV, 0.01%<sup>51</sup>.

Se reporta que a 2012, la capacidad total del servicio público de energía y de productores independientes es del orden de 53.1 GW. En cuanto a la capacidad

de la parte fósil de la producción de electricidad, los porcentajes reportados de 2012 con respecto a la capacidad total, son los siguientes: carbón, 6.2%; combustóleo, 22.4%; ciclo combinado 33.9%; turbogás, 5.6%; otros, 4.5%<sup>52</sup>.

Con respecto a Gases de Efecto Invernadero, la generación de electricidad mediante fuentes de energía fósiles emite del orden de 115.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes por año constituyendo el 22.9% de emisiones de GEI del país. Esta emisión tiene una tasa de crecimiento de 2.8% anual<sup>53</sup>.

El crecimiento de la demanda de electricidad ha sido estimado en 3.9% anual, lo que significa que para 2024 se necesitará la generación de un poco más de 120 teravatios por hora por año (TWh/año) adicionales con respecto al 2016. Esto representa del orden de un 42% por encima de la generación reportada a 2012.

El poco avance de instalación de fuentes renovables entre 2008 y el presente debido a los obstáculos que se mencionaron antes, ocasionó que se perdiera un tiempo valioso provocando que el crecimiento de la demanda entre 2014 y 2024 tenga que satisfacerse mediante energías “limpias” en un porcentaje importante.

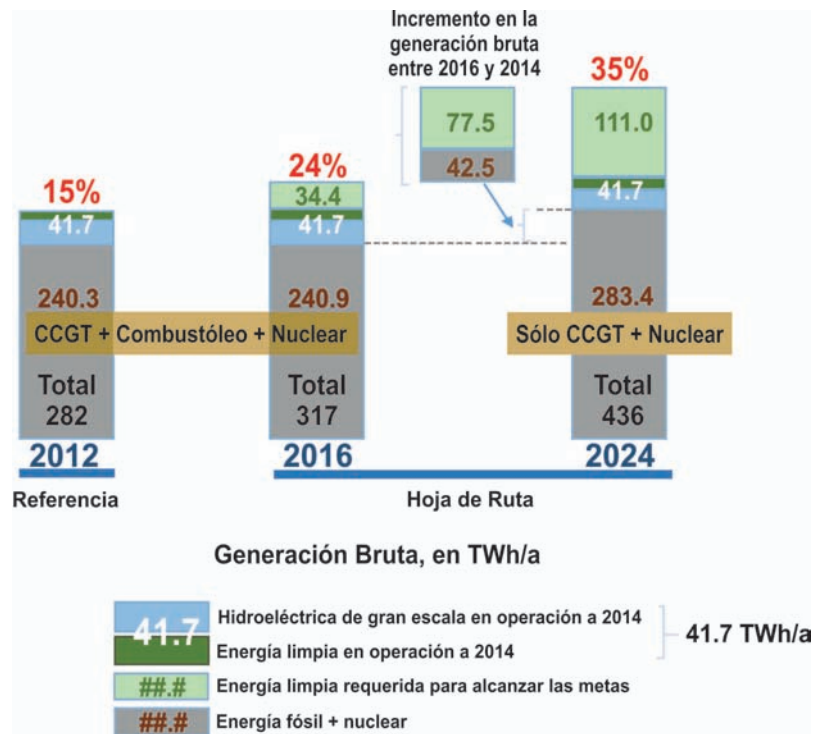
La siguiente figura muestra la composición de la matriz energética esperada para 2024 cumpliendo la meta de un 35% de generación procedente de fuentes definidas como “limpias”, sin incluir la nuclear ni la incineración de residuos. La hidroeléctrica de gran escala solamente se toma en cuenta para la contabilidad inicial del porcentaje de energías “limpias” bajo la premisa de que los impactos ambientales y la generación de metano y otros gases GEI de las hidros actuales ya ocurrieron y han sido asimilados de alguna manera. No se considera “limpia” la hidroeléctrica de gran escala posterior a 2014. La barra de la izquierda presenta la situación de la generación en 2012 y sirve como referencia para el contexto de las siguientes barras. La barra de 2016 sería el primer año de una hoja de ruta con un porcentaje a lograr de 24% de generación “limpia”. La última barra a la derecha representa la composición de la matriz eléctrica en 2024.

<sup>51</sup> SENER: Informe sobre la participación de las energías renovables en la generación de electricidad en México al 30 de junio de 2013, México 2013.

<sup>52</sup> SENER: Prospectiva del Sector Eléctrico 2013 - 2027, disponible en: [http://sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2013/Prospectiva\\_del\\_Sector\\_Electrico\\_2013-2027.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Prospectiva_del_Sector_Electrico_2013-2027.pdf), 18.02.2015.

<sup>53</sup> INECC: Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, disponible en: [http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_public=685](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_public=685), 18.02.2015.

Figura 6.2: Composición de la matriz energética en 2012, 2016 y 2024.



Fuente: Daniel Chacón A., con datos de SENER y PwC.

La figura 6.2 se basa en las cifras de generación de 2012. Debido a que la generación puede variar año con año, las barras y las estimaciones que se hacen en los siguientes párrafos pudieran sufrir ajustes relativamente menores.

- En 2012, la suma de la generación de la hidroeléctrica de gran escala y las renovables existentes fue de 41.7 TWh/año. Esta cifra se reproduce en las otras barras como una línea base. El crecimiento efectivo de la generación con energías “limpias” se representa con las porciones verdes de las barras de 2016 y 2024.

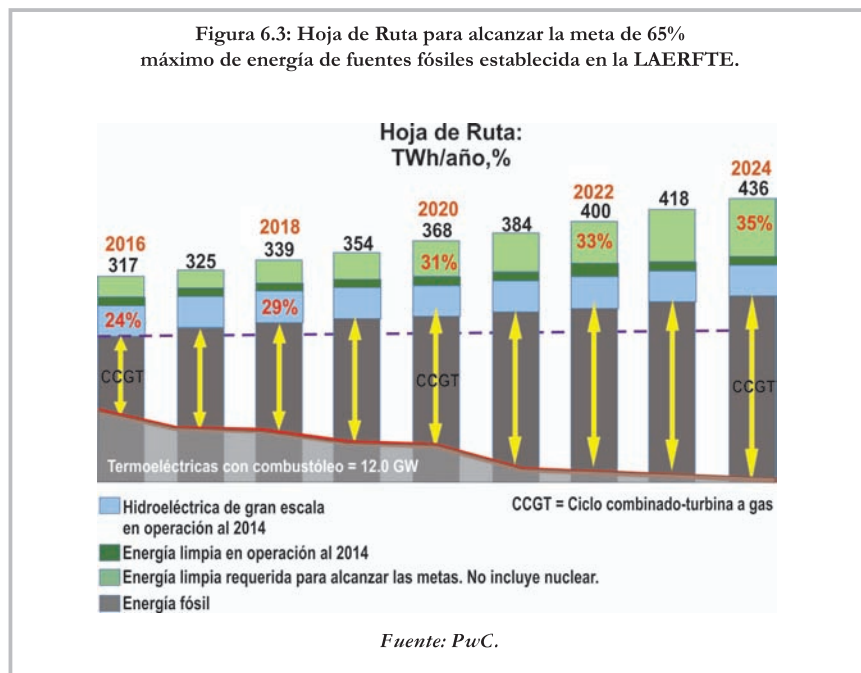
- Puede verse en la barra de la extrema derecha que el crecimiento de la generación bruta para satisfacer la demanda es de 120 TWh/año entre el 2016 y el 2024 y se compone de 110 TWh/año de energía “limpia”, 41.7 TWh/año de energía “limpia” pre-existente y 42.5 TWh/año de energía fósil nueva mayormente a partir de gas natural en plantas de ciclo combinado.

El crecimiento de la generación con gas natural alcanza niveles importantes en este esquema como se describe en los siguientes párrafos:

- Se parte de una capacidad instalada de plantas de ciclo combinado de 18 GW en 2012, que tienen una generación de electricidad del orden de 126 TWh/año con un factor de planta de 80%.
- Si se considera que el gas natural debe ser un combustible de transición, siendo su función principal sustituir la quema de combustóleo al 2024, se puede considerar que el gas puede generar otros 68 TWh/año. Esta cantidad resulta de la sustitución de las termoeléctricas convencionales a base de combustóleo que a la fecha suman 12 GW de capacidad y tienen un factor de planta aproximado de 65%.
- Adicionalmente, el propio crecimiento natural de la demanda agrega 42.5 TWh/año a la generación con gas como se muestra en la figura 6.2.
- La generación adicional que se requiere a partir de plantas de ciclo combinado con turbina de gas sería del orden de 110.5 TWh/año para 2024, dando una contribución total con gas del orden de 236 TWh/año.
- En términos porcentuales, el crecimiento de la generación de ciclo combinado con gas entre 2012 y 2024 pudiera resultar del orden de 87%, casi el doble.

La generación bruta proyectada para el 2024 se estima del orden de 436 TWh/año. A la suma de las energías “limpias” y del gas natural descrita arriba, se le agregan 50 TWh/año de otras fuentes que incluyen la nuclear actual, las carboeléctricas, las turbogás, la combustión interna y la denominada “dual”.

En la figura 6.3 se muestra el panorama completo de una hoja de ruta para llegar al 35% en 2024 a través de 4 etapas intermedias correspondientes a los años 2016, 2018, 2020 y 2022.



Cada etapa tiene el porcentaje que requiere hacerse obligatorio para los suministradores y que es necesario que se encuentre contenido en una legislación con suficiente jerarquía para hacerlos jurídicamente eficaces, tal como es el modelo internacional vigente en muchos países con metas obligatorias.

La etapa de 2016 sería voluntaria a manera de plan piloto o período de gracia con el fin de tomar dicha etapa como experiencia para hacer los ajustes necesarios a la hoja de ruta y a los procedimientos asociados, particularmente al mercado de certificados de energías limpias (CELs).

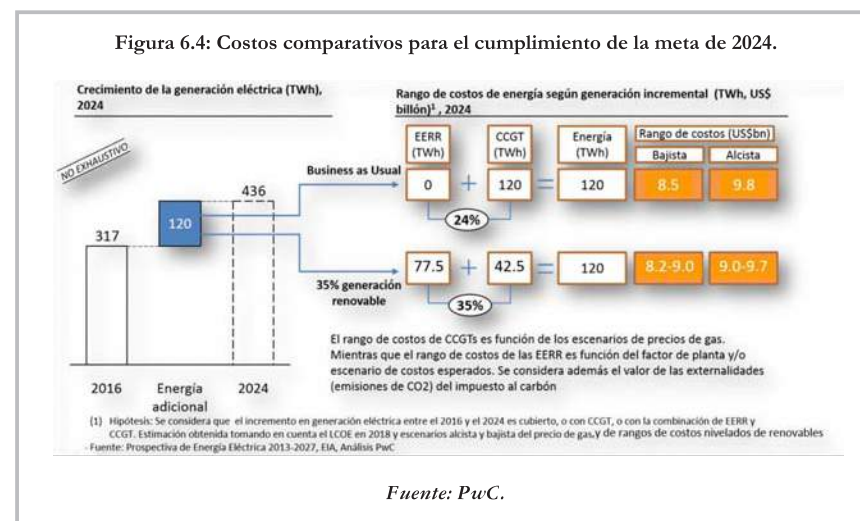
Las dos figuras anteriores muestran evidentemente que las plantas de ciclo combinado tienen un papel muy importante en la transición energética y que las energías “limpias” no son una amenaza para su permanencia y crecimiento.

Las flechas amarillas en cada barra representan la porción que pudiera ocupar el gas natural en el caso de que sustituyera a las otras fuentes más contaminantes siguiendo el rol de ser un combustible de transición.

La figura 6.3 contiene entonces un programa para el crecimiento de las renovables, el crecimiento del gas natural como combustible de transición y el decrecimiento del combustóleo como fuente para la generación de electricidad.

### Costo del cumplimiento de las metas y su financiamiento

La figura 6.4 elaborado por PwC muestra el costo del incremento en la generación que se debe asumir para satisfacer el crecimiento de la demanda entre 2016 y 2024. El costo se expresa en miles de millones de dólares (billones norteamericanos).



Puede observarse que el crecimiento requerido de 120 TWh/año, del que ya hemos hablado en páginas anteriores, tiene un costo aproximado entre 8.5 y 9.8 billones de dólares si se hace con ciclo combinado a gas en un escenario denominado *business as usual*. En comparación, el costo del incremento mediante la generación de una combinación de 77.5 TWh/año con energías “limpias” y 42.5 TWh/año con gas natural resulta en un rango entre 8.2 y 9.7 billones de dólares. Esta comparación nos lleva a concluir que las metas



son alcanzables sin sacrificios financieros ni fiscales y que su cumplimiento no descarta el uso del gas como combustible de transición.

El crecimiento de la oferta eléctrica con su porción también creciente de energías “limpias” es un proceso que es factible de realizarse porque se adapta a las necesidades del país sin requerir medidas radicales. Aun cuando la flotilla de plantas de combustóleo sería puesta fuera de operación a lo largo de los próximos diez años, ello no constituye una medida radical, ya que dichas plantas son muy viejas y se encuentran al final de su vida útil, con el agravante de que están quemando un derivado del petróleo que pudiera tener usos más ventajosos dado el alto precio de dicho recurso no renovable. Otro agravante más importante aún, es el fuerte impacto a la salud y al ambiente que sufren las comunidades a nivel local por la operación de dichas plantas, literalmente humeantes.

El crecimiento de las renovables hacia el cumplimiento de las metas es un proceso que tampoco requiere recursos extraordinarios fuera de los necesarios para satisfacer el crecimiento de la demanda natural de electricidad del país. En efecto, los costos nivelados actuales para las fuentes de energía eólica, geotérmica, minihidráulica y bioenergética son competitivos a la par de los propios costos nivelados de las instalaciones de ciclo combinado, aun en un ambiente de precios bajos de gas. Además, conforme se acerque la fecha de 2024, la tecnología solar va a resultar igualmente competitiva, por lo que no habría que realizar ningún sacrificio para incorporar las renovables a la matriz energética del país.

Finalmente, se hacen algunas consideraciones sobre el financiamiento. Ante la paridad de los costos nivelados entre el ciclo combinado y las renovables, particularmente la eólica en el presente y el resto antes para 2020, las fuentes de financiamiento para el logro de las metas deberían ser exactamente las mismas que atenderían el crecimiento natural de la oferta de electricidad del país en los próximos años. Alguien podría alegar que a las inversiones directas en las instalaciones de renovables habría que añadirle la prolongación de la red de transmisión en las zonas productoras del recurso renovable. Esta afirmación es cierta, como igualmente cierta es la necesidad de incrementar la capacidad de la red para desahogar la producción de cualquier planta nueva

de ciclo combinado.

Una comparación justa debe considerar, además, en el caso del ciclo combinado, la consideración de las cuantiosas inversiones que deben destinarse para la conducción del gas a los sitios donde se instalarán esos ciclos combinados.

### **Conclusión**

A pesar de la gran riqueza en recursos renovables que tiene el país, la comparación en esta materia con respecto a otros países con menos recursos y con quienes pretendemos equipararnos en el desarrollo económico, nos deja en una posición muy inferior. Esta diferencia es producto de la falta de determinación para lograr una verdadera transición energética. Las leyes de la reforma energética recientemente aprobadas tampoco reflejan una ambición por las energías renovables comparable a la de nuestros socios y competidores en la arena global.

Al mismo tiempo que se reconoce que México tiene una gran tradición petrolera, que una parte de su economía gira alrededor de dicha industria y que se tiene una gran dependencia de dicho recurso para los ingresos fiscales, es también necesario reconocer que el país no puede quedarse al margen de la historia y del cambio que está ocurriendo en muchos países en materia de fuentes de energía. Las razones para una transición energética son incuestionables en el sentido de que apelan a la mera esencia de la civilización y del progreso humano. Atender el problema urgente del cambio climático, sanear ciudades y ecosistemas de las consecuencias de la explotación y uso de combustibles fósiles, diversificar las fuentes de energía, preservar recursos no renovables para fines que no sean dañinos a la salud y al medioambiente, y liberarse de los vaivenes geopolíticos del petróleo, son razones más que válidas para la transición energética y para fortalecer el progreso de la comunidad humana. No asumir estas tareas por intereses de corto plazo, algunas veces entendibles pero siempre cuestionables, constituirían una grave omisión en el deber que tenemos todos de asegurar el futuro de la propia civilización.

## APÉNDICE A

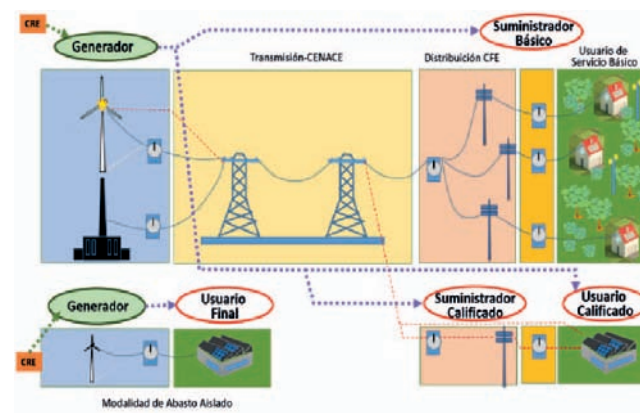
### Mecanismos que conducen al cumplimiento de metas de energías renovables.

Existen una serie de mecanismos que se han desarrollado en diversos países durante los últimos años para incrementar la penetración de renovables en sus matrices energéticas. En primera instancia se describe el Estándar para Portafolio de Renovables (RPS por sus siglas en inglés) que es uno de los mecanismos más utilizados y que está dando buenos resultados en el nivel de generación centralizada a escalas nacionales y subnacionales. En segunda instancia se describe otro mecanismo denominado feed-in-tariff (FIT) que es una tarifa extraordinaria y que tiene efectos tanto a nivel de generación centralizada como de Generación Distribuida (GD). Una variación del FIT es la Tarifa Preferente cuyas características explicamos adelante. En el caso de la GD también se describe otro mecanismo llamado Net Metering o medición neta que tiene amplio uso en Estados Unidos y que es el que se pretende instaurar en nuestro país. Finalmente se incluye una compilación elaborada por PwC que describe la gran variedad de esquemas de fomento a las energías “limpias”.

El RPS consiste en obligar a los suministradores de electricidad a incluir en el fluido eléctrico que manejan en la red un porcentaje de energía proveniente de fuentes renovables. Tal como su nombre lo indica, estas obligaciones sólo incluyen las renovables más algunas otras fuentes seleccionadas.

Bajo el mecanismo de RPS, el generador de energía renovable obtiene certificados de energía limpia (CELs) que vende de manera conjunta o separada de la energía que produce a los suministradores, quienes son los sujetos obligados a cumplir con los porcentajes de renovables que fije el programa nacional o estatal. Éstos a su vez usan los certificados obtenidos para demostrar a los organismos reguladores que están cumpliendo con su porción de renovables mandatada por el ordenamiento legal que prescribe las obligaciones. El sistema RPS es el que se aplica en Estados Unidos y otros países fuera de la Unión Europea. El RPS se puede acompañar con medidas de subsidio fiscal como es el caso en EUA. La siguiente figura muestra esquemáticamente los componentes del mercado eléctrico que participan en el RPS y el flujo de energía y de CELs.

Figura 6.5: Esquemático del mercado de CELs.



Fuente: Daniel Chacón A.

Las elipses en rojo representan los obligados a cumplir con los porcentajes de energías limpias. Las líneas moradas gruesas representan el flujo de CELs. Las líneas delgadas (azul y rojo) representan el flujo de energía.

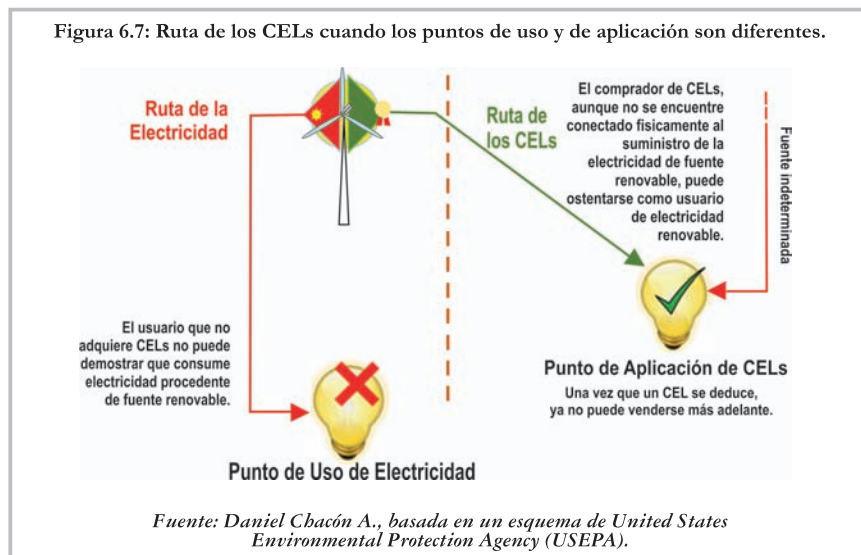
La figura 6.6 muestra un diagrama esquemático del funcionamiento de los CELs basado en un diagrama desarrollado por la agencia ambiental norteamericana. En ella se muestra la ruta de la electricidad y la de los CELs cuando llegan al mismo destinatario.

Figura 6.6: Ruta de CELs donde el punto de uso es el mismo.



Fuente: Daniel Chacón A., basada en un esquema de United States Environmental Protection Agency (USEPA).

En la siguiente figura se muestra un esquema donde los CELs y la electricidad toman rutas diferentes. Este caso se usa de manera natural cuando la ubicación del comprador de CELs (suministrador) se encuentra en una localidad diferente a la del generador.



El mecanismo FIT consiste en establecer un contrato de largo plazo entre un generador de energía renovable y el operador de la red de distribución con un precio por unidad de energía mayor al costo de la electricidad. Este precio se mantiene fijo por largo tiempo otorgándole al generador gran seguridad en el retorno de su inversión y propiciando el crecimiento del sistema. El FIT ha sido utilizado principalmente a nivel de pequeño generador en los estados miembros de la Unión Europea junto con incentivos fiscales y ha propiciado una inversión masiva en energías renovables con ejemplos muy notables en Alemania, España e Italia tanto a nivel de generación centralizada como de GD. Este mecanismo ha resultado muy exitoso si se juzga por sus resultados, especialmente en Alemania donde en muy pocos años se instalaron 36 GW de capacidad en más de 1 millón de techos solares. Después de varios años, el mecanismo ha sufrido ajustes en varios países mediante cambios legales para ir moderando sus parámetros iniciales y permitir que el costo del sobreprecio disminuya aligerando así su carga sobre los

usuarios finales. España fue uno de los primeros países en adoptar este mecanismo pero se equivocaron en algunas de sus premisas y terminaron constituyendo un ejemplo de una política fallida llena de consecuencias no intencionadas. Al presente, en España se vive una gran incertidumbre sobre lo que pudiera suceder con la generación renovable ya que la administración actual, cediendo a las presiones de las grandes empresas distribuidoras de energía, quiere deshacer los compromisos iniciales. La crisis económica ha venido a complicar las cosas aún más. Los mecanismos de FIT, subsidios o estímulos fiscales y la medición neta con pago por excedentes es la trilogía más usada en Europa para cumplir con las metas individuales como país y como Unión Europea en general.

Otro mecanismo muy similar al FIT es la llamada Tarifa Premium que, a diferencia del FIT, se pacta mediante un sobreprecio a la tarifa existente. Por esta razón, se encuentra indexado a la tarifa del mercado y no asegura un precio absoluto como el FIT.

El net metering es un mecanismo muy orientado a la generación distribuida casi de manera exclusiva. Muchos países lo están usando, particularmente fuera de la Unión Europea. Este mecanismo se aplica casi siempre con algún límite en cuanto a la capacidad normalmente menor a 500 KW. Incluye la instalación de medidores bidireccionales que llevan el balance entre la energía que entra y la que sale del domicilio del usuario convertido en pequeño generador. En el recibo mensual o bimensual se refleja dicho balance. Al finalizar un año de operación de la medición bidireccional, se saca la cuenta neta y si hubiera un excedente por parte del usuario, se le remunera mediante una tarifa especial y favorable que incentiva las inversiones de los particulares o mediante el pago. Este mecanismo no involucra contratos como es el caso del FIT y la Tarifa Premium.

En la figura 6.8 se listan los instrumentos que PwC ha compilado como mecanismos de fortalecimiento de las energías renovables y que se usan en diversos países a nivel nacional o subnacional.



Figura 6.8: Mecanismos e instrumentos para el fortalecimiento de las energías renovables.

Mecanismos		Instrumentos	Definición
Fiscales	Subvención	Pago por energía	Asistencia monetaria otorgada por el gobierno a un beneficiario. No tiene que ser reembolsada. Pago directo del gobierno por unidad de ER producida.
	Descuento en inversión	Credito fiscal	Pago en una emisión del gobierno al porado para cubrir una parte de la inversión en ER. Según el monto de inversión o la energía generada, se da un crédito en ISR anual.
	Reducción fiscal	Inversión en acciones	Reducción en impuestos (IVA, carbono, etc) aplicable a la compra de tecnologías de ER.
	Garantía de banca comercial	Contratación pública	Financiamiento otorgado a cambio de acciones en un proyecto renovable. Fondo de inversión.
Financiamiento Público	Prestamo	Subastas	Mecanismo de riesgo compartido, enfocado en impulsar los préstamos de bancos comerciales.
	Obligaciones	Contratación pública	Financiamiento otorgado por el gobierno a una compañía o un proyecto de ER a cambio de deuda.
	Contratación pública	Contratación pública	Entidades gubernamentales compran servicios de ER preferencialmente (electricidad, equipo).
	Subastas	Contratación pública	Organismos públicos organizan subastas para una cuota de ER, y remanera a generadores de licitación con precios por encima de los niveles estándar del mercado.
Regulación: Incentivos a la generación	Acceso	Net metering	Obliga a agentes designados (generador, suministrador o consumidor) a alcanzar una mínima (usualmente incremental) meta de ER, generalmente expresada en porcentaje de un total con costos transferidos a usuarios finales.
	Calidad	Compra de energía verde	Garantiza acceso y despacho a suministradores de ER y establece un precio fijo por tecnología según unidad de energía entregada durante un periodo específico de años.
	Precio	Contratación pública	Garantiza un pago adicional a suministradores de ER sobre el precio de mercado o el valor de uso final.
	Cantidad	Contratación pública	Regula la oferta de compras de ER voluntarias por parte de los consumidores, más allá de las obligaciones renovables.
Regulación: Incentivos a la generación	Acceso	Garantía de desconexión	Permite un flujo bidireccional de electricidad entre el distribuidor y los consumidores generadores.
	Calidad	Enjuiciación verde	La compensación se realiza por el excedente eléctrico neto en un periodo determinado.
	Precio	Contratación pública	Obliga a los suministradores de ER acceso sin obstáculos a la red eléctrica.
	Cantidad	Contratación pública	Manda que la generación de ER se integre al sistema eléctrico prioritariamente.

Fuente: PuC.

Tabla 6.2: Metas de renovables en 29 estados de EUA y del Distrito de Columbia.

Estado	0 - 10%	11 - 20%	21 - 30%	31 - 40%	Otro
AZ		15% al 2025			
CA				33% al 2020	
CO	10% al 2020 para cooperativas o empresas municipales de generación dando servicio a más de 40,000 clientes.	20% al 2020 para empresas cooperativas con alta generación.	30% al 2020 para las empresas privadas.		
CT			27% al 2020 (23% renovables, 4% eficiencia y CHP).		
DE			25% para 2026		
DC		20% al 2020		40% al 2030	
HI					
IL			25% para 2026		
IA					105 MW de recursos renovables elegibles.
KS		20% de la demanda pico al 2020.			
ME	10% al 2017 de nuevos recursos entrando en 2005 y más allá.			40% total al 2017	
MD		20% para 2022			
MA		22.1% al 2020 (y 1% adicional cada año a partir de entonces).			
MI	10% al 2015, con nuevas metas de capacidad específica para las empresas sirviendo a más de un millón de consumidores.				
MN			● 26.5% al 2025 empresas generadoras propiedad de inversionistas. ● 25% al 2025 (otras empresas).	31.5% al 2020 (xcel)	
MO	0.3% de las ventas minoristas de la electricidad a partir de energía solar al 2021.		15% al 2021		
MT		15% al 2015			
NV			25% al 2025		
NH			24.8% al 2025		
NJ			20.38% al 2021 con un adicional 4.1% solar al 2027.		
NM	10% al 2020 para cooperativas	20% al 2020 para empresas generadores de propiedad privada.			
NY			29% al 2015		
NC	● 12.5% al 2021 para las utilidades propiedad por inversionistas. ● 10% al 2016 para empresas municipales y cooperativas.				
OH	12.5% al 2024				
OR	● 5% al 2025 para las empresas con menos que 1.5% de las ventas totales. ● 10% al 2025 para las empresas al menos 1.5% pero menos que 3% de las ventas totales.		25% al 2025 para los otros		
PA		18% al 2020			
RI		16% al 2019			
TX					
WA		15% al 2020			
WI		10% al 2015			Una meta aplicable de 5,880 MW al 2015.

Fuente: Daniel Chacón A., con datos del EIA.

## Bibliografía

**SENER:** *Informe sobre la participación de las energías renovables en la generación de electricidad en México al 30 de junio de 2013*, México 2013.

## Direcciones de Internet

**Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión:** *Dictamen de la Comisión de Energía, respecto a la minuta con proyecto de decreto por el que se reforman los artículos 3, fracción III; 10; 11, fracción III; 14 y 26, todos de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y el artículo 36 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica*, disponible en: <http://www3.diputados.gob.mx/index.php/camara/content/view/full/238046>, 18.02.2015.

**Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión:** *Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*, disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf>, 18.02.2015.

**Database of State Incentives for Renewables & Efficiency:** *New Mexico Incentives Policies for Renewables & Efficiency*, disponible en: [http://www.dsireusa.org/incentives/incentive.cfm?Incentive\\_Code=NM05R](http://www.dsireusa.org/incentives/incentive.cfm?Incentive_Code=NM05R), 18.02.2015.

**Environmental Protection Agency:** *Global Greenhouse Gas Emissions Data*, disponible en: <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html>, 18.02.2015.

**Gaceta Parlamentaria de la Cámara de Diputados:** *Dictámenes presentados en el primer periodo ordinario del tercer año de la LIX Legislatura*, disponible en: [http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/Dictámenes/59/gp59\\_a3primero.html](http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/Dictámenes/59/gp59_a3primero.html), 18.02.2015.

**INECC:** *Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, disponible en: [http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_publicacion=685](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_publicacion=685), 18.02.2015.

**Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions:** *Renewable Energy Progress Report*; disponible en: [http://eur-lex.europa.eu/legal\\_content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0175&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal_content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0175&from=EN), 18.02.2015.

**SENER:** *Prospectiva del Sector Eléctrico 2013 - 2027*, disponible en: [http://sener.gob.mx/res/PE\\_v\\_DT/pub/2013/Prospectiva\\_del\\_Sector\\_Electrico\\_2013-2027.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_v_DT/pub/2013/Prospectiva_del_Sector_Electrico_2013-2027.pdf), 18.02.2015.

## Gráficas y Tablas

**Secretaría de Energía, SENER** <http://www.energia.gob.mx>, 18.02.2015.

**Pricewaterhousecoopers, PwC**, <http://www.pwc.com/mx/es>, 18.02.2015.

**Energy Information Administration – EIA.**

**United States Environmental Protection Agency, USEPA.**

**International Renewable Energy Agency, IRENA**, <http://www.irena.org/home/index.aspx?PriMenuID=12&mnu=Pri>, 18.02.2015.

# GENERACIÓN DISTRIBUIDA URBANA: LA DEMOCRATIZACIÓN DE LA ENERGÍA

DANIEL CHACÓN ANAYA Y JOSÉ LUIS LUEGE TAMARGO  
CONSULTORES

## Introducción

La descarbonización de la energía a través de las energías renovables tiene numerosas avenidas que constituyen opciones para la participación de toda la sociedad. En este esfuerzo pueden intervenir el propio gobierno, los grandes inversionistas, los pequeños y medianos negocios, el comercio mayorista y minorista y los ciudadanos. Esta diversidad de actores contrasta fuertemente con el modelo centralizado que se tenía hasta muy recientemente y que monopolizaba las decisiones y los beneficios de este sector en unas cuantas manos. Por la diversidad de sus fuentes y por la accesibilidad de las diversas tecnologías renovables, el proceso de descarbonización también es un proceso descentralizador.

La Reforma Energética pretende ser un proceso descentralizador aunque se tiene el riesgo de quedar corta en la redistribución de sus beneficios por varias razones, especialmente por estar encaminada a la utilización muy predominante del gas natural como fuente de generación. Se tiene el riesgo de que, si bien, se dismantela el monopolio estatal concentrado en PEMEX y se abre el campo a la participación del sector privado, en los hechos se puede pasar del monopolio de petróleo crudo al monopolio del gas de lutitas y de la generación centralizada a partir del uso indiscriminado de dicho combustible. Existe una tendencia recentralizadora alrededor del gas que nos lleva a la conclusión de que la reforma energética pudiera no ser descentralizadora ni descarbonizadora de la energía.

La Generación Distribuida (GD), de la que hablaremos en las páginas siguientes es un proceso descentralizador y descarbonizador de la energía con una virtud adicional: es también un proceso democratizador. Desgraciadamente, los preceptos legales sobre generación distribuida que se consignaron en la Ley de Industria Eléctrica (LIE) no contienen medidas suficientemente claras para extender de manera efectiva los beneficios de la GD a toda la población

y a las pequeñas empresas. No existen lineamientos suficientes en dicha ley en materia de estímulos fiscales, mecanismos de financiamiento, remuneración por excedentes, prioridad en el acceso a la red, y otros que le permitan al ciudadano tener certeza para hacerse de uno de los beneficios más tangibles que potencialmente pudiera traer la reforma. La GD es la única opción real de bajar los costos de la energía en los hogares y pequeñas empresas y al mismo tiempo que se desaparecen los dañinos subsidios.

La connotación mayormente urbana de este capítulo no tiene como intención desconocer los beneficios que la generación en sistemas aislados con energías renovables tiene particularmente en zonas rurales donde la red no llega. Solucionar estos rezagos debe ser una de las prioridades de cualquier política pública en materia de energía. Se da por descontado que el gobierno federal deberá poner todo su esfuerzo en proveer a nuestros conciudadanos de dichos lugares de los beneficios de la generación con energías renovables y con la tecnología que mejor se adapte a cada sitio en particular. La connotación urbana de este capítulo se debe a la concentración en las ciudades, donde se cuenta con una red de distribución de electricidad y donde vive gran parte de la población, de la mayor parte de las oportunidades de aprovechar el concepto de generación distribuida en todo su potencial.

## El concepto de la generación distribuida y sus ventajas

La GD es la producción de energía prácticamente en el mismo sitio donde se utiliza, en contraposición a la producción centralizada que se produce en un sitio lejano a donde se consume. Los sistemas distribuidos son menos vulnerables que los sistemas centralizados y tienen mayores eficiencias al no requerir que la energía sea transportada a través de grandes distancias.

La modalidad de GD que está teniendo un mayor crecimiento en el mundo es la que ocurre en las ciudades y se basa en la energía solar fotovoltaica (FV). Los techos solares FV han sido y son un fenómeno de cambio innovador a tal grado que su popularidad está rebasando los pronósticos más ambiciosos en muchos países, incluso aquellos con un bajo nivel de irradiación solar. Otras tecnologías como la eólica, mini-hidráulica, bioenergía, geo-energía y otras no son tan populares a la fecha porque las condiciones a nivel de predio urbano no son favorables para ellas y porque su costo y las complejidades de



su instalación las hacen menos adaptables al ambiente urbano.

La generación de energía aprovechando la radiación solar es un concepto que existe desde hace mucho tiempo, sin embargo, el uso masivo de las fotoceldas es un fenómeno relativamente reciente que surgió a partir de las preocupaciones por la huella de carbono en la generación de energía.

La Generación Solar Distribuida (GSD) sí es un concepto nuevo de naturaleza integral cuya evolución se ha acelerado en los últimos años. En su concepción más precisa, la GSD tiene las siguientes características:

- Es producida a nivel individual o mediante cooperativas generalmente creadas con ese fin.
- Tiene un límite de capacidad a fin de focalizar los estímulos fiscales, los créditos blandos y, eventualmente, subsidios, a los pequeños productores. Se trata de asegurar que las condiciones preferenciales lleguen a la mayor cantidad de personas y no sólo a unas cuantas.
- Se conecta normalmente a la red mediante conexiones reversibles. La red se usa como un gran dispositivo de almacenamiento. Ahora se debate si usar la red como almacenamiento pudiera tener un costo.
- Es común en los países donde la GSD está teniendo un gran crecimiento, que cada pequeño generador produzca excedentes que se inyectan a la red para su uso en otro sitio. En los casos en que la producción es mayor que el consumo propio, el pequeño generador recibe una retribución por el excedente alimentado a la red.
- La GSD puede favorecer económicamente a quienes participen en esta modalidad. También puede beneficiar a la hacienda pública eliminando el uso de subsidios onerosos y regresivos.
- La instalación de la GSD ha adoptado esquemas novedosos de financiamiento directo o mediante el arrendamiento de techos por empresas especializadas.

Las ventajas de la GSD han sido compiladas en numerosos estudios. Uno de los mejores documentos sobre el tema lo escribieron expertos del National Renewable Energy Laboratory, (NREL) adscrito al

Departamento de Energía de los Estados Unidos<sup>54</sup>. Según este estudio, algunas de las ventajas de la GSD son las siguientes:

- Valor Energético: La GSD proporciona valor energético cuando produce kilowatt-horas que obvian la necesidad de generar energía utilizando otra fuente.
- Valor en Capacidad: Este beneficio resulta al evitarse el incremento de capacidad en la generación por un incremento en la demanda. La GSD ahorra costos de capital y será más efectiva si forma parte de la planeación integral y si tiene un alto grado de coincidencia con el pico de la demanda.
- Inversiones evitadas en transmisión y distribución: Este beneficio es mayor cuando la zona donde se desarrolla la GSD tiene problemas de congestiónamiento y de mantenimiento de las redes, o en regiones con demanda pico en el verano. También evita o retrasa la necesidad de actualizar la infraestructura de redes.
- Reducción de pérdidas en líneas: La GSD reduce las pérdidas en líneas produciendo energía que el mismo sitio donde se consume. El beneficio es mayor cuando la producción ocurre al momento de la demanda.
- Ahorros en pagos a futuro de combustibles: La generación de electricidad con combustibles fósiles tiene la gran desventaja de que su costo es altamente dependiente del precio de los combustibles, los cuales tienen variaciones considerables. La protección contra dichas variaciones tiene un sobre costo en primas que se pagan para asegurar un precio estable. La GSD, al disminuir la necesidad de generación centralizada contribuye a evitar el pago de primas de seguros contra variaciones de los precios de combustibles.
- Beneficios ambientales: La generación mediante fuentes renovables evita las emisiones de carbono y de contaminantes clasificados como “criterio” con efectos locales, también evita los impactos de las emisiones de combustibles fósiles sobre los ecosistemas locales.

<sup>54</sup>NREL: *Regulatory Considerations Associates with the Expanded Adoption of Distributed Generation 2013*, disponible en: <http://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60613.pdf>, 18.02.2015.

Por otra parte, al evitar la necesidad de la extracción de estos combustibles también evita impactos en las áreas de explotación y disminuye los riesgos asociados a las fugas de dichos combustibles en su transporte y procesamiento.

- Seguridad y confiabilidad de la red eléctrica: La GSD contribuye a disminuir la frecuencia de los apagones y de los cortos asociados a la demanda pico en sectores de la red de distribución. La evolución hacia sistemas de GSD con almacenamiento ayudará a sortear problemas de suministro de energía en zonas que son susceptibles a desastres hidrometeorológicos.

México, con el gran rezago ocasionado por el ejercicio monopolístico del suministro energético y de la toma de decisiones se encuentra enormemente atrasado en el aprovechamiento de la GD en general y de la GSD en particular. Desde 2008, el tema de la GD se encuentra mencionado en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) de manera solamente enunciativa, pero sin especificar medidas concretas para su implementación. Esta omisión es la razón para su pobre desarrollo en nuestro país.

Existen también menciones a la GD en instrumentos de planeación como es el caso de la Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2027 que establece que

[...] es necesario realizar un ejercicio de proyección descentralizada, el cual se centra en un componente de generación distribuida, que actualmente no forma parte de la Prospectiva del Sector Eléctrico. Este componente se determina en función de la rentabilidad que, para el propio usuario, tiene la inversión en estos sistemas. Su participación se dimensiona con proyecciones de evolución de los costos unitarios de las tecnologías, de las tarifas eléctricas y curvas de aceptación y adopción de los usuarios a estas opciones [...]<sup>55</sup>

Puede verse que no se menciona una política pública que fomente el desarrollo de este sector mediante estímulos fiscales y financiamientos blandos, y sólo se deja a que las fuerzas del mercado estimulen su desarrollo, desconociendo los enormes beneficios que este sistema tiene.

Antes de la reforma, CFE era el único responsable de la provisión del Servicio

Público de Energía Eléctrica previo a la Reforma Energética y ciertamente no incluyó en sus planes las renovables a pesar del enorme potencial que tiene el país. En ese tenor, la GSD no fue tomada en cuenta como una actividad potencialmente relevante de ahí su crecimiento muy limitado. En el plano fiscal y financiero, los incentivos fiscales y los créditos blandos brillaron por su ausencia.

La capacidad a fines de 2012 de generación solar total, incluyendo a la GSD era del orden de 0.052 gigavatio (GW)<sup>56</sup> a pesar de que el país tiene un lugar privilegiado en irradiación solar que varía entre 4 y 7 kilovatio hora por metro cuadrado por día (KWh/m<sup>2</sup>/día), siendo uno de los índices más altos en el mundo.

Los ordenamientos legales en esta materia, que tuvieron resultados inferiores a la expectativa, prevén ciertas facilidades para la interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red siempre y cuando la capacidad sea menor a 500 kilovatio (KW). Estas disposiciones permiten la instalación de medidores bidireccionales que llevan el balance entre la energía que entra y la que sale del domicilio del usuario convertido en un pequeño generador. En el recibo mensual o bimensual se refleja dicho balance. Al finalizar un año de operación de la medición bidireccional, la cuenta se borra y comienza de nuevo. Si hubiera un excedente por parte del usuario, dicho excedente se pierde de acuerdo con la regla. En los países que han adaptado la GSD a través de políticas públicas específicas, el usuario siempre es remunerado por el excedente ya sea mediante una tarifa especial y favorable que incentiva las inversiones de los particulares (feed-in-tariff) o mediante el pago indexado a la tarifa eléctrica que le corresponda al usuario de acuerdo al resultado anual del medidor bidireccional. A este método se le conoce como “net metering”.

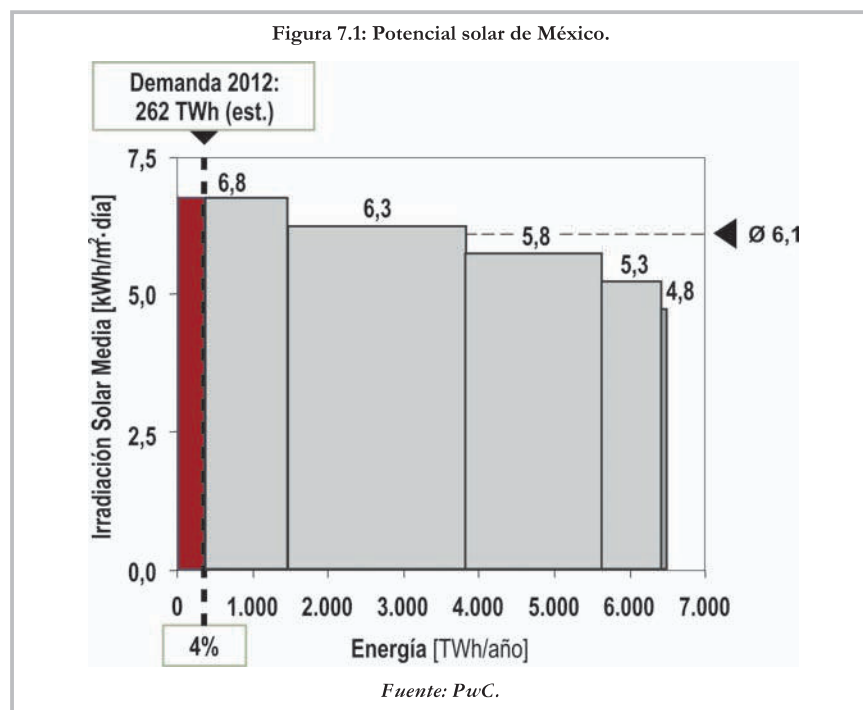
En la figura 7.1, desarrollada por Price Waterhouse Coopers (PwC)<sup>57</sup>, se muestra el potencial del recurso teórico solar para generación que tiene el territorio nacional dentro de la franja de irradiación de 4.8 a 6.8 KWh/m<sup>2</sup>/día.

<sup>56</sup> International Energy Agency: *Trends 2013 in Photovoltaics Applications, Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2012, Report IEA-PVPS T1-23:2013*, disponible en: [http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/FINAL\\_TRENDS\\_v1.02.pdf](http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/FINAL_TRENDS_v1.02.pdf), 18.02.2015.

<sup>57</sup> PwC es una de las firmas de servicios profesionales más importantes del mundo, prestando servicios de auditoría, consultoría y asesoramiento legal y fiscal a las principales compañías, instituciones y gobiernos a nivel global.

<sup>55</sup> SENER: *Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2027*, México 2013.

Se pueden observar en la figura varios bloques de diferente altura y espesor, con áreas proporcionales a las regiones del país donde se tienen los niveles de irradiación indicados por los números arriba de cada bloque. A la izquierda se observa una franja roja que es equivalente al 4% del territorio; si esta franja se poblara con paneles solares podría generar toda la energía que el país necesitó en 2012, esto es 262 teravatio hora (TWh).



### Experiencias internacionales en generación distribuida

El caso de GSD más cercano a nosotros es el de los Estados Unidos de América. Veintinueve de los cincuenta estados tienen metas obligatorias de penetración de renovables. Dieciséis de ellos también tienen metas específicas para GD y GSD que varían en suministrar entre 0.2 y 4% de las ventas de energía al menudeo para 2020 o 2025 mediante solar fotovoltaica a nivel distribuido.

En 2012, se instalaron en Estados Unidos la cifra récord de 3.3 GW de capacidad que sumada a la capacidad previa resulta en un total de 7.2 GW<sup>58</sup>. Los estados más activos en este renglón en una base per cápita son California, Arizona, Nueva Jersey, Hawái, Nevada y Nuevo México. El sistema adoptado en la mayor parte de los estados con metas en GSD es el de net metering<sup>59</sup>.

Hablando de lugares específicos, el estado de California tiene una irradiación solar de entre 4.5 y 6.6 KWh/m2/día donde las partes más altas corresponden a la zona desértica en el extremo sureste de su territorio. En materia de GSD, el estado tiene, a 2012, 170 mil techos solares instalados y tiene la meta de llegar a 2020 con un millón de techos solares instalados. En términos de capacidad, la meta al 2020 equivale a 12 GW en GSD. En California se habla de acelerar el proceso mediante combinación de otros sistemas de pago de excedentes además del net metering<sup>60</sup>.

Aun cuando California nos pareciera un lugar con grandes logros, la realidad es que sólo es una fracción de lo que ha conseguido Alemania, el mejor ejemplo de determinación y de visión a pesar de que las condiciones naturales no le favorecen, particularmente en el caso de la GSD. En efecto, Alemania hizo el compromiso a fines del siglo pasado de disminuir sus emisiones de carbono en el sector de energía y de discontinuar el uso de la energía nuclear. Esta decisión fue precedida por amplias movilizaciones en contra de las plantas nucleares, motivadas en buena medida por el desastre de Chernobyl. Si bien, la decisión era firme de cerrar gradualmente las plantas nucleares en un calendario extendido por varias décadas, el desastre de Fukushima Daiichi vino a ratificar las preocupaciones de los alemanes y a acicatear su nivel de compromiso con el medio ambiente y con la seguridad de su población. En una decisión con amplio apoyo político, se determinó que 2022 sería el año límite para sacar de operación la última planta nuclear. Aparejada a esta ejemplar decisión, se determinó también que la sustitución no debería ser a costa de quemar más combustibles fósiles. La opción fueron las energías

<sup>58</sup> SEIA: *U.S. Solar Market Insight Report*, disponible en: <http://www.seia.org/news/new-report-us-solar-market-grows-41-has-record-year-2013>, 18.02.2015.

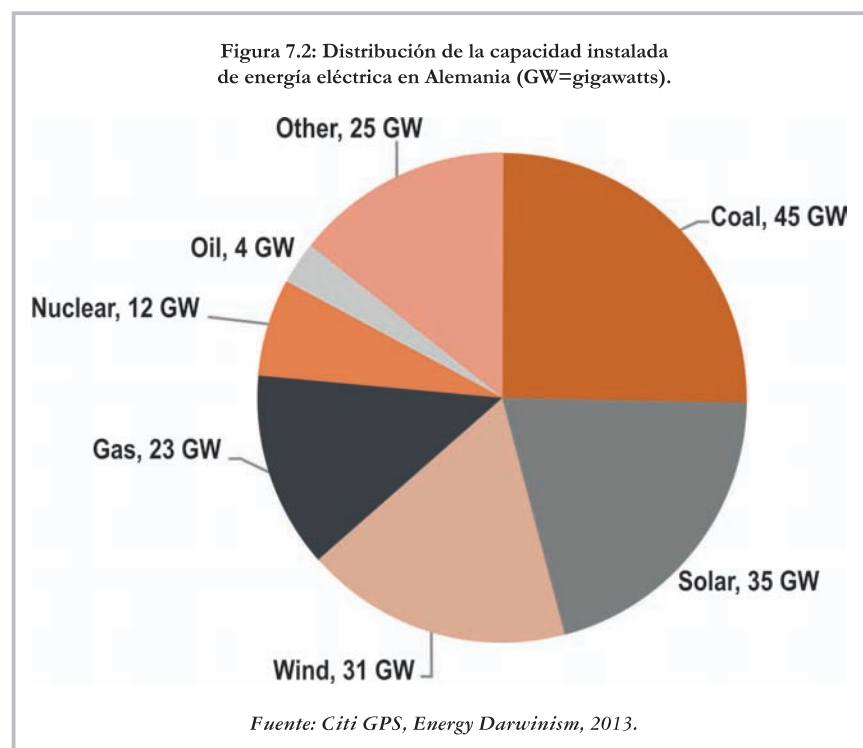
<sup>59</sup> Bird, L.; McLaren, J.; Heeter, J.: *Regulatory Considerations Associated with the Expanded Adoption of Distributed Solar*, NREL 2013, disponible en: <http://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60613.pdf>, 18.02.2015.

<sup>60</sup> California Public Utilities Commission: *California Renewables Portfolio Standard (RPS)*, disponible en: [www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables/](http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables/), 18.02.2015.



renovables, particularmente la energía eólica, costa afuera y tierra adentro, la solar fotovoltaica y térmica, la bioenergía, y la mini-hidro al hilo del agua y en pequeños embalses.

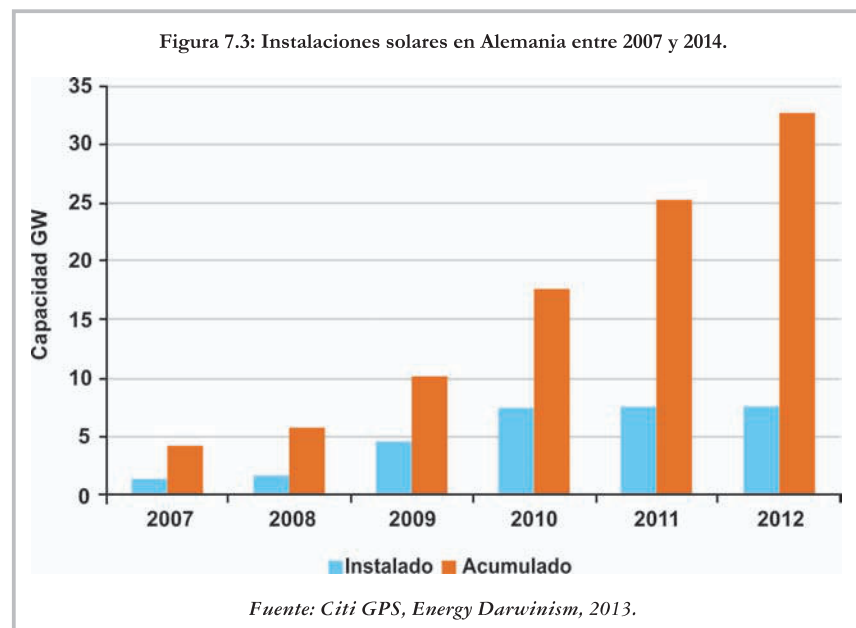
En la figura 7.2 se muestra la composición de la matriz energética alemana<sup>61</sup>. Se puede observar que de los 175 GW de capacidad total (en comparación, México tiene del orden de 60 GW en 2013) la energía solar y la eólica suman 66 GW, es decir, casi la capacidad total de nuestro país. En el caso del viento, esta capacidad se basa grandemente en la zona norte de Alemania donde las fuertes brisas del mar Báltico y del mar del Norte tienen alto potencial productor.



<sup>61</sup> Citi GPS: Global Perspectives & Solutions: *Energy Darwinism: The Evolution of the Energy Industry*, 2013, disponible en: <https://www.citivelocity.com/citigps/ReportSeries.action?recordId=21>, 18.02.2015.

El caso de la energía solar resulta de lo más inaudito. La irradiación solar en ese país europeo tiene como promedio 3.010 KWh/m<sup>2</sup>/día que es equivalente a la irradiación de Alaska.

Sin embargo, las siguientes gráficas muestran la increíble determinación y respuesta de la sociedad germana para adoptar los objetivos nacionales en materia de renovables. La figura 7.3 muestra el avance notable de las instalaciones solares en Alemania a partir de fechas relativamente recientes.



Puede observarse en la figura 7.3 que las barras naranjas, representando la capacidad total acumulada por año, crecieron de menos de cinco GW en 2007 hasta cerca de 35 GW al final de 2012. El crecimiento fue notable en 2010, 2011 y 2012 donde la capacidad instalada cada año fue de siete GW, equivalentes a instalar siete plantas nucleares por año.

A la fecha, Alemania tiene cerca de un millón y 400 mil instalaciones solares distribuidas entre casas habitación, granjas, pequeñas cooperativas y empresas medianas a nivel de centrales eléctricas. La zona de Baviera es particularmente notable ya que la mayor parte de las granjas se encuentran equipadas con

paneles solares instalados sobre el propio terreno o en los techos de casas y graneros.

El sistema conocido como feed-in-tariff ha propiciado que los agricultores y granjeros inviertan sus recursos en esta nueva industria que les asegura un retorno de inversión muy redituable. Este sistema que garantiza un precio fijo a la electricidad sobrante que venden los individuos durante un largo plazo ha causado una revolución en la instalación de fotovoltaicos y también ha propiciado que los precios de los paneles hayan bajado a nivel mundial.

El mundo está en deuda con Alemania en este renglón por las economías de escala que se crearon debido a esta extraordinaria demanda y han hecho muy accesible la energía solar al resto de los países. Una revolución similar con resultados parecidos está ocurriendo en China.

Una gran parte de la matriz de energía renovable del país teutón se encuentra en manos de individuos. La figura 7.4 nos muestra que el 35% de la energía renovable, 22 GW mayormente solares, se encuentra en manos de ciudadanos.

**Figura 7.4: Distribución de los 63 GW del mercado alemán de ER, en %.**



*Fuente: Citi GPS, Energy Darwinism, 2013.*

Un 11% se encuentra en manos de granjeros. Las grandes empresas de energía sólo poseen el 5% mientras que la industria y el comercio tienen el 14%. A esta distribución ejemplar no puede menos que llamársele, “la democratización de la energía”.

Alemania tiene varios records de participación de renovables en la generación diaria de electricidad. Recientemente, al mediodía del 17 de abril de 2014, el país rompió un record mundial al tener en operación el equivalente a 24.1 GW en energía renovable.

El fenómeno de la GSD se está extendiendo en muchos lugares del mundo como una práctica común que los gobiernos están impulsando, sea a nivel nacional o subnacional. Este desarrollo se empalma sobre los esquemas tradicionales de distribución de electricidad en una simbiosis algunas veces complicada. Las grandes empresas de electricidad, muchas veces integradas verticalmente están resintiendo los efectos de la GSD por el lado del consumo. En algunos lugares se han suscitado disputas porque las ventas de las empresas están disminuyendo y porque no son capaces de participar de manera innovadora al nuevo sector. La reforma energética en México, al poner una especie de lienzo blanco sobre la distribución, puede propiciar un desarrollo creciente de la GSD y una relación sana con los responsables del suministro y distribución. Desafortunadamente, en la recientemente aprobada Ley de la Industria Eléctrica no se trata el tema de la DG de manera integral, haciéndose sólo algunas indicaciones y dejando poco detalle de su estructura y operación.

### **Factibilidad de los sistemas distribuidos**

La factibilidad de un sistema distribuido, particularmente fotovoltaico, inicia con el potencial solar. Aun cuando es evidente que nuestro país goza de fama como nación soleada, es necesario saber, en términos cuantitativos, qué tanto sol tenemos, y si éste alcanza para desarrollar la GSD.

Para tener una idea del potencial del país y de la labor que otras naciones están realizando en el sector hay que observar la figura 7.5. En ella se puede ver, en el eje vertical, el grado de irradiación que tiene nuestro país comparado con otros países. Podemos ver que México tiene una irradiación de hasta siete kWh/m<sup>2</sup>/día, superior a todas las naciones representadas, muchas de los

cuales son socias y competidoras. En el eje horizontal se grafica el potencial de generación considerando principalmente el tamaño del territorio de cada país. En este renglón sí somos superados por países que tienen una superficie territorial mayor que la nuestra. Sin embargo, son unos cuantos los que nos superan. Los círculos que aparecen en la figura 7.5 representan la capacidad instalada a 2012. Alemania ocupa el primer lugar por eso tiene el círculo más grande representado más de 35 GW instalados. México tiene dos veces más insolación que Alemania, sin embargo, la capacidad instalada en nuestro país de energía solar fotovoltaica apenas suma 0.059 GW mientras que en Alemania, la capacidad es de 35 MW, capacidad lograda en menos de una década. La proporción es abismal: 600 veces.

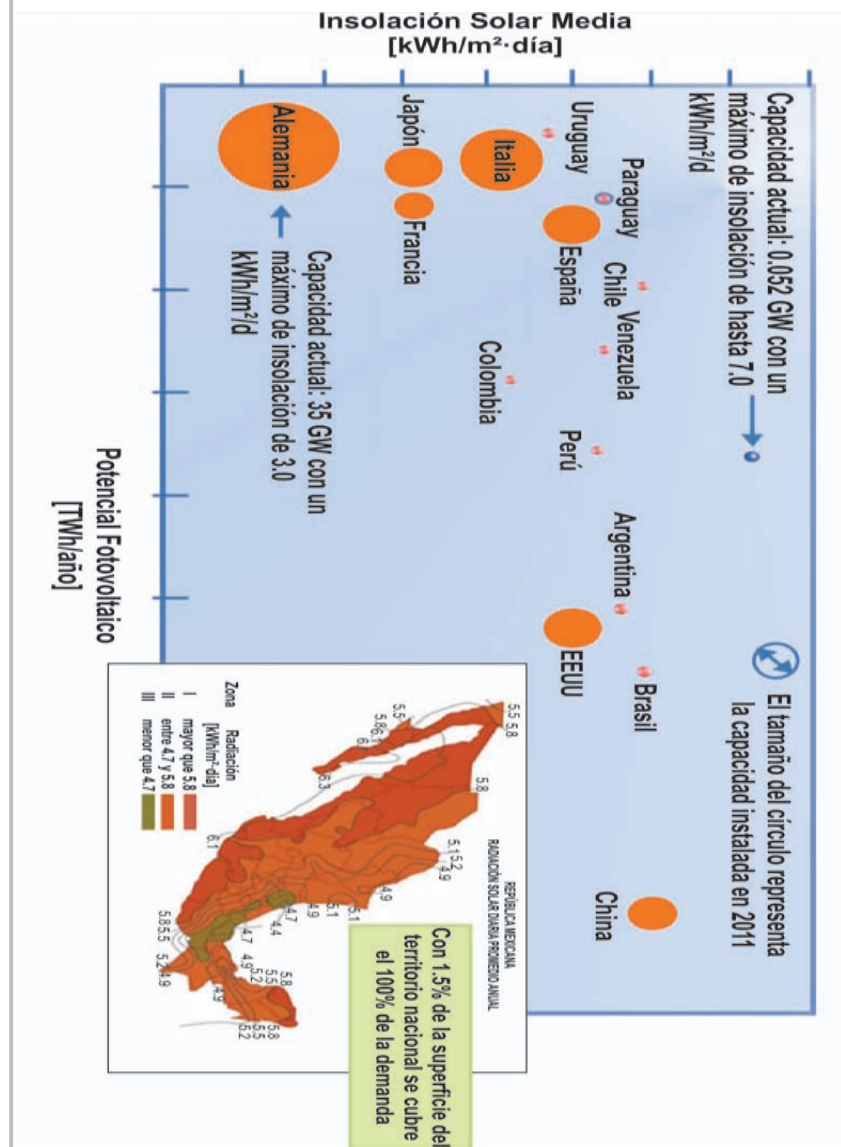
La comparación con otros países con los que pretendemos equipararnos nos muestra el grado de atraso inexplicable para el tema de energía solar, y especialmente la GSD. Los costos de los paneles solares son globales así que no se puede esgrimir el pretexto de que son muy caros en México mientras que en los países no lo son. El reporte de la Agencia Internacional de Energía expresa lo siguiente: *"The lack of nationwide support explains why Mexico hasn't seen a real market take-off, despite excellent solar resource."*<sup>62</sup>

La industria solar en el mundo, que comenzó casi a nivel de una operación marginal en Alemania, ahora representa un negocio de 100 mil millones de dólares anuales con alcance mundial. Los precios de los paneles están bajando entre 10 y 40% por año mientras que la capacidad de producción se incrementa al doble cada 3.5 años<sup>63</sup>. Se pronostica que la capacidad instalada mundial será entre 400 y 600 GW para 2020.

<sup>62</sup>Traducido al español: "La falta de soporte a nivel nacional explica por qué México no ha visto un despegue real del mercado, a pesar del excelente recurso solar". Fuente: Economic and Global Policy Issues, *Sustainable Growth and Resource Productivity*, Inglaterra 2009.

<sup>63</sup>McKinsey: *Solar Power Darkest Before Dawn*, Alemania 2012.

Figura 7.5: Comparación de México con otros países en cuanto al potencial solar y la capacidad instalada fotovoltaica.

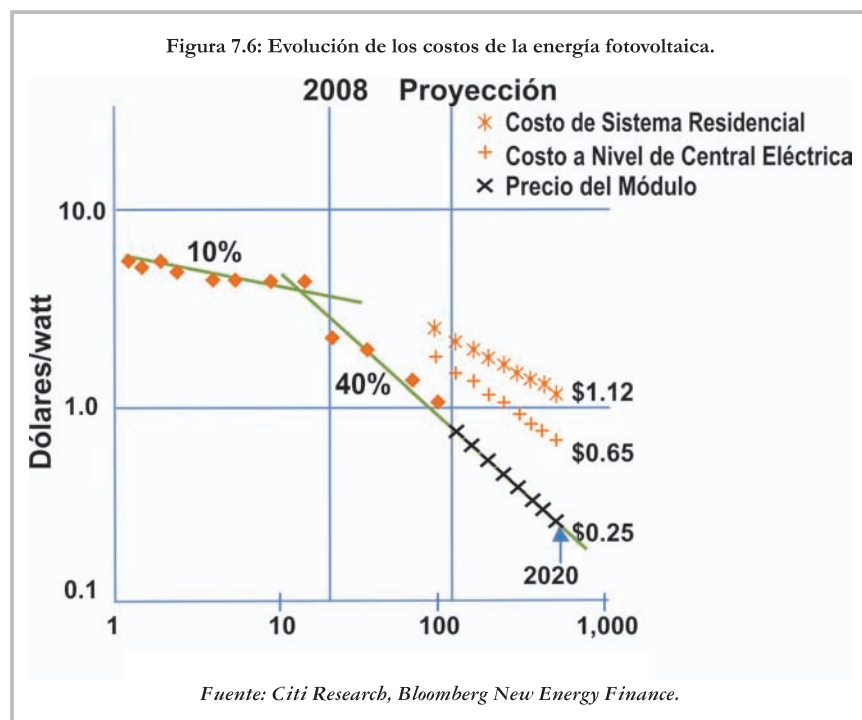


Fuente: PwC.



Para cuestionar aún más la falta de desarrollo de la GSD en nuestro país a pesar del abaratamiento de estos sistemas en el mundo, en la figura 7.6 se muestra la inusitada disminución de precio de los paneles solares en los últimos años.

Conforme Alemania, Italia, España, numerosos estados de la Unión Americana, Japón y China pusieron sus ojos en la energía solar y en la GSD, las instalaciones fotovoltaicas comenzaron a crecer a tasas inusitadas, trayendo los beneficios de la economía de escala a pasos agigantados.



Se puede observar en la figura la manera como el costo del watt se ha reducido en los últimos años. El eje vertical de la figura 7.6 representa dólares por cada watt mientras que el eje horizontal representa la capacidad instalada acumulada en GW. En la actualidad la capacidad instalada se acerca a los 100 GW<sup>64</sup>.

Las proyecciones a 2020 son muy favorables. Se espera que el precio del módulo solar baje a 0.25 dólares por watt. En cuanto al costo instalado a nivel de central de energía, se espera que el watt tenga un costo de 0.65 dólares. A nivel residencial, donde la energía es más cara, el costo de un watt instalado será del orden de 1.12 dólares. Para una casa promedio en México con una necesidad de capacidad de 1.3 kilovatio (KW), su costo será del orden de 1,456 dólares en 2020.

La Figura 7.6 muestra también el valor de la llamada “curva de aprendizaje”. Este valor nos dice cuánto baja el precio de una instalación solar cada vez que se duplica la capacidad instalada mundial. Antes de 2008 la disminución de costo era del 10%. A partir del 2008, la disminución es del 40%, hecho inusitado para cualquier desarrollo tecnológico de la naturaleza que sea. Se espera que el promedio en los próximos años se mantenga por encima del 30%.

### **Financiamiento y estímulos fiscales a la generación distribuida**

A pesar de que existe cierta referencia en la LIE sobre la GD, la realidad es que dicha ley deja este sector a sus propias posibilidades sin ninguna política efectiva de apoyo a diferencia del trato que se da a otros sectores.

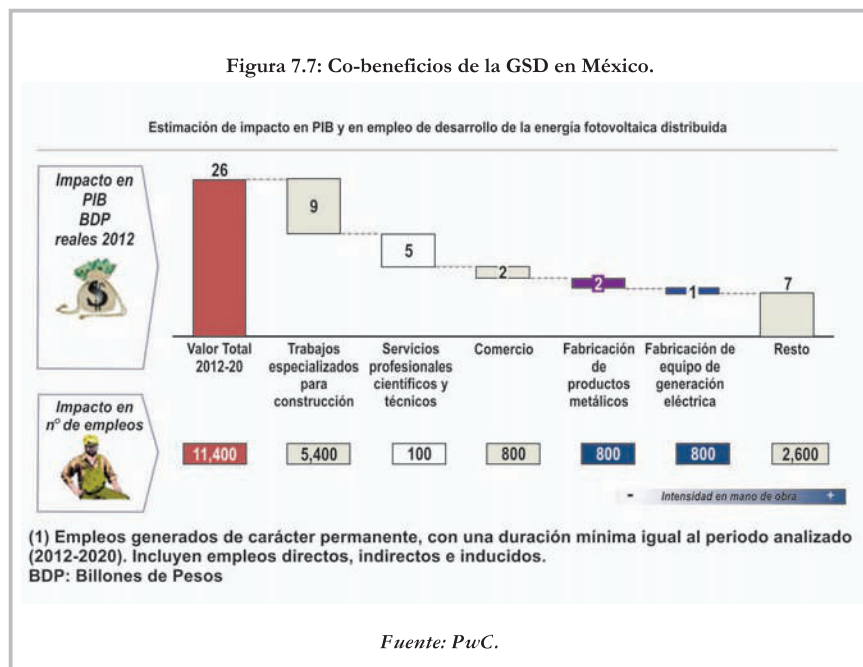
Es claro que sin la presencia de incentivos, esta industria tendrá un despegue muy lento, a diferencia de lo que está ocurriendo en otros países, porque se enfrenta a dos obstáculos entrelazados muy difíciles de romper. El primero es la falta de economías de escala que hace que los costos de los servicios de instalación sean todavía muy altos, y el segundo es que no existe financiamiento blando con enganche cero para la compra de los paneles y de su instalación. Dado que ambos factores están entrelazados, se necesitan políticas públicas que mandaten instrumentos de estímulo que rompan la inercia inicial. Aunado a créditos blandos, una acción de apoyo adicional es el crédito fiscal similar al que se utiliza en EUA y que consiste en una exención del orden del 30% de los impuestos del equipo. También se requiere proteger al consumidor mediante la certificación de instaladores y de los propios materiales para evitar tropiezos al sistema que pudieran resultar graves.

<sup>64</sup>Ambos ejes están en escala logarítmica para poder acomodar los intervalos.

A nivel internacional, la paridad de la energía solar con las tarifas subsidiadas así como con la generación centralizada de ciclo combinado está muy cerca. Es necesario que la GSD se planee desde ahora para permitir su despliegue oportuno a fin de beneficiar a los ciudadanos de este país y permitirles que tengan de las mismas condiciones del bienestar energético que ciudadanos de otros países ya gozan.

### Co-beneficios de la generación distribuida

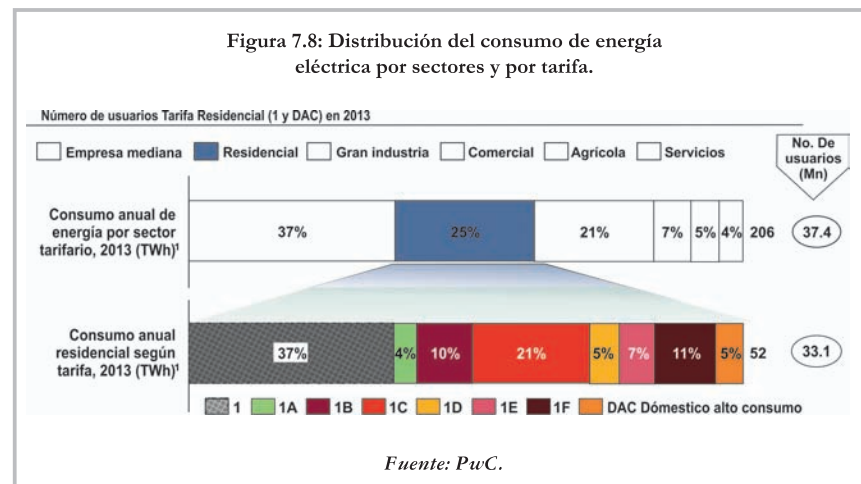
En los países en los que la GSD ha sido impulsada ampliamente, los beneficios a la sociedad han sido muy importantes. Por ejemplo, en California se crearon 47,300 empleos en la industria de energía solar y 53,431 en renovables en general. En Alemania las cifras son aún más impresionantes: se crearon 377,800 empleos en el sector de energías renovables perteneciendo la mayoría a la GSD. Se generan 26 billones de pesos más al PIB de aquí al 2020, y del orden de 11,400 empleos. Estos beneficios pudieran triplicarse porque la meta pretende que se instalen seis GW. En la siguiente figura se representa la creación de empleos y el incremento en el PIB.



### Una ruta de GSD para México

En México una instalación solar al día de hoy es competitiva si el usuario tiene la tarifa denominada “Doméstica de Alto Consumo” (DAC). Se espera que en 2020 la solar sea competitiva aún contra las primeras dos tarifas subsidiadas I y II, para uso comercial y residencial respectivamente.

La figura 7.8, desarrollada por PwC, muestra la segmentación del mercado de la energía eléctrica. Puede observarse que el consumo total de electricidad en 2013 fue de 206 teravatio hora (TWh) distribuido entre los distintos sectores, comenzando con la empresa mediana que utiliza el 37% de la energía mientras que el sector residencial consume el 25% y la gran industria el 21%. El resto se reparte en pequeños porcentajes en otros sectores. El total de usuarios suma 37.4 millones incluyendo comercio, servicios, industria y gobierno.



El 25% del mercado tarifario correspondiente al sector residencial, se divide también en diferentes tarifas de acuerdo a una serie de factores, particularmente relacionados con la ubicación geográfica y la temperatura media en verano. Los bloques coloreados muestran dicha distribución. En total, los usuarios residenciales suman 33.1 millones, de los cuales el bloque del extremo derecho constituye el de los usuarios DAC, con un 5% del consumo, equivalentes a 2.6 TWh/año. Este sector deberá ser el primer beneficiado de la GSD ya que

su alta tarifa hace que el techo solar sea una opción financieramente viable en este momento.

Conforme nos vayamos acercando al 2020, la competitividad de la solar será más clara en las tarifas que siguen, desde la 1F hasta la 1.

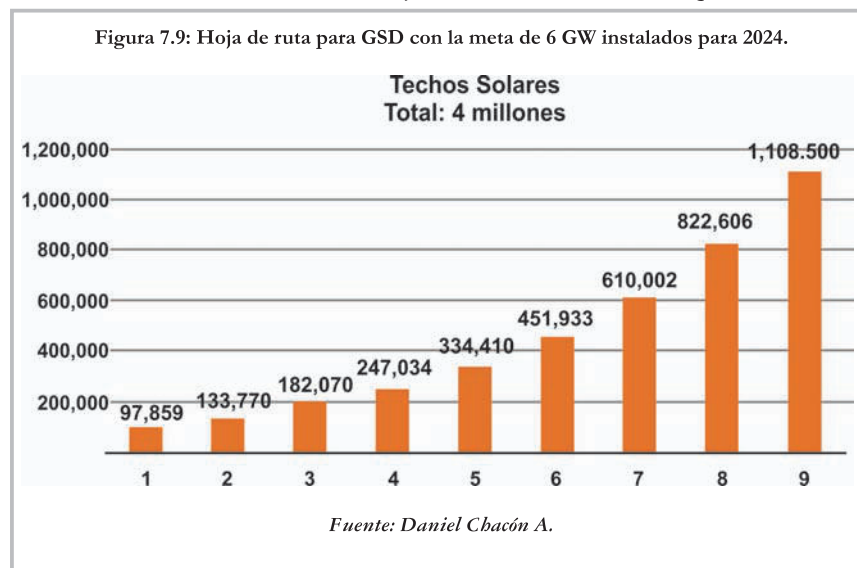
Recordando que California tiene una meta de GSD de 12 GW para 2020 y al menos un millón de techos solares, y considerando que la capacidad instalada para generación de ese estado Norteamericano es muy similar a la de México, no es descabellado proponer una meta que tenga proporción con la de los californianos. Otro factor que refuerza esta relación es que buena parte de la población tiene raíces en México, por aquello de los aspectos culturales.

Así las cosas, y siendo conservadores, una meta de la mitad de la californiana, es decir, 6 GW de capacidad en GSD, a un plazo más amplio que nuestros vecinos, es decir, para el 2024 parece ser una aspiración con los pies puestos en la tierra. Más aún, siendo la población de California de 38.3 millones en 2013<sup>65</sup>, nuestra meta se mira francamente conservadora. Ahora, si comparamos nuestra meta con la de Alemania, el conservadurismo se va hasta el cielo. Recordemos que en Alemania se instalaron 7 GW de capacidad solar, en un solo año, lo cual resulta verdaderamente increíble. Más aún, esta hazaña la repitieron durante tres años seguidos para un total de 21 GW.

Si la meta fuera a implementarse entre 2015 y 2024, es decir, en 9 años, requeriría equipar un total de 4.6 millones de hogares para 2024 con una capacidad individual de al menos 1,500 watts por vivienda. Esta capacidad podrá ajustarse por regiones mediante un análisis más detallado. El porcentaje de viviendas que serían equipadas de acuerdo con la meta apenas constituyen el 12% del total de usuarios residenciales. De ahí que la propuesta de meta sea razonable pero ciertamente conservadora.

La figura 7.9 presenta una posible hoja de ruta para alcanzar la meta de 6 GW de capacidad de GSD en 2024. Se adopta una distribución exponencial para comenzar a un ritmo moderado los primeros años tomando en cuenta que es necesario crear las capacidades y cadenas de valor para esta tarea. El ritmo se acelera la segunda mitad del período, considerando también que los

costos de los sistemas irán disminuyendo conforme nos acerquemos al 2024.



Se estima una generación con GSD al 2024 de aproximadamente 9.5 TWh/año considerando un factor de planta de 0.18<sup>66</sup>. Si se mantuviera la misma proporción de demanda residencial en 2024, esta generación sería del orden de 18% de la demanda doméstica para esa fecha, un objetivo verdaderamente conservador.

El número de hogares beneficiado es del orden de 4 millones si consideramos únicamente el uso residencial.

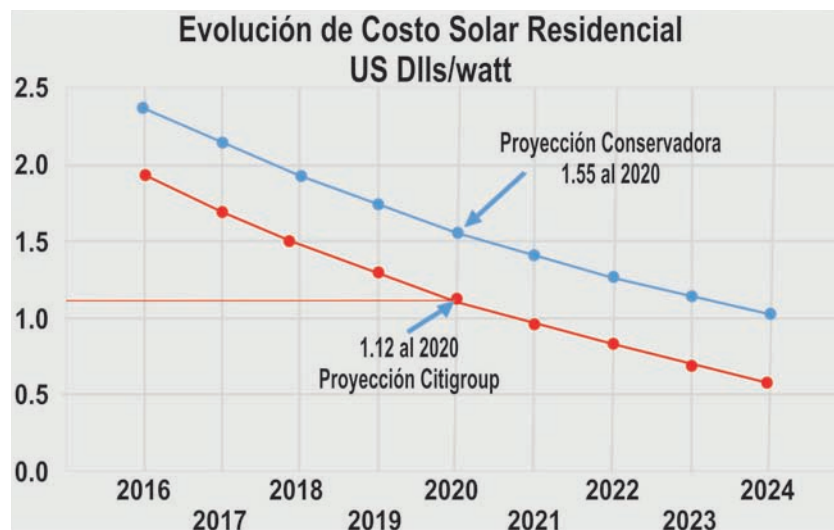
En este punto es necesario hacer una consideración sobre la disminución de costos de la tecnología. En la figura 7.6 se muestra una gráfica logarítmica con la evolución del precio de los módulos fotovoltaicos y de las instalaciones a nivel de central y a nivel residencial. En la siguiente figura 7.10 se exhibe cómo se hizo un ajuste del 30% hacia arriba del costo de la tecnología partiendo de la base de la figura 7.6 y haciendo una conversión hacia una gráfica lineal.

<sup>65</sup> United States Census Bureau, disponible en: [www.census.gov](http://www.census.gov), 18.02.2015.

<sup>66</sup> Energy Matters: *Estimating Global Solar PV Load Factors*, disponible en: <http://euanmearns.com/estimating-global-solar-pv-load-factors/>, 18.02.2015.



Figura 7. 10: Costo de la tecnología solar ajustada a la alza con respecto a la gráfica de Citigroup.



Fuente: Daniel Chacón A.

En la figura 7.11 se señala el costo de la hoja de ruta propuesta en la figura 7.9. Los supuestos de esta estimación de inversiones son los siguientes:

1. Se estima una capacidad de 1,500 watts promedio por techo que puede variar según la región y sus características climáticas.
2. El factor de planta es de 0.18.
3. Los costos totales residenciales y por módulo se toman de la figura 7.10 iniciando 2016, 2.37 Dólares/watt y finalizando 2024, 1.03 Dólares/watt instalado con una disminución anual de 0.17 Dólares/watt.

Antes de continuar, es necesario conocer el subsidio a las tarifas eléctricas, básicamente domiciliarias y agrícolas en los últimos años. El subsidio en 2012 fue de 84 mil millones de pesos<sup>67</sup> mientras que el de 2013, según algunas fuentes confiables, fue del orden de 100 mil millones de pesos. Las mismas

<sup>67</sup> CNN Expansión: *El subsidio eléctrico reta a la reforma*, disponible en: <http://www.cnnexpansion.com/economia/2013/12/19/el-subsidio-a-la-luz-reta-a-la-reforma>, 18.02.2015.

Figura 7.11: Inversiones para la hoja de ruta de GSD.



Fuente: Daniel Chacón A.

fuentes reportan que el subsidio equivale a un rango entre 42 y 58% del costo de generación.

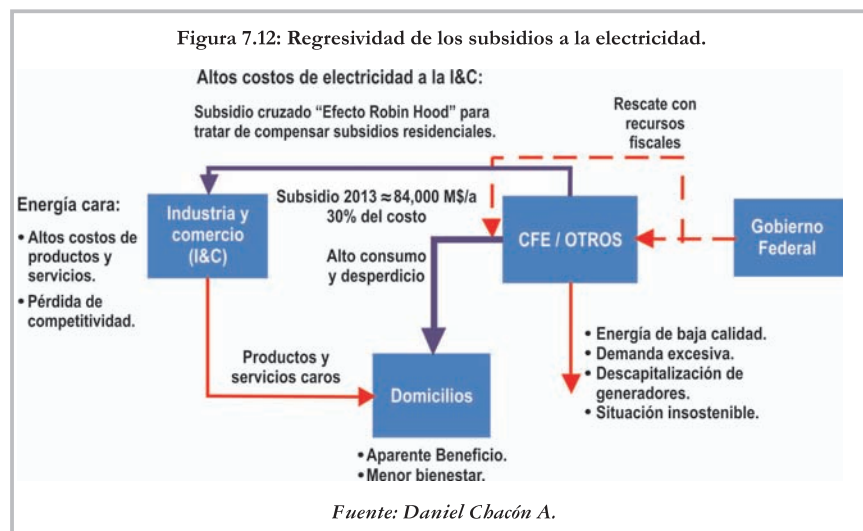
En comparación, la inversión total de la Hoja de Ruta de GSD es de 103,698 millones de pesos en los nueve años. Esta cifra pareciera muy alta pero sólo es del orden del 10% del subsidio actual. En efecto, si el subsidio continuara siendo el mismo, en nueve años sumaría 900 mil millones de pesos.

Se estima, como ya se dijo, que la generación en 2024 será del orden de 9.5 TWh/año que, comparado con el consumo residencial actual es del orden del 18%.

Estas estimaciones nos llevan a reflexiones muy interesantes como la refocalización de los recursos que ahora se usan para mantener los subsidios a las tarifas eléctricas residenciales que son y han sido sumamente regresivos. En los siguientes párrafos se presentan algunas ideas.

En un ambiente de pre-reforma, los subsidios a la electricidad tenían, y probablemente seguirán teniendo por un tiempo, una estructura muy confusa pero desgraciadamente muy real. Las tarifas domiciliarias y las tarifas al campo se han mantenido durante muchos años en porcentajes muy altos del consumo,

como se hace evidente incluso en los propios recibos que le llegan el ciudadano y que tienen leyendas y cifras alusivas a dicho subsidio. Es muy claro que el subsidio lo terminamos pagando todos los mexicanos pero no es muy claro de cuáles bolsas salen sus diversos componentes. Sin temor a equivocarnos podemos suponer que una parte proviene del erario público mientras que otra parte provendrá del propio presupuesto de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que finalmente termina aportando el gobierno. Esta afectación al presupuesto de la CFE incidía, y todavía incide, sin duda, en la salud de las finanzas de la ex paraestatal, ahora empresa productiva del estado. En la figura 7.12 se muestra un diagrama que explica la relación perversa de los subsidios y su poca sostenibilidad.

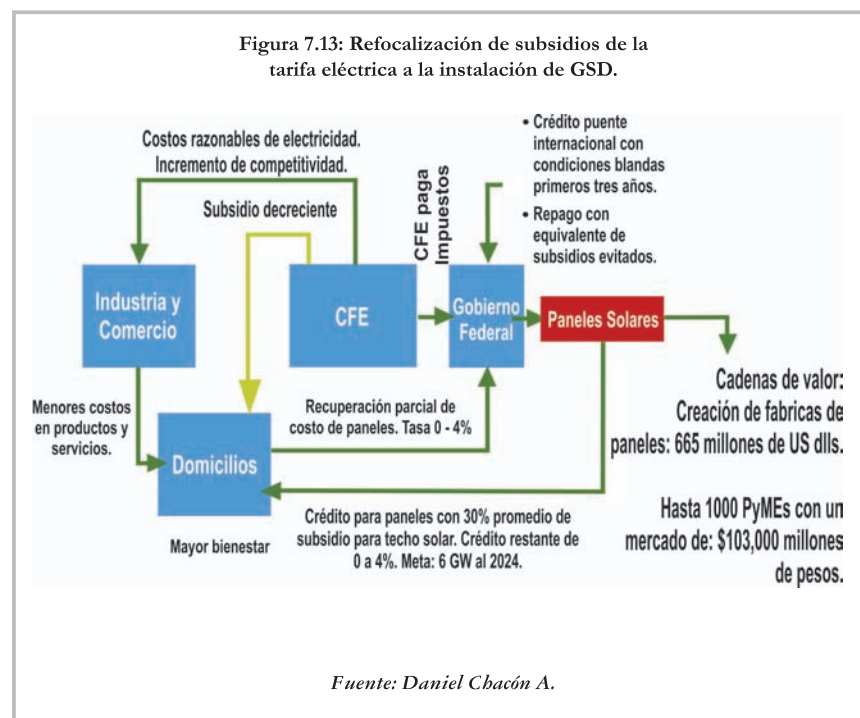


La imagen muestra a la CFE otorgando a los domicilios un servicio eléctrico aparentemente barato que propicia la ineficiencia y el despilfarro. El costo de los subsidios deterioró la capacidad operativa de la CFE dando como consecuencia un servicio de mala calidad a los hogares. Al mismo tiempo, la CFE proveía y provee a la industria y al comercio un servicio eléctrico con tarifas muy caras comparadas con las de los Estados Unidos de América (EUA). Estos altos costos de energía repercuten en los costos de producción originando que las empresas terminen vendiendo caro sus productos y servicios a los ciudadanos. Por su parte, los subsidios son insostenibles para la CFE

que tiene que ser rescatada por el Gobierno Federal con cargo al erario público. Al final, todo mundo sale perdiendo.

La estructura y origen de los subsidios en un ambiente post-reforma es una de las grandes incógnitas. Por un lado, se prometió que la reforma energética haría que bajaran las tarifas de la electricidad; al mismo tiempo, se considera que los subsidios deben desaparecer pero esto es una medida políticamente muy costosa y difícil de que se adopte. Por otra parte, la CFE y los nuevos generadores no podrán ser los responsables de subsidiar si se quiere que sean competidores eficientes en el nuevo mercado. En todo este tema, la GSD puede ser la respuesta al problema como una posible alternativa para disminuir los subsidios al mismo tiempo que abarata el costo de la electricidad a los ciudadanos y a las actividades productivas.

La siguiente figura indica un esquema donde los recursos para los subsidios se refocalizan para la compra de módulos solares y los servicios de su instalación en los domicilios.



En la imagen 7.13 se presenta cómo el Gobierno Federal, puede refocalizar los subsidios accediendo a un crédito en la banca multilateral en condiciones favorables que le permitan proporcionar, en una primera etapa, paneles solares a los hogares que reciben los mayores subsidios (normalmente en el consumo medio) mediante créditos blandos operados a través de Instituto del Fondo Nacional para el Consumo de los Trabajadores (Fonacot) o un ente similar. Los paneles se instalan en los domicilios sin que los ciudadanos tengan que aportar enganche alguno y con un descuento. Al mismo tiempo, se crean una industria nacional y respectivas cadenas de valor. Los ciudadanos bajan significativamente su consumo de la electricidad de la red por lo que la CFE y los privados ya no tienen que mantener sus plantas en operación bajo la demanda excesiva, permitiendo ahorros importantes. Finalmente los ciudadanos pagan los paneles instalados en condiciones crediticias muy favorables y a largo plazo a partir de los ahorros en el costo de la energía.

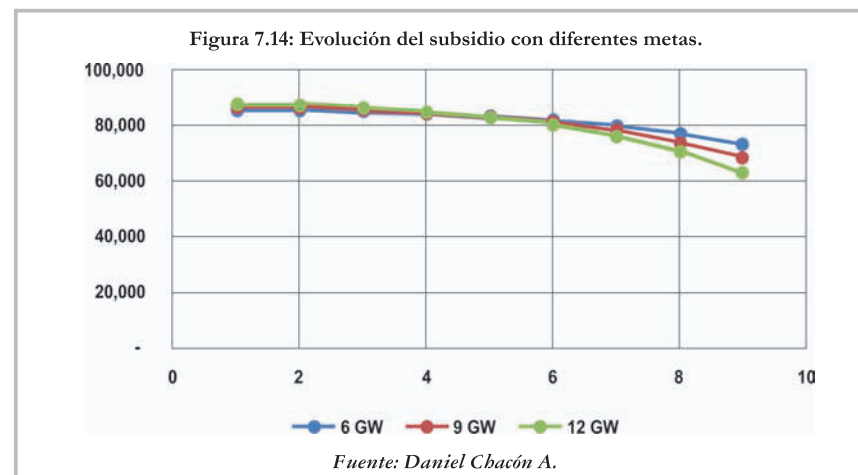
Bajo este esquema, los subsidios residenciales se eliminan progresivamente en proporción al incremento de penetración de la GSD, crece la capacidad de generación del país y se aprovechan todas las ventajas de la GSD mencionadas en las primeras páginas de este capítulo.

1. Se mantienen las condiciones técnicas que se describen arriba con respecto a los cálculos de las inversiones.
2. El gobierno otorga al menos un 30% de descuento en el costo de los paneles solares.
3. El resto de la inversión la financia el gobierno a tasa cero.
4. Los compradores residenciales recuperan el IVA, y se pudiera hacer un crédito fiscal sobre el Impuesto Sobre la Renta (ISR).

El descuento es del orden de 2,270 millones de pesos en el primer año, que es equivalente a 2.7% del subsidio. El costo para el gobierno es muy pequeño ya que el consumo de electricidad baja y esos KWh ahorrados ya no tienen que ser subsidiados.

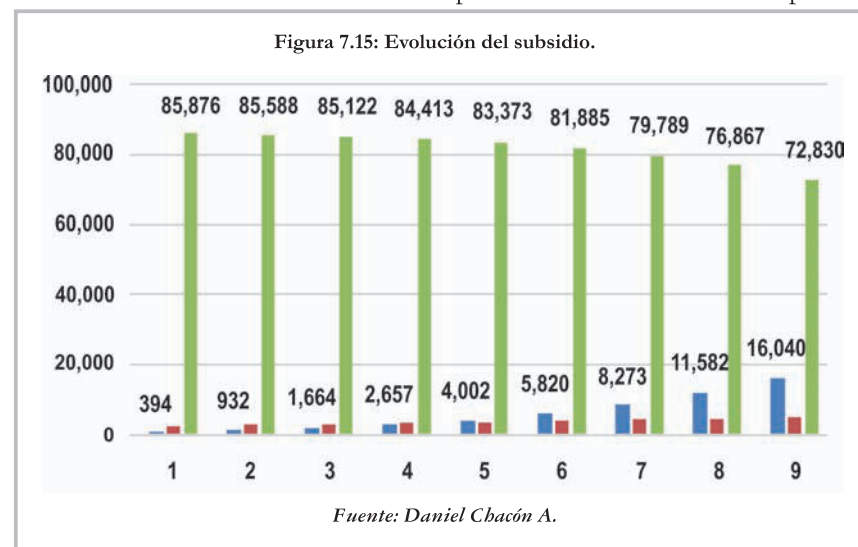
En la figura 7.14 se muestra la evolución del subsidio conforme se va implementando la meta en un período de nueve años. Se puede ver un

incremento ligero al principio y una disminución constante. Esta evolución se grafica para tres grados de penetración, 6, 9 y 12 GW manteniendo 1500 watts instalados por vivienda.



Este esquema tiene las siguientes características:

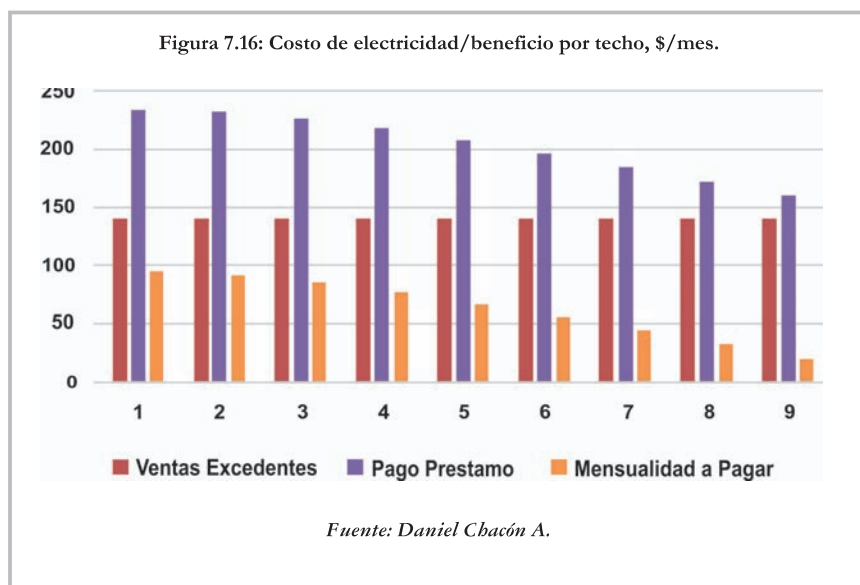
La figura 7.15 exhibe la evolución del subsidio conforme los usuarios residenciales dejan de gravitar sobre el mismo al instalar sus paneles solares. También muestra cómo el subsidio compensa con creces el descuento perdido





que se hace a los ciudadanos para que compren sus paneles.

La figura 7.16 enseña el gasto total mensual por concepto de electricidad que tienen que desembolsar los hogares donde se instalen los paneles y donde se elimina el subsidio bajo la meta de seis GW. Conforme el ciudadano vende la electricidad excedente, la factura mensual por concepto de luz es menor a cien pesos para quienes se enrolen primero. Para quienes se enrolen en el último año, y disfruten de la disminución del costo de la tecnología, su factura mensual de luz será del orden de 20 pesos.



Cada barra representa la erogación mensual que tendrá que hacer cada hogar según el año en que se instalen los paneles. Así, quienes sean los primeros, erogarán cien pesos mensuales por diez años por concepto del repago de paneles y por la energía que consuman. En este mismo cálculo se incluye también la venta de electricidad excedente de cada hogar equipado con paneles. Este excedente lo pueden vender los ciudadanos a la red a un precio de 1.98 pesos por kilowatt-hora que es una fracción del costo estimado de producción promedio de la electricidad, según reza en los recibos de energía que entrega la CFE. En promedio, una instalación de 1500 watts genera excedentes bajo un consumo mensual también promedio. Esta situación puede variar entre

regiones.

Quienes contraten al final del período, cuando los costos de los paneles hayan bajado significativamente, simplemente menos de 20 pesos, tal como lo muestra la barra verde del extremo derecho de la figura 7.16. Por supuesto que estos valores son promedio y pueden variar de región en región.

## Conclusiones

La generación distribuida es un concepto que revolucionará la producción de energía eléctrica en el mundo en los próximos años. México se ha quedado rezagado en este tema y es urgente aprovechar el impulso de la Reforma Energética para entrar de lleno en la competencia mundial y alcanzar nuestras propias metas.

En particular, la generación solar distribuida representa la mayor oportunidad para nuestro país, por el enorme potencial que implica poseer, en la mayor parte de nuestro territorio, una de las mejores radiaciones solares del mundo.

México ha comprometido en foros internacionales sobre energía y cambio climático, que para el año 2024, el 35% de la energía eléctrica del país será producida por fuentes renovables. Como un complemento importante de este compromiso es la contribución que la GSD pueda hacer. La meta específica que se propone para GSD es de seis GW. Si actualmente el total de generación por energía solar es de tan sólo 0.059 GW, es evidente que se requerirá de una muy estrecha colaboración entre el gobierno, la iniciativa privada y los ciudadanos para que la meta sea alcanzada. La GSD puede impulsarse con mucha eficacia en las grandes concentraciones urbanas como en la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara; en ciudades importantes de todo el país, pero también en zonas rurales apartadas, donde la alternativa con mayores ventajas es precisamente la energía solar.

Deben aprobarse incentivos y esquemas de financiamiento accesibles que nos permitan dar el salto para convertirnos en el país de mayor crecimiento en GSD. Ya vimos que un porcentaje mínimo del espacio del territorio, susceptible de emplearse en la generación solar, bastaría para suministrar toda la energía requerida en el país; entonces no sólo es posible alcanzar la meta, comprometida, sino superarla y por mucho.

## Bibliografía

**McKinsey & Company:** *Solar Power: Darkest Before Dawn*, Alemania 2012.

**Economic and Global Policy Issues;** *Sustainable Growth and Resource Productivity*

Traducido al español: "La falta de soporte a nivel nacional explica por qué México no ha visto un despegue real del mercado, a pesar del excelente recurso solar", Inglaterra 2009.

## Direcciones de Internet

**Bird, L.; McLaren, J.; Heeter, J.:** *Regulatory Considerations Associated with the Expanded Adoption of Distributed Solar*, NREL 2013, disponible en: <http://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60613.pdf>, 18.02.2015.

**California Public Utilities Commission:** *California Renewables Portfolio Standard (RPS)*, disponible en: [www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables/](http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables/), 18.02.2015.

**Citi GPS: Global Perspectives & Solutions:** *Energy Darwinism: The Evolution of the Energy Industry*, 2013, disponible en: <https://www.citivelocity.com/citigps/ReportSeries.action?recordId=21>, 18.02.2015.

**CNN Expansión:** *El subsidio eléctrico reta a la reforma*, 20-12-2013, disponible en: <http://www.cnnexpansion.com/economia/2013/12/19/el-subsidio-a-la-luz-reta-a-la-reforma>, 18.02.2015.

**Energy Matters:** *Estimating Global Solar PV Load Factors* Posted by Roger Andrews; June 20 2014, disponible en: <http://euanmearns.com/estimating-global-solar-pv-load-factors/>, 18.02.2015.

**International Energy Agency:** *Trends 2013 in Photovoltaics Applications, Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2012*, Report IEA-PVPS T1-23:2013, disponible en: [http://www.ieapvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/FINAL\\_TRENDS\\_v1.02.pdf](http://www.ieapvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/FINAL_TRENDS_v1.02.pdf), 18.02.2015.

**NREL:** *Regulatory Considerations Associated with the Expanded Adoption of Distributed Generation 2013*, disponible en: <http://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60613.pdf>, 18.02.2015.

**SEIA:** *SEIA: U.S. Solar Market Insight. Report*, disponible en: <http://www.seia.org/news/new-report-us-solar-market-grows-41-has-record-year-2013>, 18.02.2015.

**United States Census Bureau**, disponible en: [www.census.gov](http://www.census.gov), 18.02.2015.

## Gráficas y Tablas

**Citi Research; Bloomberg New Energy Finance**, <http://about.bnef.com/about-us/>

**Citi GPS, Energy Darwinism 2013**, <https://www.citivelocity.com/citigps/ReportSeries.action?recordId=21>

**Price Waterhouse Coopers, PwC**, <http://www.pwc.com/mx/es/>

# EL CAMBIO ENERGÉTICO EN ALEMANIA

JANINA GRIMM-HUBER

INVESTIGADORA Y COORDINADORA DE PROYECTOS  
DE LA FUNDACIÓN KONRAD ADENAUER DE MÉXICO

## Introducción

Gracias a la ciencia y a los numerosos estudios de expertos en la materia, hoy en día sabemos con seguridad sobre las grandes desventajas de las energías fósiles, especialmente del petróleo:

Sabemos que el petróleo no es una fuente de energía abundante. Mientras que en los años sesenta se encontraban en el subsuelo seis barriles por cada barril de petróleo consumido, actualmente se consumen de tres a seis barriles y paralelamente sólo es encontrado un barril. Así, se hace cada vez más evidente que la tasa de producción máxima de petróleo a nivel mundial se acerca. Hasta la fecha, 54 de los 65 países productores de crudo más grandes ya han sobrepasado el límite máximo de su explotación petrolera y muchos de los demás siguen el mismo camino.

Adicionalmente, la Tasa de Retorno Energético -la correlación de energía obtenida de acuerdo a la energía invertida- es cada vez menos atractiva porque en un futuro poco lejano, será tan alto el costo energético a invertirse para lograr la extracción del petróleo, que su obtención dejará de ser rentable, ya que la cantidad de energía invertida será equivalente o mayor al producto obtenido. Porque mientras que en las épocas de abundancia del crudo se necesitaba un barril de petróleo para descubrir y explotar cien nuevos barriles, hoy en día, se descubren y explotan únicamente diez barriles con un barril de petróleo.

También sabemos que los hidrocarburos emiten los famosos Gases de Efecto Invernadero, que causan el calentamiento global, por lo que tienen consecuencias serias para nuestro entorno, manifestándose, entre otras, en una creciente desertificación, sequías permanentes, repetidas catástrofes naturales o el derretimiento de los glaciares.

Asimismo, los acontecimientos del pasado nos han enseñado que los

JANINA GRIMM-HUBER

combustibles fósiles, especialmente el petróleo, han sido utilizados como un arma política y perjudican, por los precios crecientes en el mercado internacional, el desempeño económico de la gran mayoría de los países.

Por estas razones, es necesario que las autoridades políticas, los actores de la industria y los ciudadanos de cada país realicen un esfuerzo conjunto para cambiar el paradigma energético tradicional, donde el crecimiento económico se basa en el consumo de energía y de recursos naturales no renovables, dejando de lado aspectos climáticos, de rentabilidad y de sustentabilidad.

La República Federal de Alemania ha avanzado, como ningún otro país industrializado, en reorientar su política energética con el fin de independizarse de los combustibles fósiles, para generar crecimiento a través del desarrollo de energías renovables, trabajando, a la vez, para cumplir con sus obligaciones de mitigar los Gases de Efecto Invernadero, para frenar el cambio climático y cuidar al medio ambiente.

De este modo, la presente aportación busca aprovechar el momento crucial en el que se encuentra ahora México en materia energética por la reciente aprobación de la reforma energética y compartir las experiencias que ha tenido Alemania, al pugnar para superar la “era del petróleo” y dejar atrás los tiempos del consumo desmedido de recursos, de un crecimiento a expensas de la naturaleza y del medioambiente.

Por lo tanto, este trabajo hará un recuento sobre la evolución de las políticas energéticas de Alemania, empezando con la era de la industrialización hasta llegar a la actualidad. A su vez, se propone una reflexión sobre los diferentes antecedentes que motivaron a un cambio de perspectivas y la nueva toma de decisiones en y para el sector energético.

Así pues, se presentará a detalle la nueva estrategia integral del sector energético alemán que fue implementada en 2010 por el gobierno de Angela Merkel, se nombrarán sus principios, objetivos e instrumentos de acción, pero también se analizarán sus ventajas, contrarrestando éstas con los desafíos a enfrentar.

Todo esto con el propósito de motivar a los tomadores de decisión en México, pero también de otros países, para desarrollar un modelo de política energética que pueda transitar a una era donde el crecimiento sea una variable



independiente del consumo de recursos, donde las personas aprendan a administrar los bienes económicos en niveles compatibles con la naturaleza y donde ganen calidad de vida, desarrollo y bienestar.

### **La metamorfosis energética de Alemania. Una reseña histórica de 1945 al 2000.**

El común denominador de la matriz energética en Alemania es su transformación constante. Mientras que durante las últimas cuatro décadas el consumo de energías primarias permaneció prácticamente en el mismo nivel, paralelamente, la composición energética experimentó adaptaciones considerables. Éstas se vieron empujadas por cambios en la política energética alemana, que tuvieron su detonante indirecto en una serie de acontecimientos clave que no sólo determinaron el debate público y político-energético sino también han retado la intervención y la regulación gubernamental en distintos rubros.

De esta forma, se destaca así, para el caso de la República Federal de Alemania, una evolución en la política energética, dividida en cinco fases, cada una de éstas bajo su propio lema:

#### **a) Política energética = Política del Carbón**

Después de la Segunda Guerra Mundial, en la época de la posguerra, todo esfuerzo se enfocó en la revitalización económica y en la reconstrucción del país, lo que detonó tanto el crecimiento económico como demográfico y por ende a una demanda energética creciente. Para satisfacerla y contrarrestar el riesgo de escasez de suministro, Alemania se apoyó primordialmente en sus vastos yacimientos de carbón. Entonces, la política energética estaba enfocada en aumentar su producción energética nacional - especialmente la explotación de carbón de piedra - para cubrir su creciente consumo energético. Durante el “milagro económico” de Alemania, a principios de 1950, la explotación minera tuvo su último auge, se construyeron cincuenta nuevos ejes de mina y en la cuenca de Ruhr trabajaron más de 600 mil *Kumpel* (mineros) excavando en las *Zechen* (minerías), produciendo así, hasta los años sesenta, casi 118 millones de toneladas de carbón al año<sup>68</sup>.

<sup>68</sup> La tasa productiva de carbón más alta después de 1945 se alcanzó en 1956 con una explotación de 151,4 millones de toneladas. Fuentes: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): *Deutschland - Rohstoffsituation 2012*,

Sin embargo, al poco tiempo se vivieron las consecuencias de una tendencia imprevista por la industria minera de Alemania, pero que tendría consecuencias fatales para ésta: la explotación masiva de carbón en otras partes del mundo, como en China, en la Unión Soviética y en Estados Unidos. En estos países el carbón fue mucho más barato y, además, desde entonces, con gran disponibilidad para alcanzar cualquier otra nación del mundo debido a los bajos precios del transporte marítimo.

Como Alemania seguía en su maratón de crecimiento económico, que conllevaba a la necesidad de abasto energético, veía en el carbón importado de bajo precio una gran ventaja económica ya que, por un lado, haría crecer la gama de ganancia y, por el otro, se conseguiría una fuente energética menos complicada y costosa de extraer. Para comparar, en la República Federal de Alemania en 1960 se perforaba a una profundidad de 644 metros, mientras que en EUA, sólo se necesitaba penetrar el suelo a unos 100 metros para poder explotar el carbón.

El carbón barato extranjero ganó la batalla de competitividad en el mercado internacional. Como consecuencia, a partir de 1958, se experimentó en Alemania una gran crisis de carbono. En sólo diez años 78 minas sobre el territorio nacional se vieron obligadas a cerrar, lo que ocasionó que la tasa de empleos en este sector se redujera a la mitad. Mientras que la industria minera internacional de carbón registraba, entre 1970 y 1985, mayores tasas de crecimiento, la minería de Europa del Este fue cayendo más y más en una profunda depresión, de la que nunca se ha podido recuperar.

Desde entonces se llegó a una innegable conclusión, que la hulla alemana<sup>69</sup>, por sus altos costos de extracción, no es económicamente rentable ni puede competir a nivel mundial. Es por ello que por muchos años se subsidió de forma masiva el carbón de piedra nacional, esto acompañado, especialmente en épocas de recesión, por acalorados debates políticos que discutían si estas

Hannover 2013, p. 31; BGR: *Energiestoffe 2009. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit*, Hannover 2009, p. 210. La versión en inglés se encuentra bajo esta liga electrónica: [http://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Energie/Produkte/energyresources\\_2009.html?nn=1542330](http://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Energie/Produkte/energyresources_2009.html?nn=1542330), 14.08.2014.

<sup>69</sup> Se distingue entre la hulla y el lignito. En Alemania, el ulterior puede, en contraste al carbón de piedra, competir sin ni siquiera ser subvencionado, con los combustibles de otros países. A partir de la producción industrial de lignito Alemania es de hecho el mayor productor de lignito a escala mundial. Fuente: BGR: *Deutschland - Rohstoffsituation 2012*, Hannover 2013, p. 31-33.

acciones eran responsables y razonables ante las tesorías vacías del Estado. Por lo que, en 1997, se acordó, entre el gobierno federal y los estados mineros, reducir paulatinamente los subsidios públicos al carbón de 4.6 billones de Euros a 2.5 billones en 2005. Dándole seguimiento a este camino iniciado, a finales de 2007 entró en vigor la Ley de Financiación del Carbono, que indica el abandono del apoyo gubernamental a la industria de hulla alemana de manera definitiva hasta 2018<sup>70</sup>. Es decir, después de esta fecha límite, no habrá subsidios para ninguna empresa minera de carbón de piedra en Alemania. De este modo, para 2012 ya se ha reducido la explotación a 10.8 millones de toneladas, que equivalen a sólo siete por ciento de la cantidad producida en 1956<sup>71</sup>.

### b) ¡Adiós carbón, bienvenido petróleo!

Aparte de la creciente demanda por el carbón foráneo barato, que se experimentaba a partir de mediados de los años cincuenta, causada por una mayor participación de Alemania del Oeste en el comercio internacional, el sector industrial y el gobierno alemán empezaron a entusiasmarse, marcando como su máxima prioridad el mantener sus costos energéticos a un nivel mínimo, teniendo al petróleo como fuente asequible para cubrir la demanda energética del país y sustentar su creciente economía de exportación.

Pero no sólo la cuestión del precio y su aparente percepción de disponibilidad infinita en el mundo hicieron que el petróleo se convirtiera en una materia prima tan favorable y deseable de extraer e importar.

También se dio, entre otros factores, por el rápido aumento de la motorización y el desarrollo ascendente de la industria automotriz en Alemania, que hicieron crecer la popularidad de esta fuente energética. El petróleo fungía también como un elemento esencial para la industria química, que en estos tiempos era relativamente nueva y se caracterizaba por su rápida expansión en Alemania, dado a que se descubrió el potencial tecnológico, como económico, de un nuevo producto hecho de petroquímicos y que se hacía notar por su potencial de comercialización, que hoy es conocido bajo el término general de “plástico”,

<sup>70</sup>Gesetz zur Finanzierung der Beendigung des subventionierten Steinkohlenbergbaus zum Jahr 2018, disponible en: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/steinkohlebergbau/gesamt.pdf>, 11.08.2014.

<sup>71</sup>Ibid., p. 31.

y que conquistaba el mundo fabricante.

Además, el sector petrolero se disponía a cuestionar la posición monopólica del carbono en el sector de la calefacción para la industria y los hogares<sup>72</sup>. Así, desde principios de los años sesenta hasta la primera crisis petrolera de 1973, se registró un incremento continuo en la demanda de petróleo crudo con un máximo de alrededor de 130 megatoneladas (Mt)<sup>73</sup>.

En comparación a países productores de petróleo, en Alemania se producen y se han producido cantidades marginales de petróleo dado a los escasos yacimientos sobre territorio alemán, que se encuentran en su mayoría en los Estados de Schleswig-Holstein y Baja Sajonia. Ya en la década de los sesenta, la explotación petrolera nacional había llegado a su máximo desempeño, extrayendo sólo ocho Mt anuales del subsuelo nacional, manteniéndose a este nivel hasta 1970 y decreciendo desde entonces<sup>74</sup>. Hoy en día, únicamente el dos por ciento de la cantidad de petróleo que necesita el país para su desempeño industrial y económico se cubre gracias a la extracción de fuentes domésticas<sup>75</sup>.

De este modo, al contrastar la situación de la demanda y la oferta petrolera nacional y reflejar dicho análisis sobre el crecimiento económico extraordinario en los años sesenta, no sorprende que Alemania se haya convertido en uno de los países importadores de petróleo más grandes del mundo. Es por ello que como una de las consecuencias inmediatas, un país altamente dependiente del petróleo crudo y de productos petrolíferos extranjeros y atados a precios fijados por el mercado petrolero mundial, no causaba gran preocupación en estos tiempos. El oro negro parecía provenir de inagotables manantiales y de países pasivos y políticamente estables, así que nadie se podía o quería imaginar que la burbuja paradisíaca en la que se vivía, producía y enriquecía, iba a estallar de manera tan feroz, como finalmente sucedió con los ascensos bruscos del precio del petróleo en los años setenta.

Mientras que en los años sesenta la sociedad internacional experimentaba un “boom económico”, alimentado por los dos combustibles fósiles principales,

<sup>72</sup>Karlsch, Rainer; Stokes, Raymond G.: *Faktor Öl: Die Mineralölwirtschaft in Deutschland 1859-1974*, Munich 2003, p. 301.

<sup>73</sup>BGR 2009, p. 199.

<sup>74</sup>Ibid., p. 195.

<sup>75</sup>BGR: *Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen*, Hannover 2013, p. 14.

el petróleo y el carbón, al cambiar de década la euforia empezaba a nivelarse por la disminución en el ritmo de crecimiento. Durante estos años el cártel de los países petroleros más importante a nivel internacional, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC, por sus siglas en inglés), decidió reducir la producción, en lo particular, con el motivo de incrementar los precios del petróleo. Su plan resultó exitoso para ellos, y nefasto para los demás, pues de 1972 a 1978 aumentó el precio del petróleo por alrededor de 270 por ciento. Ante la alta dependencia del petróleo y los elevados precios de éste, llevaron a muchos países importadores a una recesión económica con severas consecuencias.

Alemania fue uno de esos países afectados. El crecimiento económico se aminoró y a causa de este factor adverso externo, el crecimiento se contrajo un 1.6 por ciento y la tasa de desempleo fue del 4.7 por ciento<sup>76</sup>. El alto nivel de precios llevó a fuertes descensos del poder adquisitivo. Ante esa situación, los sindicatos presionaron para lograr incrementos salariales, lo que desembocó finalmente en una alta tasa de inflación.

### c) Hacia una mayor seguridad y diversificación energética

A pesar de las consecuencias devastadoras para la economía alemana, que causaron las crisis petroleras de 1973 y 1979/80, a la vez, éstas llevaron a un cambio de perspectivas y de conciencia por parte de los actores políticos.

Las crisis fomentaron la reflexión y sensibilizaron a las autoridades del país ante los desafíos que genera la dependencia de las importaciones energéticas, en especial del petróleo, y revelaron que, para garantizar la seguridad energética como un desarrollo sustentable del país, se requería, primero, asegurar el abastecimiento energético y, segundo, diversificar la matriz energética nacional.

Para ilustrar este cambio de paradigma que empezó a desarrollarse desde entonces en el ámbito político alemán, se cita a continuación un fragmento de un papel de investigación y reflexión sobre la problemática energética, elaborado por el Partido Demócrata Cristiano (CDU, por sus siglas en alemán)

<sup>76</sup>Fokus online: *Die erste Ölkrise*, disponible en: [http://www.fokus.de/finanzen/news/tid-13707/wirtschaftskrisen-die-erste-oelkrise\\_aid\\_382011.html](http://www.fokus.de/finanzen/news/tid-13707/wirtschaftskrisen-die-erste-oelkrise_aid_382011.html), 18.08.2014, y Der Spiegel: „Ölkrise lähmt Konjunktur“, en: Der Spiegel 46/1973: *Ölscheichs gegen Europa*, p. 110-120.

y publicado en el año 1980:

[...] “La política energética de la República Federal de Alemania debe tener en consideración que el suministro de energía de hoy en día como en el futuro, se enfrenta a grandes incertidumbres. Desde que en 1973 se descubrió el petróleo como arma política, el intento de cubrir las necesidades energéticas no se ha vuelto solamente caro sino también más riesgoso. Las razones políticas determinan en una medida significativa sobre la disposición de los países productores, de querer proveernos con energía. [...] Es por ello que una política energética orientada hacia el futuro, deberá crear condiciones marco fiables para la planificación y para las decisiones de inversión en la economía energética. Así, las actividades del gobierno deben atender con mayor premura los desafíos del suministro energético de la República Federal de Alemania. Sólo la capacidad de adaptarse rápidamente a las condiciones cambiantes puede, a largo plazo, garantizar nuestra seguridad energética. [...] Por lo que después de la crisis petrolera de 1973/74 todos los gremios políticos del Parlamento, como del Gobierno Federal, estuvieron de acuerdo en que se tendría que reducir significativamente la dependencia de las importaciones petroleras de nuestro país”<sup>77</sup>.

Por causa de las problemáticas ocurridas en el abastecimiento energético, desde el inicio de los setenta, el gobierno federal de la República Federal Alemana elaboró, por primera vez en su historia<sup>78</sup>, y justo antes del inicio de la crisis, un programa marco en materia energética, que incluía un planteamiento de objetivos y acciones políticas para los distintos vectores energéticos.

Destaca en esta estrategia nacional, como también en su primera actualización que se elaboró poco después de la primera crisis petrolera, la importancia que se da a la energía nuclear como energía alternativa al petróleo -cabe mencionar que hasta 1973 existían en Alemania diez plantas nucleares. Sin embargo, a partir de la crisis se aumentaron las inversiones en energía nuclear de mayor forma, motivadas por los objetivos denominados en la estrategia nacional, que determinaron una elevación de potencia de 7 mil 200 a 20 mil megavatios (MW) para 1980 y 45 mil MW para 1985. Finalmente, no se realizaron estos planes en su totalidad, como fue originalmente proyectado en el programa nacional del gobierno, puesto que se fueron actualizando a las nuevas demandas y proyecciones a largo plazo.

<sup>77</sup>CDU: *Das Energieproblem - Herausforderung an die Entscheidungsfähigkeit unserer Gesellschaft*, en: CDU-Dokumentation 30/80, Bonn 1980, p. 1-2. Traducido propiamente.

<sup>78</sup>Hasta finales de 1960, el suministro de energía se había desenvuelto en gran medida sin mayores dificultades. Es por ello que solo existían de caso en caso intervenciones puntuales por parte del Estado en la economía energética del país. Estas escasas intromisiones, en su mayoría, fueron solo con el objetivo de proteger el sector minero de carbono nacional.



La proporción de energía atómica que se quería alcanzar para la gama energética del país, que fue concretada en la versión original del programa, se vio disminuida sucesivamente, en cada una de las siguientes actualizaciones de la estrategia nacional. En 1989 se construyó la última de un total de 35 plantas nucleares en Alemania. Así que poco a poco se clausuraron algunas de ellas hasta que, en 1998, la coalición gubernamental del Partido Socialdemócrata y el Partido Verde comenzaron a negociar con la industria nuclear sobre una retirada ordenada en cuanto a la producción y utilización de energía nuclear.

Con la modificación de la Ley de Energía Nuclear, en 2002, se prohibió la construcción de nuevas plantas y se limitaron los plazos regulares de expedición de las plantas existentes a un promedio de 32 años desde su puesta en marcha. Con la decimotercera enmienda de la Ley de Energía Nuclear que se aprobó en 2011, el gobierno federal decidió finalmente a terminar el uso de la energía nuclear en Alemania de manera determinante, así pues, es hasta 2022 cuando se tendrá que desconectar la última central nuclear sobre el territorio alemán. Con esto, por primera vez en su historia, la República Federal Alemana ha establecido una fecha determinada para poner fin a la historia nuclear de su país<sup>79</sup>.

Estas decisiones han tenido sus primeros frutos: hasta el desmantelamiento de ocho centrales de energía en 2011, estuvieron instalados todavía 17 plantas nucleoelectricas con una potencia bruta de 21 mil 517 megavatios de potencia eléctrica (MWe) y, para finales de 2012, sólo estuvieron conectadas a la red nueve centrales con una capacidad bruta de 12 mil 696 MWe<sup>80</sup>.

Para volver al contenido esencial de este capítulo y concluir, hay que recordar que se encaminó con el Programa Energético Nacional y sus diferentes enmiendas a partir de la primera crisis petrolera, a una política energética que no sólo tenía como objetivo asegurar energía barata. De tal forma que las crisis petroleras abrieron los ojos de las autoridades gubernamentales ante una realidad alarmante, que demostraba lo contrario a las creencias sobre una fuente energética inagotable y que ponía en peligro la seguridad energética

<sup>79</sup>Esta decisión es criticada por muchos expertos porque temen que Alemania no podrá sustituir esta energía por los renovables hasta el año límite establecido, y por ende ven en riesgo la seguridad de abastecimiento de energía.

<sup>80</sup>BGR: Deutschland - Rohstoffsituation 2012, Hannover 2013, p. 34.

de Alemania. Sacudió así a los actores políticos del país de tal manera, que decidieron, mediante un documento marco, conceptualizar la política energética para encaminarse hacia un sistema energético que también asegurara el abastecimiento energético de manera fiable y sustentable.

Tras lo vivido con el aumento de los precios del petróleo en la séptima década del siglo XX, decidieron manejar una política “weg vom Öl”, que quiere decir una política que se aleje del petróleo. Este lema se volvió crucial para la política energética alemana y desde entonces ilumina el camino hacia un futuro independizado de combustibles fósiles y con una diversidad de fuentes energéticas, esto a través de estrategias y acciones políticas concretas. En un principio, la energía nuclear llegó a volverse la nueva estrella en el firmamento energético, pero por varias razones que se detallarán en el siguiente capítulo, esta euforia no duró mucho tiempo y empezó a tener sus primeras abolladuras poco después, por lo que también se decidió independizarse paulatinamente de este venero<sup>81</sup>.

Es por esta razón que paralelamente empezaron a sembrarse nuevas ideas para la estructura y la composición del sistema energético: además de revivir nuevamente la extracción del carbono nacional, también se adoptó una ley para ahorrar energía y aumentar la eficiencia energética. Asimismo, mediante mayores inversiones en nuevas tecnologías y en la investigación energética se dieron los primeros pasos, como consecuencia de la segunda crisis petrolera en 1979, hacia el desarrollo de energías renovables como elemento prometedor para alcanzar una mayor diversificación energética y deshacerse de la dependencia de energías fósiles.

#### **d) Lo ambiental permea en las políticas energéticas**

En los años setenta la política energética alemana se constituía por dos pilares, la rentabilidad económica y la seguridad de abastecimiento energético, en los años ochenta, los temas ambientales y de cambio climático comenzaron a ganar peso en los debates cívicos y políticos y, en consecuencia, fueron consolidándose con el paso del tiempo hasta finalmente ser incorporados conjuntamente en las políticas energéticas alemanas como un tercer pilar

<sup>81</sup>Sin embargo ha tenido y tiene hasta la fecha todavía un rol importante para la satisfacción de energía eléctrica de Alemania.

fundamental. Este proceso fue resumido de forma clara en un documento informativo e instructivo del Parlamento Federal de Alemania, titulado “La estrategia integral de las políticas energéticas del Gobierno Federal. Política energética para la Alemania unificada”, del año 1991:

[...] Mientras que en los años cincuenta y sesenta la política energética se enfocaba sólo en cumplir con el suministro energético necesitado, sin importarse del tipo de fuente, en los años setenta se dio énfasis en los temas de seguridad energética y de costos energéticos. Pero hoy en día, el cuidado al medio ambiente y al clima representan la mayor demanda para nuestra política energética<sup>82</sup>.

A continuación, el documento destaca, con base en dichas reflexiones, siete directrices de las que se citan, por su relevancia temática sólo tres:

- a) [...] “La seguridad de suministro energético, la rentabilidad económica, la compatibilidad ambiental y la conservación de los recursos representan conjuntamente en el futuro, objetivos indispensables y deben ser manejados, cada uno, con la misma importancia; El contenido y el peso que se les otorga tienen que adaptarse de forma flexible ante las situaciones cambiantes.
- b) Todas las decisiones políticas-energéticas tienen que considerar los aspectos ecológicos. Lo ecológicamente necesario debe realizarse de manera eficiente en términos económicos.  
[...]
- c) Para la protección del clima, la conservación de los recursos, así como para garantizar el abastecimiento seguro, es de suma importancia la utilización eficiente y ahorrativa de la energía como el aprovechamiento de energías renovables”<sup>83</sup>.

Como fue demostrado en los últimos capítulos, los cambios en las políticas energéticas fueron precedidos por detonaciones y crisis, en un principio externos, pero que fueron cambiando realidades dentro del país y dejaron huella en la percepción de los diferentes actores de los ámbitos político, económico y social. Así también, se pueden catalogar tres principales acontecimientos como puntas de lanza para la transformación hacia un espíritu energético ambiental en Alemania<sup>84</sup> que, esta vez, tuvieron mayor impacto dentro de la ciudadanía alemana por lo que fue ésta, junto con los medios de

<sup>82</sup>Deutscher Bundestag: *Das energetische Gesamtkonzept der Bundesregierung. Energiepolitik für das vereinte Deutschland*, en: Drucksache 12/1799, Berlín 1991, p. 4. Traducido propiamente.

<sup>83</sup>DB 1991, p. 4.

<sup>84</sup>Freytag, Nils: *Deutsche Umweltgeschichte - Umweltgeschichte in Deutschland. Erträge und Perspektiven*, en: *Historische Zeitschrift* 283/06, p. 385.

comunicación, que en buena medida presionaron para que la élite política le diera mayor énfasis a temas de medio ambiente y cambio climático en su toma de decisiones.

Primero, el debate en cuanto a la energía nuclear. Ésta ha sido criticada con total determinación por parte de ciertos grupos de la ciudadanía alemana y ha sido así desde finales de la década de los sesenta, en una época donde lo atómico todavía ocasionaba euforia entre políticos de todos los partidos, científicos y publicistas. Esto fue, no sólo debido a su gran potencial energético, sino también por tener la esperanza de que ya no se utilizaría como instrumento militar, o de intimidación (esta preocupación surgió a partir de 1946, al inicio de la Guerra Fría, cuando el presidente de los Estados Unidos, Harry S. Truman, amenazó a Stalin con el uso de armas nucleares), como lo fue durante la Guerra Fría, sino únicamente de manera pacífica, al haber escuchado el discurso “Atoms for Peace” (Átomos para la Paz) que dio el presidente de EUA, Dwight D. Eisenhower, ante la ONU en 1953<sup>85</sup>. En estos tiempos, el tema de la basura atómica y las consecuencias negativas para la salud y el medio ambiente, ocasionados por su radiación, fueron poco considerados y discutidos. Sin embargo, esto cambiaría en torno al aumento del uso de esta energía, a las nuevas construcciones de centrales nucleares y, lógicamente, a la mayor cantidad de emplazamientos de almacenamiento de los residuos radioactivos sobre territorio nacional, ya que la ciudadanía, viviendo en las inmediaciones temía por los peligros radiactivos. Como consecuencia, especialmente a partir de 1975, emprendieron numerosas protestas de ciudadanos que detonaron un movimiento masivo en toda la república alemana. El descontento de los alemanes crecía con los años y tuvo su clímax con la catástrofe de Chernobil, en abril de 1986.

A lo largo de estos acontecimientos y confrontaciones, en ocasiones también violentos, el debate evolucionó de tal forma que la discusión no sólo giraba alrededor de los desafíos de la radiación, sino que también se cuestionaba la lógica económica de una política que dependía, para el crecimiento de la economía del país, de una tecnología tan riesgosa, como es la nuclear.

Algunos sociólogos ven en esta evolución cualitativa del debate una

<sup>85</sup>Baring, Arnulf: *Kernenergie. Geschichte eines Realitätsverlustes*, en: FAZ, del 02.07.2009.

transformación progresiva de los valores y perspectivas de la sociedad alemana en su conjunto. En este sentido, destacó Erhard Eppler, portavoz de los activistas anti-nucleares del Partido Socialdemócrata (SPD)

[...] que los peligros de la energía nuclear no han crecido, que los reactores no se han vuelto más inseguros, sino que más bien se han cambiado las preguntas, los planteamientos, los valores, en corto: la conciencia ciudadana<sup>86</sup>.

Así pues, dicha concientización de la ciudadanía ha experimentado cambios y se ha ido interesando mucho más por los temas “verdes”, de tal manera que nació en el marco de los acontecimientos mencionados anteriormente el partido verde de Alemania, llamado *Bündnis 90/Die Grünen*. Sus fundadores provenían de dichos movimientos ambientalistas y antinucleares.

Segundo, un fulminante impacto en la percepción pública y de los medios de comunicación alemana tuvo la primera investigación científica del *Club of Rome* - una especie de Think Tank conformado por científicos de todo el mundo dedicados a temas económicos, geológicos, ambientales y de cambio climático, titulada “Los límites del crecimiento” y que fue publicada en 1972. La obra dio a conocer los resultados de una simulación computacional desarrollada por los mismos autores, que hacía estimaciones sobre las interacciones futuras entre el desarrollo demográfico, las reservas de materia prima, la producción industrial y la contaminación ambiental, por lo que llegaron a la conclusión, asumiendo un escenario *business-as-usual* (manejando los negocios como hasta ahora), que nuestro planeta iba a encontrarse, dentro de solamente cien años con su punto crítico o tope de crecimiento, dando como resultado, el colapso económico internacional, así como en una grave marginación de la población mundial. Los científicos argumentaron que la única forma de evitar la proyección apocalíptica que describieron en su obra, sería logrando el equilibrio ecológico y económico.

A pesar de los numerosos y recios ataques que recibió la publicación por renombrados críticos economistas, éstos también reconocieron que el principal mensaje sobre “Los límites de crecimiento” no podía ignorarse sino más bien, era necesario comprenderlo como una advertencia y un llamado para atender con mayor seriedad, entre otros, los desafíos en materia ambiental y de

<sup>86</sup>Ibid.

consumo energético<sup>87</sup>.

El libro tuvo una resonancia casi fantástica y permeó en la sociedad a causa de su gran difusión mediática y hasta en los debates públicos como políticos<sup>88</sup>. Así, por ejemplo, el Partido Cristiano Demócrata (CDU) presentó, en el mismo 1972, un Concepto para el Cuidado al Medio Ambiente, en el que se manifestó en contra de tener “una fe ciega en el progreso económico y en creer que siempre todo sea viable y alcanzable”<sup>89</sup>.

Tercero, la extinción de los bosques alemanes en los años ochenta. En 1979, científicos nacionales advirtieron por primera vez, que extensas áreas de bosques en Alemania se encontraban en un estado de salud tan preocupante, que se aventuraron a pronosticar la muerte de todo árbol dentro de pocos años, esto a causa de las lluvias ácidas generadas por el smog industrial, de las plantas nucleares y petroleras, así como de la contaminación de los vehículos automotores.

Ante la advertencia de la catástrofe inminente, la sociedad alemana Occidental se mostró muy receptiva y preocupada de tal forma que, en el transcurso de 1981, el tema de la extinción de los bosques llegó a convertirse en el centro del interés cotidiano, hasta ser nominado, en el verano de 1982, el “foco rojo ambiental” del país<sup>90</sup>. A partir de este año, y durante los siguientes cuatro, se dio un amplio debate público, que estuvo cargado de emociones y seguido, casi a diario, por radio y prensa regional y nacional: se grababan numerosos documentales de televisión y discográficos sobre el tema, miles de personas salieron a la calle para manifestar su preocupación y descontento, de tal forma que ese sentimiento popular se vio reflejado hasta en las campañas políticas y en los debates del *Bundestag* (Parlamento Federal de Alemania) por lo que puede decirse que la muerte de los bosques se convirtió en un tópico omnipresente. Es por ello que el gobierno federal y las entidades estatales

<sup>87</sup>Kupper, Patrick: „Weltuntergangs-Vision aus dem Computer. Zur Geschichte der Studie „Die Grenze des Wachstums“ von 1972“, en: Jens y Frank Uekötter (eds.): *Wird Cassandra heiser? Beiträge zu einer Geschichte der falschen Öko-Alarme*, Stuttgart 2003.

<sup>88</sup>Hahn, Friedmann: *Von Unsinn bis Untergang: Rezeption des Club of Rome und der Grenzen des Wachstums in der Bundesrepublik der frühen 1970er Jahre*, Bonn 2006, p. 114.

<sup>89</sup>CDU: *Konzept der CDU für Umweltvorsorge*, Bonn 1972.

<sup>90</sup>Von Detten, Roderich; Metzger, Birgit; Brüggemeier, Franz-Josef: *Der Wald stirbt?! Eine Westdeutsche Debatte der 1980er Jahre*, en: *Freiburger Universitätsblätter* 196/2012, p. 117.



comenzaron a verse en la premura de actuar y, relativamente rápido, llevaron a cabo políticas ambientales, como, entre otros, regulaciones para reducir la contaminación del aire o incentivar la producción de energías renovables<sup>91</sup>.

#### **e) Liberalización regulada del mercado eléctrico y consolidación de las energías renovables**

Bajo el *Energiewirtschaftsgesetz* (Ley sobre el Suministro de Electricidad y Gas) de 1935 se consolidó durante los siguientes sesenta años una red de empresas suministradoras de electricidad que operaban, con base en un marco legal regulatorio y contratos de demarcación, cada una sólo en la región que le correspondía. Esta política de delimitación territorial no favorecía el desarrollo de redes competitivas y más bien estableció una estructura de mercado constituida por monopolios naturales.

Sin embargo, a mediados de los años noventa, germinaba lentamente la competencia ocasionada por pequeños proveedores que empezaban a ofrecer sus servicios en segmentos de mercados locales y regionales. Al mismo tiempo, iniciaron en Berlín y en Bruselas discusiones entre los parlamentarios sobre iniciativas para impulsar mayor vinculación y competencia dentro de los mercados energéticos europeos. Como resultado, en 1996, entró en vigor la Directiva europea sobre normas comunes para el mercado interior de la Electricidad, que buscaba ofrecer a muchas empresas, así como a los diferentes estados europeos y a los consumidores, seguridad jurídica en los tiempos de los procesos de liberalización.

Dos años después, esta directiva supranacional se convirtió en ley nacional que tuvo la intención de acabar con los monopolios naturales y abrir el mercado energético. No obstante, en los años posteriores se desató una competencia desenfrenada que le costó la vida a muchas empresas con poco tiempo de existir y a las nuevas en el mercado.

Este desarrollo desafortunado no pasó desapercibido por mucho tiempo ante los ojos de los tomadores de decisión en la Unión Europea. Consecuentemente, se trabajó en una enmienda que creó un organismo regulador, quitándole así lo “ultraliberal” a las políticas de mercado originalmente concebidas. El remate

de la directiva europea reformada se consiguió en Alemania en 2005, cuando entró en vigor la segunda ley para la reorganización de la normativa del mercado energético (*Zweites Gesetz zur Neuordnung des Energiewirtschaftsrechts*). Así, se creó una nueva institución regulatoria con amplias atribuciones para el control y la supervisión de las redes eléctricas.

Asimismo, en estas épocas se aprobó una pieza fundamental en la implementación del cambio energético del país: en diciembre de 1999, las bancadas de *SPD y Bündnis 90/Die Grünen* en la Cámara de Diputados presentaron el proyecto de ley sobre el fomento de la producción eléctrica a través de energías renovables, la Ley de Energías Renovables (EEG, por sus siglas en alemán). Ésta entró en vigor el 29 de marzo del 2000 y tuvo como principal objetivo duplicar la cuota de las renovables en la generación eléctrica hasta el año 2010.

En comparación con su antecedente, la Ley sobre el Suministro de Electricidad con Energías Renovables a la Red Pública, que se elaboró en 1991 y que obligaba a los gestores de la red comprar su electricidad de fuentes renovables y aseguraba a los productores remuneraciones mínimas, la EEG ofrecía varias novedades y especificaciones.

Primero, se diferenciaron más a detalle los índices de remuneración para la generación eléctrica mediante la energía hidroeléctrica, fotovoltaica, geotérmica y mediante el gas de aguas residuales, gases de vertedero y biomasa. Segundo, se incluyeron nuevas tecnologías, como la energía producida por la geotermia. Tercero, se estableció una tasa fija de remuneración de kilovatio por hora para los titulares de las plantas que generen electricidad mediante energías renovables por una duración de 20 años. Y, por último, se destaca un reglamento sobre la disminución progresiva de las tasas de remuneración (degradación) para las plantas eléctricas renovables que entraran en operación a partir del primero de enero del año 2005.

Debido a su importancia para la mayor generación de energías limpias en el país, esta decisión política es considerada como el momento crucial en la historia energética alemana, pues sirvió como catapulta para los siguientes pasos esenciales en la materia y que, especialmente, se darían a partir de 2010 a través del pacto de coalición entre los partidos Unión Demócrata Cristiana

<sup>91</sup>Ibid., p. 118.

(CDU), Unión Social Cristiana (CSU) y el Partido Democrático Liberal (FDP).

### Alemania's “Energiewende” - Transición energética 2.0

Las reflexiones del tema anterior han demostrado que la política energética alemana ha sido modificada a lo largo de los años y paulatinamente ha creado un triángulo de objetivos - seguridad de abastecimiento, rentabilidad y respeto del medio ambiente - que conforma el rector principal para la toma de decisiones en el ámbito político energético y que pretende seguirlo siendo también para el futuro.

Gráfica 8.1: Las ejes centrales de la estrategia nacional de energía de Alemania.



Fuente: Janina Grimm-Huber, con datos de la BMU.

Es por ello que resulta oportuno hacer énfasis en que la transición de gobierno en 2009, que significó un cambio de color partidista de rojo/verde (social-demócratas y verdes) a negro/amarillo (cristiano-demócratas y liberales), no significó un freno u obstáculo para seguir con el mismo empuje en las políticas energéticas. Por el contrario, se han reforzado las medidas con la aprobación de un amplio programa ambiental y energético, mismo que fue calificado por Norbert Röttgen, ex ministro federal del Ministerio de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU, por sus siglas en alemán), como un concepto que:

[...] por primera vez en la historia de la República Federal Alemana conjuga el raciocinio económico con el ecológico y combina rentabilidad con abastecimiento seguro y protección del clima<sup>92</sup>.

El análisis histórico de las políticas energéticas del país demuestra que la calificación de estas medidas como algo muy novedoso, elaborado “por primera vez en la historia de la república”, como lo expresó el ex ministro Röttgen, no es cierta en toda su magnitud. Lo que el nuevo gobierno, conformado por los partidos CDU, CSU y FDP, ha decidido y conceptualizado era más bien el próximo paso lógico a seguir, teniendo sus antecedentes importantes y siendo iniciado por parte de los gobiernos anteriores. Es por ello que no sería correcto pensar que la transición energética alemana se ha dado en el paso de los años recientes, puesto que ha sido una evolución paulatina a lo largo de seis décadas.

Sin embargo, esto no le quita en lo más mínimo el gran mérito que se ha ganado el nuevo “Concepto Energético 2050”, especialmente, porque denota un mayor esfuerzo para una transformación más coherente y rápida hacia la era de las energías renovables. Este trabajo todavía ganó más peso en 2011 cuando se acordó sobre una transformación energética apresurada, como consecuencia de la catástrofe atómica surgida en Fukushima, Japón.

Desde entonces estas nuevas políticas energéticas se conocen y se han hecho famosas tanto en Alemania como en el mundo bajo el término *Energiewende*, que se pudiera traducir como el “cambio energético” o la “transición energética”, que en 2012 fue nominado por parte de la Asociación para la Lengua Alemana como la “palabra del año”<sup>93</sup>, lo que demuestra su gran importancia para los alemanes y su omnipresencia en los debates políticos, públicos, científicos y en el sector industrial.

Pero entonces, ¿en qué consiste esa “nueva” transición energética?, ¿cuáles son sus elementos fundamentales y sus objetivos? y ¿por qué evoca en una abundante materia de discusión? Para dar respuesta a estas interrogantes, a

<sup>92</sup>Röttgen, Norbert: *El futuro abastecimiento energético*, en: Diálogo Político 3/2011, Fundación Konrad Adenauer (KAS) 2011, p. 16.

<sup>93</sup>Al final no ganó, pero la palabra Fukushima llegó a tomar el tercer lugar en 2011. Revise: Gesellschaft für Deutsche Sprache: *Wort des Jahres*, disponible en: <http://www.gfds.de/aktionen/wort-des-jahres/>, 15.08.2014.

continuación se brindan algunos argumentos que abonan al debate pero también lo esclarecen.

### **Concepto Energético 2050 - sus objetivos, instrumentos y reformas**

Una de las labores más importantes que busca la nueva política energética alemana es reducir drásticamente la emisión de gases de efecto invernadero<sup>94</sup>. Mediante este esfuerzo, especialmente por haber logrado la desindustrialización de los nuevos estados después de la reunificación de Alemania, el país pudo cumplir con sus obligaciones impuestas por el Protocolo de Kioto<sup>95</sup>. Motivados por haber superado esta etapa, se apunta la próxima para el año 2020, con el objetivo de minimizar las emisiones a un 40 por ciento, teniendo el año de 1990 como punto de referencia. Para 2050, así la visión a largo plazo, se pretende bajar el nivel de emisiones hasta en más del 80 por ciento.

De esta manera, Alemania quiere contribuir, asumiendo sus responsabilidades como país industrial teniendo mayores tasas de consumo energético a nivel mundial para el cuidado del medio ambiente, a que la temperatura terrestre no sufra más aumentos.

Los instrumentos para lograr estas metas de reducción son, en primer lugar, la masiva expansión de las energías renovables, pretendiendo que, para el año 2050, un 60 por ciento del consumo energético en Alemania sea mediante energía solar, eólica, de biomasa geotérmica, e hidrológica. Esto conduce a la necesidad de acelerar la expansión de la red eléctrica, como invertir mayoritariamente en la investigación y el desarrollo tecnológico para el almacenamiento eficaz de energías renovables.

La segunda medida importante, es fomentar una mayor eficiencia energética, lo cual implica reducir a la mitad el consumo de energía primaria para 2050. Se trata entonces de la construcción de edificios ahorradores de energía, pero también de minimizar el consumo energético del transporte a través del uso de autos eléctricos, abastecidos con corriente proveniente del sol, el viento, la biomasa y el agua.

<sup>94</sup>Hübner, Christian: *Beschleunigte Energienende in Deutschland. Einordnung und Analyse*, en: *Analysen & Argumente* 104/2012, Fundación Konrad Adenauer (KAS) 2012, p. 4.

<sup>95</sup>Ibid., p. 4.

Adicionalmente, la nueva estrategia de políticas energéticas en Alemania, incluyó como punto protagónico el “apagón” nuclear para el año 2022. Merece la pena explicar que, en un principio, y a diferencia de la estrategia de supresión del gobierno anterior (coalición entre SPD y *Bündnis 90/DIE GRÜNEN*), fue hasta planeado una prolongación de la vida útil de las centrales nucleares por un promedio de 12 años hasta el año 2036, ya que se quería utilizar la energía nuclear como principal puente energético para asegurar el abastecimiento del país durante la transformación del sistema energético. Pero después de la tragedia de la central atómica en Fukushima, el gobierno renunció al plan original y se decidió por el abandono de la energía nuclear.

Es por ello que otro pilar esencial dentro de la nueva estrategia energética, es la implementación de otras fuentes fósiles, especialmente, el gas natural, como puente energético que cubra la brecha de demanda energética a causa de la falta de alcance de las fuentes alternas.

En resumen, la *Energiewende* contempla nueve áreas de acción, que son la expansión de energías renovables, el aumento de la eficiencia energética, la disminución de la energía nuclear y paralelamente la utilización de otras energías fósiles como transitorias, la ampliación de la infraestructura de la red eléctrica, la construcción de edificios ahorradores y el saneamiento de los viejos, el fomento de la movilidad eléctrica, la profundización de la investigación y el desarrollo de almacenamiento de energía, la contextualización del sistema nacional a la situación europea e internacional y, por último, la operación de manera transparente y considerando los intereses de la sociedad para garantizar una mayor legitimidad de las nuevas políticas energéticas.

A la vez, estas áreas de acción se encuentran respaldadas por 117 medidas individuales como por un amplio paquete de leyes.

En materia de las energías renovables y su expansión, se destaca la reforma a la Ley de Energías Renovables, aprobada en junio del 2011. En un principio, se dio continuidad a la prioridad de suministro de energías renovables y a la remuneración por el suministro diferenciado, pero se elaboraron nuevos reglamentos para el sistema de bonificación, como cambios en las tarifas de inyección a la red. Asimismo, se estableció una disminución gradual de las remuneraciones (degresión), particularmente, para la energía fotovoltaica, según el tamaño de la planta y según la potencia instalada.



Tabla 8.1: Metas de la *Energiewende* 2010.

Metas de la <i>Energiewende</i> 2010									
	Cambio Climático	Energías Renovables		Eficiencia Energética			Energía nuclear	Autos eléctricos	
		Producción de electricidad	Proporción en el consumo final de energía primaria	Reducción del consumo de energía primaria en comparación a 2008	Reducción del consumo de energía primaria en el sector de la calefacción, en comparación a 2008	Reducción de consumo de energía primaria en el sector de transporte, en comparación a 2005	Reducción de consumo de electricidad, en comparación a 2008		
2015									
2017									
2019									
2020			18%	35%	-20%	-20%	-10%	-10%	1 Mto
2021									
2022									
2030			30%	50%					5 Mto
2040			45%	65%					
2050			60%	80%	-50%	-80%	-40%	-25%	
	Reducción de gases de efecto invernadero								

Fuente: Janina Grimm-Huber, con base en el “Concepto Energético Nacional 2050” de la República Federal de Alemania.

Para entender el trasfondo y las razones que motivaron a reformar la ley, se tienen que tomar en cuenta las siguientes reflexiones:

Para fomentar la integración de las energías renovables en el mercado, desde hace 14 años el gobierno alemán exige, mediante la Ley de Energías Renovables (EEG), al operador de la red a comprar toda la energía renovable producida en el sistema. Es decir, primero se satisface la demanda de electricidad mediante energías renovables y sólo cuando la oferta de estas se haya agotado, se nutre la demanda con fuentes fósiles.

Como los costos de la producción de algunas de las energías renovables siguen superando los costos de la generación de energía convencional, tienen que ser subvencionadas por parte del gobierno. Alemania contribuye así, con alrededor de 20 mil millones al año para la producción de energías solar, eólica, geotérmica e hidráulica. Crucial aquí es el hecho que el gobierno no paga estos costos de su propio bolsillo, más bien se trasladan a los precios que pagan los consumidores por la electricidad.

Esta fórmula ha marcado un debate exhaustivo en el país porque los precios de la electricidad proveniente de fuentes renovables para los hogares y el comercio se han incrementado cuantiosamente y afectan la competitividad de la economía alemana. Mientras que en el año 2000, se pagaban 13.9 centavos por kilovatio por hora, en el año 2012 se pagaron 25.8 centavos por kilovatio por hora<sup>96</sup>.

Por motivos de exhaustividad, hay que destacar que no solamente el costo por la EEG ha aumentado el precio para la corriente, de hecho, sólo forma una parte marginal, a diferencia de los diversos impuestos relacionados al precio de la electricidad. Más aún, desde el año 2000, sólo una tercera parte de los aumentos de precio para la electricidad han tenido su origen en la promoción de las energías renovables. De mayor forma, entre otros, también han influido los incrementos de los precios internacionales para los combustibles fósiles<sup>97</sup>.

A pesar de esto, los costos emergentes de la amplificación de las energías

<sup>96</sup>Presentación Power Point del Dip. Dieter Dombrowski, utilizada en el marco de su visita a México, en marzo del 2013.

<sup>97</sup>WWF: Mythen und Fakten. Die Rolle der Erneuerbaren Energien in der Energiewende, Berlin 2012, p. 4.

renovables se han convertido más y más en un lastre para la aceptación del cambio energético por parte de la sociedad alemana.

Para darle respuesta al creciente descontento de la ciudadanía, detener la escalada de precio de la electricidad de los últimos años y para asegurar que la competencia dentro de la Unión Europea (UE) no se viera perjudicada por las grandes ayudas financieras que recibían las empresas en energía de Alemania, en abril de este año se aprobó una siguiente reforma que sí mantiene a grandes rasgos los apoyos, pero que modifica el reparto para que cumplan con los requisitos de la UE. También se procura reducir considerablemente los apoyos estatales a la producción de energías renovables, especialmente, la eólica terrestre, esto con base en la idea a que las renovables se sometan de forma progresiva a la lógica del libre mercado, como lo hacen las fuentes tradicionales. En referencia a los fuertes incrementos de la tarifa de electricidad para los hogares, la tercera gran apuesta de esta normativa de la Gran Coalición (en 2013 se reeligió el partido CDU, que gobierna desde entonces en alianza con los socialcristianos y los socialdemócratas bajo el mando de la Canciller Angela Merkel) es romper la dinámica de precios de los últimos años<sup>98</sup>.

A parte, la reforma continúa con el camino iniciado en 2010 hacia una mayor construcción de grandes corredores eléctricos norte-sur, además queriendo lanzar nuevos acuerdos de suministro con los países vecinos.

### **Reflexiones sobre el cambio energético en Alemania. Un análisis de sus virtudes y desafíos para el futuro.**

Mucho se ha discutido, reflexionado y reformado sobre y dentro del sistema energético alemán en los últimos años. No muchos otros temas han podido trascender y atraer tanto la atención de los medios, de la ciudadanía, de los actores políticos y de la industria como el desarrollo de las políticas públicas alrededor de la Energiewende en los últimos años.

Particularmente, el aumento de los precios energéticos que se dieron con la pieza fundamental en la implementación del cambio energético alemán, la Ley de Energías Renovables que busca expandir las energías “limpias”, abrió

espacio al cuestionamiento sobre la eficiencia económica de esta política.

Al haber aprobado en 2010 la nueva estrategia energética integral, el gobierno ha presentado su concepto como una fórmula energética revolucionaria, ya que pretendía fomentar las energías renovables apagando, al mismo tiempo, las centrales nucleares impopulares, asegurando precios competitivos sin poner en riesgo el suministro y como la guinda del pastel, cuidando el medio ambiente.

La última meta, el ser ambientalmente responsable y contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero, ha experimentado avances apreciables. La meta de reducción para cumplir con las obligaciones ante el Protocolo de Kioto ya se han cumplido. Desde 1990 se redujeron considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero, es decir por 23.8 por ciento hasta 2012<sup>99</sup>. No únicamente a causa del desarrollo de las energías renovables sino primordialmente por el mayor uso de fuentes de menor emisión, como son el gas natural o la energía nuclear, pero también debido a políticas que incentivan una mayor eficiencia y ahorro energético. Alemania mostró así, una intensidad lentamente decreciente a pesar de un aumento del PIB. A partir de 1973, el nivel de consumo de las energías primarias quedó relativamente constante, y desde el comienzo de los años noventa, se ha observado un decrecimiento tendencial del consumo. Mientras que en 1990 el consumo total de la energía primaria era de casi 15 mil Peta joule (PJ), en 2011, se consumían en la república alemana solo 13 mil 500 PJ<sup>100</sup>. En cuestiones de la evolución de emisiones, Alemania hasta logró disociar esta de su crecimiento económico.

A estos avances hay que contrarrestar la tasa muy baja en las inversiones para tecnologías que cuidan tanto el clima como los recursos naturales a nivel internacional.

A pesar de que la eficiencia energética es uno de los instrumentos más potentes,

<sup>98</sup>Biedermann, Anna: *Klimaschutzziele in den deutschen Bundesländern*, en: Climate Change 15/2011, Bundesamt für Umwelt 2011, p. 23.

<sup>100</sup>De 2012 a 2013 hubo un incremento a causa de inviernos largos y la necesidad de más calefacción, pero expertos contemplan aún así una reducción progresiva para los siguientes años. Fuente: AG Energiebilanzen: *Witterung treibt Energieverbrauch*, Berlín 2014. Disponible en: [file:///Users/enriquedelabarrera/Downloads/ageb\\_pressedienst\\_02\\_2014\\_jahresbericht.pdf](file:///Users/enriquedelabarrera/Downloads/ageb_pressedienst_02_2014_jahresbericht.pdf), 14.08.2014.

<sup>98</sup>Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi): *Eckpunkte für die Reform des EEG*, Berlín 2014. Disponible en: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/energie,did=617196.html>, 17.08. 2014.

eficaces y asequibles para cumplir con las metas de mitigación y la protección de recursos, sigue siendo la opción menos aprovechada, también en Alemania. Es por ello necesario, que si se quiere cumplir el objetivo de reducir el consumo de energía primaria a la mitad hasta 2050, no sólo enfocarse en la expansión de las energías renovables, sino también, y con mayor énfasis, explorar esta área de acción. Para lograrlo, se requiere una cantidad enorme de inversiones y la implementación de medidas reglamentarias que incentiven, informen sobre las ventajas pero que también exijan un manejo más razonable y eficiente de los recursos energéticos del país.

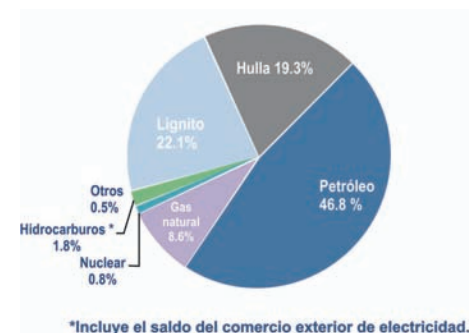
Analizando si el país está o puede llegar a enfrentarse con el riesgo de no poder abastecer su necesidad energética, la mayoría de los expertos concuerdan que Alemania no se verá seriamente en peligro de escasez de energía, esto gracias a sus políticas enfocadas en la diversificación de sus fuentes energéticas primordialmente tradicionales que se iniciaron a partir de la primera crisis petrolera en 1973.

En el momento que la primera crisis petrolera derrumbó a la economía del país, el petróleo jugaba un papel protagónico en la composición de la energía primaria, con el 46.8 por ciento del consumo total. Junto con el lignito y la hulla, se respaldó el consumo nacional por 88 por ciento al petróleo y al carbono. Al sumar también el gas natural, que gracias al descubrimiento de numerosos yacimientos en los años sesenta y a causa de una inteligente política de precios y desarrollo de infraestructura, se volvió una materia prima muy atractiva<sup>101</sup>, como refleja la figura, es de destacar que los combustibles fósiles dominaban en 1973 con un porcentaje de casi 97 por ciento.

En comparación, las contribuciones de la energía nuclear como de las energías renovables eran todavía muy marginadas, pues consistían en su gran mayoría de hidrocarburos. Sin embargo, esto se cambiaría durante las siguientes dos décadas debido a las políticas de diversificación energética y el deseo de independizarse del petróleo como fuente principal del abasto energético.

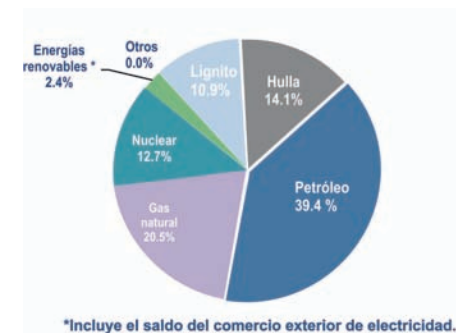
<sup>101</sup>Auer, Josef: *Energiemix in Deutschland im Wandel. Treiber sind Energiewende und internationale Trends*, Deutsche Bank 2014, p. 2, disponible en: [http://www.dbresearch.de/PROD/DBR\\_INTERNET\\_DE-PROD/PROD0000000000333993/Energiemix+in+Deutschland+im+Wandel%3A+Treiber+sind+Energiewende+und+internationale+Trends.PDF](http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD0000000000333993/Energiemix+in+Deutschland+im+Wandel%3A+Treiber+sind+Energiewende+und+internationale+Trends.PDF), 10.08.2014.

Figura 8.3: En 1973, las energías fósiles representaban el 97 % del consumo de energía en Alemania.



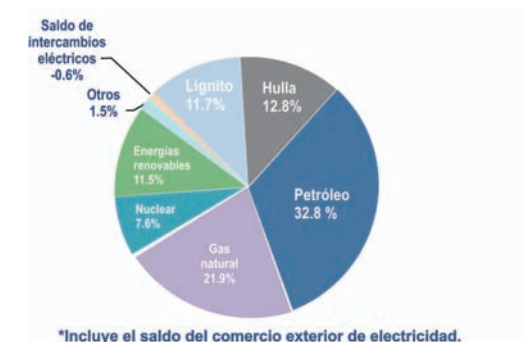
Fuente: Janina Grimm-Huber, con base en la serie de datos de AG Energiebilanzen: [www.agenergiebilanzen.de](http://www.agenergiebilanzen.de)

Figura 8.4: Consumo de energía primaria en Alemania en 1997.



Fuente: Janina Grimm-Huber, con base en la serie de datos de AG Energiebilanzen: [www.agenergiebilanzen.de](http://www.agenergiebilanzen.de)

Figura 8.5: Consumo de energía primaria en Alemania en 2013.



Fuente: Janina Grimm-Huber, con base en la serie de datos de AG Energiebilanzen: [www.agenergiebilanzen.de](http://www.agenergiebilanzen.de)



Así, en 1997, para cuando se habían tomado las primeras adaptaciones en el sector energético después de la reunificación alemana y al iniciarse la liberalización del mercado en materia de electricidad y gas<sup>102</sup>, el petróleo ya sólo representó el 39 por ciento del consumo energético del país, es decir, su tasa de participación en la mezcla de energía primaria cayó, comparándose con inicios de los años setenta, al menos en ocho por ciento.

Paralelamente, el uso de gas natural y energía nuclear aumentó. El gas natural ha sido especialmente favorecido por parte de los consumidores privados, los hogares, por su beneficio en cuanto a la calefacción. Así, el sector energético alemán todavía seguía mayoritariamente en manos de las energías fósiles, mientras que las energías renovables seguían siendo una luz muy pequeña al final del túnel.

Pero con las políticas implementadas desde 1999, principalmente por la Ley de Energías Renovables (EEG), vemos que dicha lucecita ha logrado crecer durante los últimos diez a quince años, representando hoy en día más del once por ciento en la matriz de consumo de energía primaria de Alemania (figura 8.5).

Lógicamente, al aumentarse la tasa de energías limpias, se disminuyó el uso de las fuentes fósiles, de tal manera que se destaca el petróleo como primer gran perdedor de esta transición energética: ni siquiera una tercera parte de la demanda energética se cubrió en 2013 por el oro negro. A paso lento pero continuamente, también la energía nuclear se retira del escenario, al ser en 2013 la fuente energética menos utilizada en Alemania.

Resumiendo, se destaca que Alemania ha logrado desvincularse, en relativamente poco tiempo y por lo tanto en una medida considerable, de fuentes fósiles. En el sector energético alemán se ha disminuido el uso de energías “sucias” por 11 por ciento, tomando el año 1997 como punto de referencia. Es decir, en 2013, las energías fósiles constituyeron el 86.3 por ciento del consumo de energía primaria nacional.

Esta tasa, más cuando se mira hacia otros países en el mundo y Europa, ya no es tan alentadora. En 2008, las energías renovables cubrían en la UE 8.4 por ciento de la demanda energética. Alemania se encontraba con una tasa

<sup>102</sup> Ibid., p. 4.

de 8.6 por ciento, sólo poco encima del promedio. En países como Suecia y Letonia utilizaban respectivamente 32 y 30 por ciento, o sea, un tercio de su consumo energético provenía de energías alternas. Austria (25.3%), Finlandia (25.2%) y Dinamarca (18.1%) también se caracterizan por tasas mayores<sup>103</sup>.

Por supuesto hay que tener en consideración que la República Federal de Alemania es por su poder económico, con mucha distancia, el país europeo con el mayor consumo energético, por lo que su desempeño en materia de energías renovables tiene bastante mérito. Francia, Inglaterra, Italia y España, las naciones europeas que siguen en la cadena como principales consumidores de energía, tienen un desempeño menor al promedio de la región. Es más, Inglaterra conforma el último país en la lista de los 27 miembros de la UE, con un porcentaje de sólo 2.6 en 2008.

A nivel internacional, Alemania sigue siendo uno de los productores de combustibles alternativos más destacados. No obstante, en números totales ya ha sido superado por China y EUA como lo analiza el Informe sobre la Situación de las Energías Renovables 2014 (*Renewables 2014. Global Status Report*) elaborado por la Red de políticas sobre fuentes de energías renovables para el siglo XXI (*REN21, por sus siglas en inglés*) que compara la capacidad de generación de los diferentes países. Alemania se encuentra en tercer lugar, con una capacidad total instalada de energía eléctrica renovable de 78 gigavatios para finales de 2013, mientras que China es el país número uno con una capacidad de 118 giga vatios, seguido por los Estados Unidos con 93 giga vatios<sup>104</sup>. Esta brecha se podrá aumentar mirando hacia las cifras de inversiones que le destinan cada uno de estos países en materia renovable. De acuerdo con el índice, China, Japón, Estados Unidos e Inglaterra, han invertido más dinero en este sector que los alemanes<sup>105</sup>.

La expansión de las energías limpias todavía no ha alcanzado el volumen deseado en Alemania, también por su naturaleza, ya que al ser energías muy volátiles, representan un desafío para el abastecimiento seguro y constante.

<sup>103</sup> Statistisches Bundesamt: *Erneuerbare Energien in Europa*, 2011, disponible en: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Internationales/FaltblattErneuerbareEnergien0040003119001.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Internationales/FaltblattErneuerbareEnergien0040003119001.pdf?__blob=publicationFile), 15.08.2014.

<sup>104</sup> No incluye hidrocarburos. Fuente: REN21: *Renewables 2014. Global Status Report*, p. 26, disponible en: [http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2014/gsr2014\\_full%20report\\_low%20res.pdf](http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2014/gsr2014_full%20report_low%20res.pdf), 15.08.2014.

<sup>105</sup> Ibid., p. 16.

El sol no siempre brilla como tampoco siempre sopla el viento, ni la tecnología para la acumulación de energía ha logrado tener su máximo desempeño, por lo que sigue siendo difícil aglomerar toda energía renovable que se produce. Lo que adicionalmente agrava la situación es el hecho que no se amplían las redes de distribución eléctrica a la misma velocidad que el desarrollo de nuevas plantas de energías alternas.

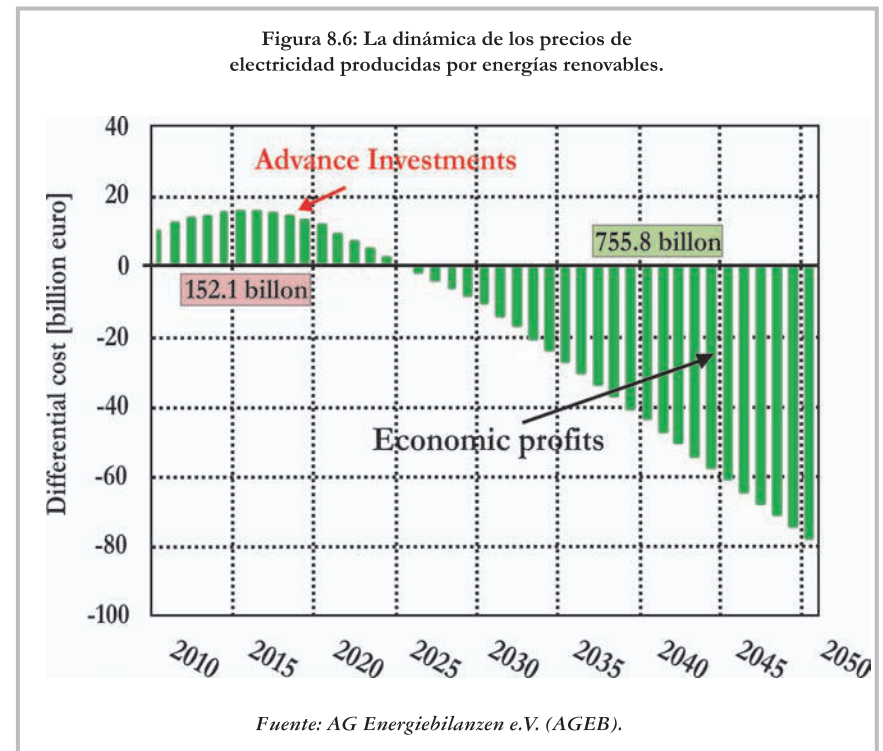
Para compensar estas fluctuaciones se requiere de energías fósiles que respalden en momentos de inestabilidad el suministro. La energía nuclear es una fuente muy útil para este tipo de apoyo ya que es relativamente fácil su generación al instante. Pero, ya que Alemania se ha decidido por el abandono de ésta, serán los carbonos y el gas natural como, en partes, el petróleo, los que asumirán esta función de puente energético, por lo que se aumentará su rol y participación en la composición energética del país, al menos hasta que se hayan hecho avances en cuanto al almacenamiento, transporte y desarrollo de las nuevas fuentes libres de emisiones.

Claro, también está presente el hecho que esa amplitud del uso de los fósiles va de la mano con nuevamente tener más dependencia de las importaciones energéticas y tener que lidiar con precios internacionales inestables y con la tendencia a la alza de los precios porque alrededor del 70 por ciento del petróleo, del gas natural y del carbón que demanda Alemania, provienen de otros países del mundo<sup>106</sup>. Menos mal que, aunque sea, se haya hecho el esfuerzo de no sólo diversificar los diferentes combustibles energéticos sino también los países de las que provienen. Por ejemplo, ya se importa casi la misma cantidad de gas natural de Noruega que de Rusia, mientras que de los Países Bajos también proviene un monto considerable.

Finalmente se hará una reflexión sobre los beneficios económicos que conlleva el cambio energético mediante sus medidas regulativas porque se había hablado en el capítulo anterior detalladamente sobre los desafíos en cuanto a las políticas de precios de la electricidad que se intentan nivelar por medio de la nueva reforma de la EEG.

<sup>106</sup>Hübner 2012, p. 7.

A pesar de los aumentos de los precios energéticos que se ha experimentado en los últimos años, numerosos economistas, expertos en finanzas e investigaciones al respecto, llegan a la conclusión de que la *Energiewende* será factible, también a costos razonables. Sin embargo, es de suma importancia comprender que apostarle al cambio energético de Alemania es apostarle a largo plazo, y que no rendirá primeros frutos instantáneamente. De esta manera contemplan estudios, que se tendrán que efectuar inversiones anticipadas de alrededor de 152.1 billones de euros hasta 2025 para poder, a partir de este año, esperar ganancias económicas, que serán, y eso es lo atractivo de la transición energética alemana, cinco veces más altos que lo originalmente invertido (figura 8.6) para 2050.



Asimismo se destaca una tendencia positiva, que se observa desde algún tiempo, en cuanto a la generación de empleo resultando, entre otros, por la revitalización de las comunidades. Los empleos nacen de manera directa en las empresas de generación o con los operadores y en el sector de servicios, pero también indirectamente en el sector de la producción de componentes y suministros como por subcontratistas. En 2006, se crearon 160 mil nuevos empleos y cuatro años después la cantidad de nuevas plazas se ha más que duplicado, siendo registrados 367 mil personas contratadas por la industria de energías renovables<sup>107</sup>. Las áreas con mayores tasas de crecimiento laboral fueron la eólica, la fotovoltaica y la de biomasa. Ya que estas industrias se establecen principalmente en las zonas rurales, se crearon especialmente a nivel local nuevas cadenas de valor, lo que nuevamente resulta en mayores ganancias para las empresas asentadas ahí pero también en la generación de impuestos. Hoy en día, el sector de energías renovables y de tecnologías de eficiencia energética conforma un papel importante referente a la industria de exportación alemana, teniendo, especialmente en materia de innovación, una gran ventaja competitiva a nivel internacional. Si bien existe una creciente presión de empresas provenientes de Estados Unidos, China, India y Japón, lo cierto es que las tecnologías renovables hechas en Alemania siguen gozando de muy buena reputación y se trata, entonces, de conservar y aumentar esta ventaja. Concretar esto es tarea de la industria, mientras que la política apoya mediante la promoción y al ofrecer apoyo para su adecuada realización, además de garantizar la seguridad de las inversiones y fijar los incentivos correspondientes.

Complementario a estos positivos aspectos económicos, hay que añadir que la expansión de las energías renovables desplaza cada vez más a las energías tradicionales, lo que también hace disminuir las subvenciones de las fuentes fósiles<sup>108</sup>. Por último, será mencionado como una tendencia que favorecerá a la rentabilidad de las energías renovables alemanas en el futuro por el aumento de los precios de los combustibles convencionales causado por la creciente escasez de éstos.

<sup>107</sup>Tietjen, Oliver; Arikas, Damian; Austrup, Tobias; Bals, Christoph: *Warum sich die Energiewende rechnet. Eine Analyse von Kosten und Nutzen der Erneuerbaren Energien in Deutschland*, Berlín 2011, p. 19.

<sup>108</sup>Hübner 2011, p. 6.

## Conclusiones

Las anteriores reflexiones revelan que Alemania se ha vuelto y continúa posicionándose como un pionero exitoso en el sector de las energías renovables, al haber conseguido fomentar la producción y su tasa de consumo, gracias a la realización de políticas innovadoras.

Pero también demuestra que el camino sigue siendo largo, pues de cubrir un 60 por ciento de consumo bruto mediante energías renovables para 2050 no está todavía cerca de alcanzar, por lo que se requerirá de un esfuerzo continuo y darle seguimiento sustentable, siempre teniendo como principal rector los tres principios de la política energética alemana: asegurar el abastecimiento energético a precios competitivos y sin dañar al medio ambiente.

En un resumen, también se muestra que el cambio energético iniciado en Alemania conlleva a muchos beneficios y resultará a largo plazo más beneficioso que desventajoso, aunque requiere de paciencia para percibir los resultados.

Es por ello que resulta oportuno reflexionar sobre las probabilidades de adaptación de este modelo. Ciertamente, dado las diferentes condiciones socio-políticas y tomando en cuenta el estado de desarrollo tecnológico y económico semejante, será difícil adoptar sin modificaciones el modelo de cambio energético alemán en otros países, ya que éste tendría que ser adaptado a ciertas condiciones particulares de los países donde se quisiera implementar.

Sin embargo, no deberá ser motivo para dejar de esforzarse por un cambio de paradigma, tomando las políticas alemanas como punto de referencia o ejemplo a seguir, especialmente, porque ofrece muchas ventajas y atrae efectos positivos que serán nombrados a continuación como un resumen:

1. La seguridad de suministro de energía. Ésta se garantiza a través del desarrollo de energías renovables, de la diversificación de fuentes fósiles, así como de los países provenientes, lo que también ayuda a disminuir considerablemente la dependencia de las importaciones.
2. Protección del clima y del medio ambiente, siendo generado al igual por la ampliación de la producción de energías renovables pero, asimismo, fomentado por incentivos políticos y económicos, el ahorro de energía y el manejo eficiente de los recursos naturales y la energía.



3. Ganancias y crecimiento económico. Viendo hacia largo plazo se disminuirán los costos para la provisión y el suministro de energías renovables. Ante el escenario de crecientes precios para las energías fósiles, una economía nutrida mayoritariamente por fuentes renovables será más rentable y generará mayores ganancias. Además, genera el desarrollo de nuevas tecnologías y la ampliación de redes eléctricas, así como de plantas renovables y una numerosa cantidad de empleos, lo que elevará la prosperidad en el país.
4. Mejoramiento de la eficiencia energética, que igualmente conlleva avances tecnológicos como beneficios económicos y ambientales.
5. Mayor transparencia y participación ciudadana, en el sentido de una comunicación abierta entre los actores políticos, económicos, de participación ciudadana más directa y políticas para la transferencia de información y concientización.
6. Revitalización de las comunidades, fomentado por la industria eólica y fotovoltaica.
7. Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, lo que genera más competitividad a nivel internacional.

Concluyendo, la gran oportunidad que demuestra este nuevo concepto, radica en llegar a una forma de vida económica basada en un uso cuidadoso de los recursos, que engloba el cuidado de las bases naturales de nuestra existencia y teniendo una visión que promueve el desarrollo humano sustentable, sin sacrificar la competitividad y la rentabilidad del sector energético.

## Bibliografía

**AG Energiebilanzen:** *Witterung treibt Energieverbrauch*, Berlín 2014.

**Auer, Josef:** *Energiemix in Deutschland im Wandel. Treiber sind Energiewende und internationale Trends*, Deutsche Bank 2014.

**Baring, Arnulf:** *Kernenergie. Geschichte eines Realitätsverlustes*, en: FAZ, del 02.07.2009.

**Biedermann, Anna:** *Klimaschutzziele in den deutschen Bundesländern*, en: Climate Change 15/2011, Bundesamt für Umwelt 2011.

**Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR):** *Deutschland-Rohstoffsituation 2012*, Hannover 2013.

**Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR):** *Energiestoffe 2009. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit*, Hannover 2009.

**Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR):** *Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen*, Hannover 2013.

**Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi):** *Eckpunkte für die Reform des EEG*, Berlín 2014.

**Christlich Demokratische Union Deutschlands (CDU):** *Das Energieproblem - Herausforderung an die Entschlußfähigkeit unserer Gesellschaft*, en: CDU-Dokumentation 30/80, Bonn 1980.

**Christlich Demokratische Union Deutschlands (CDU):** *Konzept der CDU für Umweltvorsorge*, Bonn 1972.

**Deutscher Bundestag:** *Das energetische Gesamtkonzept der Bundesregierung. Energiepolitik für das vereinte Deutschland*, en: Drucksache 12/1799, Berlín 1991.

**Der Spiegel:** "Ölkrise lähmt Konjunktur", en: Der Spiegel 46/1973: "Ölscheichs gegen Europa".

**Freytag, Nils:** *Deutsche Umweltgeschichte - Umweltgeschichte in Deutschland. Erträge und Perspektiven*, en: Historische Zeitschrift 283/06.

**Hahn, Friedmann:** *Von Unsinn bis Untergang: Rezeption des Club of Rome und der Grenzen des Wachstums in der Bundesrepublik der frühen 1970er Jahre*, Bonn 2006.

**Hübner, Christian:** *Beschleunigte Energiewende in Deutschland. Einordnung und Analyse*, en: *Analysen & Argumente*, 104/2012, Fundación Konrad Adenauer (KAS) 2012.

**Kupper, Patrick:** „Weltuntergangs-Vision aus dem Computer. Zur Geschichte der Studie „Die Grenze des Wachstums“ von 1972“, en: Jens y Frank Uekötter (eds.): *Wird Cassandra heiser? Beiträge zu einer Geschichte der falschen Öko-Alarme*, Stuttgart 2003.

**Tietjen, Oliver; Arikas, Damian; Austrup, Tobias; Bals, Christoph:** *Warum sich die Energiewende rechnet. Eine Analyse von Kosten und Nutzen der Erneuerbaren Energien in Deutschland*, Berlín 2011.

**Röttgen, Norbert:** *El futuro abastecimiento energético*, en: *Diálogo Político* 3/2011, Fundación Konrad Adenauer 2011.

**Von Detten, Roderich ; Metzger, Birgit; Brüggemeier, Franz-Josef:** *Der Wald stirbt?! Eine Westdeutsche Debatte der 1980er Jahre*, en: *Freiburger Universitätsblätter* 196/2012.

**World Wide Fund for Nature (WWF):** *Mythen und Fakten. Die Rolle der Erneuerbaren Energien in der Energiewende*, Berlín 2012.

## Direcciones de Internet

**Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR):** *Energy Study 2013: Reserves, Resources and Availability of Energy Resources*, disponible en: [http://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Energie/Downloads/energiestudie\\_2013\\_en.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Energie/Downloads/energiestudie_2013_en.pdf?__blob=publicationFile&v=2), 14.08.2014.

**Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz:** *Gesetz zur Finanzierung der Beendigung des subventionierten Steinkohlenbergbaus zum Jahr 2018 (SteinkohleFinG)*, disponible en: [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/steinkohlefin\\_g/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/steinkohlefin_g/gesamt.pdf), 11.08.2014.

**Fokus Online:** *Die erste Ölkrise*, disponible de: [http://www.fokus.de/finanzen/news/tid-13707/wirtschaftskrisen-die-erste-oelkrise\\_aid\\_382011.html](http://www.fokus.de/finanzen/news/tid-13707/wirtschaftskrisen-die-erste-oelkrise_aid_382011.html), 18.08.2014.

**Gesellschaft für Deutsche Sprache:** *Wort des Jahres*, disponible en: <http://www.gfds.de/aktionen/wort-des-jahres/>, 15.08.2014.

**REN21:** *Renewables 2014. Global Status Report*, disponible en: [http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2014/gsr2014\\_full%20report\\_low%20res.pdf](http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2014/gsr2014_full%20report_low%20res.pdf), 10.08.2014.

**Statistisches Bundesamt:** *Erneuerbare Energien in Europa, 2011*, disponible en: [http://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Internationales/FaltblattErneuerbareEnergien0040003119001.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Internationales/FaltblattErneuerbareEnergien0040003119001.pdf?__blob=publicationFile), 15.08.2014.

## Gráficas y Tablas

**Bundesregierung Deutschland:** *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*, Berlín 2010. Disponible en: [http://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/\\_Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](http://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/_Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf?__blob=publicationFile&v=5), 18.08.2014.

**AG Energiebilanzen e.V. (AGEB):** *Energieverbrauch in Deutschland Daten für das 1. - 3. Quartal 2014*, disponible en: <http://www.ag-energiebilanzen.de/>, 14.08.2014.

**AG Energiebilanzen e.V. (AGEB):** *Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2013*, disponible en: <http://www.ag-energiebilanzen.de/>, 14.08.2014.

**Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW):** *Erste Abschätzung ausgewählter ökonomischer Wirkungen der Umsetzung des Energieszenarios Baden-Württemberg 2050*, disponible en: [www.zsw-bw.de](http://www.zsw-bw.de), 10.08.2014.

# LA GEOPOLÍTICA DE LA REFORMA ENERGÉTICA

## DR. ÓSCAR FIDENCIO IBÁÑEZ HERNÁNDEZ

Profesor Investigador de la Universidad  
Autónoma de Ciudad Juárez,  
Presidente de Ambiente Acuavita A.C.

Históricamente, uno de los principales equilibrios geopolíticos entre las potencias dominantes está definido por su acceso a las fuentes de energía; hoy dicha condición no es distinta. Esta realidad se ha manifestado en la competencia por recursos que en distintos momentos han significado fuentes de energía necesarias para acelerar la producción de bienes y garantizar su seguridad<sup>109</sup>. Así en su momento, han resultado muy importantes, la madera, el carbón, el petróleo, la energía nuclear, el gas, y recientemente el gas de esquisto (o de lutita, más conocido en inglés como *shale gas*). La irrupción del paradigma ambiental, que cuestiona la producción industrial ilimitada con posibilidades de afectar el planeta, poco a poco se hace un espacio en las decisiones de geopolítica, abandonando los ámbitos exclusivamente científicos o académicos. Las evidencias de que el cambio climático se produce en gran medida a partir de las emisiones de gases producidos por combustibles fósiles, así como los escenarios de riesgo e impacto económico y social en varias regiones del planeta causados por el aumento en la temperatura global, constituyen ahora un elemento a considerar en la toma de decisiones de política energética<sup>110</sup>.

Por otra parte, en el futuro se asoma el uso de energías renovables como una novedad con capacidad de redefinir la geopolítica, ya que el potencial energético asociado al sol, al viento o al agua también dependen de condiciones geográficas; así mismo, el potencial energético puede estar definido por la capacidad de quién domine la tecnología para explotar económicamente las energías renovables; finalmente, también se incluye el potencial de producción descentralizada de pequeños productores, lo que modifica el entorno de negocios que hoy es dominado por los grandes productores y procesadores de hidrocarburos.

El embargo de petróleo a principio de la década de los setentas hizo evidente

<sup>109</sup> Helm, Dieter: *A Credible European Security Plan*, Inglaterra 2014.

<sup>110</sup> Mabilbe, Françoise; Papon, Pierre: *Enfoques para una Geopolítica del Medio Ambiente*, FIUC 2013.

la dependencia energética de Estados Unidos en uno de los momentos álgidos de la Guerra Fría, donde los países árabes productores aprovecharon para lograr un reposicionamiento geopolítico estratégico que no habían tenido hasta entonces. Esa coyuntura hizo que el gobierno norteamericano definiera políticas que lo llevaran a ser menos dependientes del petróleo árabe. Entre otras a promover mayor importación de sus vecinos, concretamente de Canadá, Venezuela y México, además de privilegiar su potencial de generación nuclear. En el caso de nuestro país, esa coyuntura más el descubrimiento de nuevas reservas detonó la exportación masiva de crudo hacia Estados Unidos. Esta situación llevó al expresidente José López Portillo a su infame declaración: “Tenemos que acostumbrarnos a administrar la abundancia”<sup>111</sup>. Entonces se hicieron planes de conectar mediante un gasoducto a Texas y México, para que éste último pudiera vender gas a Estados Unidos. Sin embargo, el precio inicial pactado se redujo porque Canadá ofreció un menor costo, lo cual causó que la infraestructura construida en México quedara sin utilizarse para su propósito original y propiciara una debacle económica en el país, entre otras cosas por los costos del crédito asumido para la construcción de la infraestructura<sup>112</sup>. Ésta es una muestra de cómo las decisiones de geopolítica energética pueden tener graves consecuencias.

En la misma época, a finales de los setentas, la generación nuclear en Estados Unidos enfrentó oposición ciudadana debido a dos circunstancias: por una parte el accidente de *Three Mile Island* que detonó el activismo antinuclear<sup>113</sup> (con justificada razón) y la complejidad de almacenar los residuos de la operación de las plantas nucleares, tema que fácilmente fue asociado con la problemática de los residuos tóxicos y su visibilidad a partir de la tragedia de *Love Canal*<sup>114</sup>. Por lo que la opción de mantener la principal fuente energética derivada de los hidrocarburos en ese país norteamericano se mantiene vigente hasta la fecha.

<sup>111</sup> Declaración del presidente López Portillo retomado del documental José López Portillo: “El Presidente Apostador”, de la colección *Los Sexenios*, México 1998, disponible en: <http://es.youtube.com/watch?v=suuvVzBE108&feature=related>, 20.02.2015.

<sup>112</sup> Vázquez, Josefina Zoraida; Meyer, Lorenzo: *México frente a Estados Unidos (Un Ensayo Histórico 1776-1988)*, México 1989.

<sup>113</sup> Duffy, Robert J.: *Nuclear Politics in America: A History and Theory of Government Regulation*, University Press of Kansas 1997.

<sup>114</sup> Kraft, Michael E.: *Environmental Policy and Politics*, 5th Edition, Estados Unidos 2010.



Pasando de las consideraciones históricas a la realidad de la geopolítica energética en este milenio, se ha documentado ampliamente el alto precio del petróleo durante la última década<sup>115</sup>, con un pico en el 2008 y su consiguiente caída el siguiente año por la crisis económica mundial, y un aumento constante de precios a partir del 2009 con expectativas de mantener la demanda y el alza de precios hasta el 2015 según la Agencia Internacional de Energía (AIE)<sup>116</sup>. Además hay nuevos actores como India y China con una demanda de energía en grandes cantidades.

Los altos costos del petróleo y la eficiencia de la nueva tecnología de producción de electricidad utilizando gas como combustible, ha modificado el panorama en generación de energía eléctrica en el mundo, además de ser más barata que la producida con carbón o derivados del petróleo, también reduce las emisiones contaminantes en comparación con las emisiones de carbón o combustóleo, llevando a que la generación de electricidad con gas sea la que más ha crecido porcentualmente comparada con la generación de otros combustibles fósiles<sup>117</sup>.

Sin embargo, también la demanda en la disponibilidad del gas natural en el mundo empezó a afectar su costo, sin mencionar las complejidades de transporte vía gasoductos o por vía marítima (incluyendo procesos de licuefacción y secado), llevando nuevamente a un aumento en los costos de producción eléctrica que dieron pie a que se hiciera viable explorar los depósitos de *gas shale* en Estados Unidos en el 2008, que hasta entonces habían estado fuera de precio<sup>118</sup>.

La revolución del *gas shale* se desarrolló en Estados Unidos, y hay quienes argumentan que es el único país con las condiciones legales, de infraestructura y mercado que posibilitan ese tipo de producción, aumentando la disponibilidad energética de gas y la reducción de su precio<sup>119</sup>. Esta consideración es importante

<sup>115</sup> Precio del petróleo: *La industria petrolera, el precio del petróleo, cotización del barril crudo a diario*, disponible en: <http://www.preciopetroleo.net/>, 20.02.2015.

<sup>116</sup> Los precios de petróleo se han reducido en los últimos meses por exceso de producción. (Texto escrito antes de octubre de 2014).

<sup>117</sup> Penna, Carlo: *El Mercado Mundial del Gas Natural: Geopolítica y Geoeconomía*, España 2010.

<sup>118</sup> Energy & Capital: *Natural Gas Outlook 2014*, disponible en: <http://www.energyandcapital.com>, 20.02.2015.

<sup>119</sup> Blackwill, Robert D.; O'Sullivan, Meghan L.: *Americas' Energy Edge: The Geopolitical Consequences of the Shale Revolution*, Foreign Affairs Marzo/Abril 2014, disponible en: [http://www.foreignaffairs.com/articles/140750/robert-d-blackwill-and-meghan-l-osullivan/americas-energy-edge?cid=soc-twitter-in-essays-americas\\_energy\\_edge-040914](http://www.foreignaffairs.com/articles/140750/robert-d-blackwill-and-meghan-l-osullivan/americas-energy-edge?cid=soc-twitter-in-essays-americas_energy_edge-040914), 20.02.2015.

contemplarla dada la euforia que ha causado en México la posibilidad de explotar los potenciales yacimientos que limitan con Texas<sup>120</sup>, los que a la fecha, de acuerdo a datos de exploración de PEMEX han mostrado pobre potencial comercial<sup>121</sup> los cuales han causado una fuerte oposición a su desarrollo desde antes de explotarse<sup>122</sup>.

Esta mezcla de opciones hace que la geopolítica ahora esté dominada no sólo por la accesibilidad de los depósitos de petróleo, sino también por la disponibilidad y las redes de transporte de gas, así como por la interconectividad y transparencia en los contratos que pueden reducir o aumentar los costos como en Europa<sup>123</sup>; de hecho, los recientes conflictos en Ucrania y Crimea han sido vistos por diversos analistas como un conflicto que se puede explicar por la decisión de Rusia de tener mayores opciones de negociación con la Unión Europea al controlar los accesos al gas que necesita la región<sup>124</sup>.

En un encuentro reciente con un diputado alemán después de la anexión de Crimea por parte de Rusia y la inestabilidad producida en Ucrania por militantes rusos, le cuestioné sobre el impacto que la nueva configuración de poder tendría en el acceso de gas a Europa y en particular para Alemania, quien está en un proceso de desactivación de sus centrales nucleares en beneficio de un mayor consumo de energía renovable y electricidad producida por gas. Su respuesta fue que los rusos también necesitaban del dinero de Alemania y Europa, por lo que no veía tan crítica la amenaza de suspender el suministro de gas a través de sus gasoductos que atraviesan la zona de conflicto.

<sup>120</sup> The Economist: *Shale Gas in Mexico on Shaky Ground*, 03.05.2014, disponible en: <http://www.economist.com/news/americas/21601518-mexicos-prospective-shale-boom-will-be-long-time-coming-shaky-ground>, 20.02.2015.

<sup>121</sup> Reed, Jeff: *What Now? The 'Unconventional' Possibilities of Mexican Shale*, disponible en: [http://oilpro.com/post/3979/what-now-the-unconventional-possibilities-of-mexican-shale?utm\\_campaign=newsletter147&utm\\_source=dailyNewsletter&utm\\_medium=email](http://oilpro.com/post/3979/what-now-the-unconventional-possibilities-of-mexican-shale?utm_campaign=newsletter147&utm_source=dailyNewsletter&utm_medium=email), 20.02.2015.

<sup>122</sup> Robles Montoya, Benjamin: *Impacto Social y Ambiental del Fracking*, 2014, disponible en: <http://www.nofrackingmexico.org/libro.pdf>, 20.02.2015.

<sup>123</sup> Nonay Domingo, María Teresa: *La Geopolítica del Gas Natural en Europa: la Estrategia Rusa de Abastecimiento de Gas y el Contexto Actual del Mercado*, Rusia 2010.

<sup>124</sup> Rodríguez U., Manuel: *El Gas Natural: La otra Explicación del Conflicto entre Rusia y Ucrania*, 06.03. 2014, disponible en: <http://geopoliticaxxi.wordpress.com/2014/03/06/el-gas-natural-la-otra-explicacion-del-conflicto-entre-rusia-y-ucrania/>, 20.02.2015.

Sin duda, el planteamiento es novedoso, Rusia presiona a través de control territorial y militar de rutas de distribución y Alemania responde a través de recursos económicos para negociar precios. Es una apuesta interesante, da una idea de las dimensiones que la nueva geopolítica energética puede tener y el tamaño de las decisiones sobre infraestructura o potencial energético de cada país. Un escenario similar en la frontera México - Estados Unidos en el esquema de disparidad económica, tecnológica y de infraestructura, puede llevar a decisiones unilaterales como en el pasado, a menos que México tenga alternativas de autonomía energética.

La geopolítica energética tiene ahora un escenario emergente: originalmente los países productores de petróleo, energía nuclear o carbón eran los únicos jugadores importantes. Posteriormente, los productores de gas irrumpieron en la escena; ahora la variación de precios, que en parte se explica por la mezcla de opciones energéticas existentes, por los conflictos bélicos que generan incertidumbre en la producción y distribución de los energéticos, y en parte también por la emergencia de las fuentes no convencionales de gas y petróleo, prepara el advenimiento de una nueva modificación en los actores y su rol a partir de la lógica de producción energética usando energías renovables que cada vez son más viables. Hay quienes hablan de una “tercera revolución industrial” a partir de la escasez y emergencia de nuevos recursos tecnológicos y energéticos<sup>125</sup>.

Alemania y otros países europeos han tratado de diversificar su mezcla de fuentes energéticas para no depender de un solo productor o combustible, llevándolos a sustituir energía nuclear por energía solar o de hidrocarburos. Una lógica saludable frente al nuevo escenario sería mantener una mezcla de opciones; sin embargo, esto sólo es posible en los países que tienen la economía, infraestructura y desarrollo tecnológico para aprovechar las distintas fuentes, tal es el caso de Estados Unidos que ahora discute decisiones para mantener disponibles todas sus opciones, incluyendo las más contaminantes, por las enormes reservas de carbón con que cuenta<sup>126</sup>.

<sup>125</sup> McKinsey & Co.: *How Resource Scarcity is Driving the Third Industrial Revolution*, 2014, disponible en: [http://www.mckinsey.com/Insights/Energy/Resources\\_Materials/How\\_resource\\_scarcity\\_is\\_driving\\_the\\_third\\_Industrial\\_Revolution?cid=resource-rev-cml-alt-mip-mck-oth-1404](http://www.mckinsey.com/Insights/Energy/Resources_Materials/How_resource_scarcity_is_driving_the_third_Industrial_Revolution?cid=resource-rev-cml-alt-mip-mck-oth-1404), 20.02.2015.

<sup>126</sup> Levy, Michael: *America's Energy Opportunity*, Foreign Affairs Mayo/Junio 2013, disponible en: <http://www.foreignaffairs.com/articles/139111/michael-levi/americas-energy-opportunity>, 20.02.2015.

En este contexto, la primera recomendación del Foro de Energías Renovables para la Competitividad convocado por el Instituto Global para la Sostenibilidad del Tecnológico de Monterrey (ITESM) es evitar crear una dependencia respecto de un sólo combustible (gas) para la generación de energía eléctrica y no permitir que las inversiones en infraestructura generen candados estructurales que dificulten una posterior diversificación energética<sup>127</sup>. Esta recomendación se vuelve aún más importante a la luz de las inversiones destinadas a la infraestructura de producción eléctrica con gas y su transporte en la red de gasoductos que se propone en el Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018<sup>128</sup>.

En el caso de México, sus opciones geopolíticas han estado limitadas principalmente por las necesidades de Estados Unidos, y por supuesto por la variación de precios a nivel global, que en el caso energético depende de muy pocos países. Por ello, debe de buscar alternativas para enfrentar su declive como productor de hidrocarburos, sin poner en riesgo su desarrollo económico frente a combustibles fósiles más caros de producir y que seguramente aumentarán de precio en el mercado mundial.

La expropiación petrolera realizada al inicio de la Segunda Guerra Mundial, ayudó a los intereses norteamericanos para dominar en la adquisición del energético necesario para potenciar su posterior entrada al conflicto bélico. Esta circunstancia le permitió tener ingresos por el petróleo a México. En los setentas, el embargo árabe puso nuevamente a México en la agenda norteamericana al ser una fuente de petróleo que le permitía enfrentar la escasez. En esta última coyuntura se puede observar la diferencia geopolítica de las decisiones relativamente autónomas de los países árabes que les valió ser un actor prominente en esa década, sin dejar de considerarse aliados de los Estados Unidos durante la Guerra Fría condición que no le fue posible asumir a México en ese contexto.

<sup>127</sup> ITESM (EGADE, IGS): *Energías Renovables para la Competitividad en México*, disponible en: [http://www.igs.org.mx/sites/default/files/ENERGIASRENOVABLES\\_22MAYO\\_WEB.pdf](http://www.igs.org.mx/sites/default/files/ENERGIASRENOVABLES_22MAYO_WEB.pdf), 20.02.2015.

<sup>128</sup> Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018: *Proyectos*, disponible en: <http://presidencia.gob.mx/pni/proyectos.php>, 20.02.2015.

Cuando aparentemente México podía ser un proveedor de gas al vecino del norte desde Chiapas, resultó que el costo desde Canadá hacia Texas fue menor que la opción mexicana. Esto ilustra la diferencia que existe entre tener el producto, pero no contar con la infraestructura o costo de producción necesario para ser competitivo en un mercado controlado por muy pocos actores, hecho que parece repetirse en el caso de la posible explotación de *gas shale*.

El tema de la apertura a la inversión extranjera en la producción energética en México ha sido una constante de las relaciones bilaterales entre México y Estados Unidos por lo menos desde hace casi 50 años, basándose en la necesidad norteamericana de garantizar el acceso y aumentar su margen de seguridad y el desarrollo económico<sup>129</sup>. Aunque no se ha dado formalmente, la realidad es que las relaciones comerciales asociadas a la energía entre los dos países se mantienen en una correlación de interdependencia constante, poniendo a México como el cuarto proveedor de petróleo a Estados Unidos sólo por debajo de Canadá y Arabia Saudita.

En el caso de México, Estados Unidos ha sido y es proveedor de productos refinados del petróleo, incluyendo gasolina y gas para la producción de energía eléctrica<sup>130</sup>.

Otra muestra de la vinculación de los dos países en materia energética y económica se dio cuando las reservas petroleras de México fueron la garantía necesaria para un préstamo en 1995 que sirvió para resolver el grave problema económico generado por los errores de política económica entre los gobiernos de los expresidentes Carlos Salinas de Gortari y Ernesto Zedillo.

La recién aprobada Reforma Energética abre las posibilidades de inversión en el sector para poder explotar dos fuentes de energía no convencional: *gas shale*, y petróleo en aguas profundas (que también pudiera tener gas), y al mismo tiempo abre la posibilidad de generar la infraestructura e incentivos necesarios para desarrollar el potencial existente en materia de energías renovables en el país. Sin embargo, pareciera que la apuesta gubernamental

<sup>129</sup> Ibáñez, Óscar F.: *Policy Change and Environmental Governance at the U.S.-Mexico Border: The Creation and Development of the Border Environment Cooperation Commission/North American Development Bank*, Estados Unidos 2008.

<sup>130</sup> COCEF/BECC: *Diagnóstico de Infraestructura Energética para los Estados de la Frontera Norte de México*, México 2009.

está en potenciar la generación de gas y la infraestructura para su importación, distribución y uso en la generación de electricidad. Sin duda, nos encontramos en un punto de quiebre y de redefiniciones que afectarán las próximas décadas de desarrollo en el país.

Es precisamente el potencial energético en México el que justificaría un mayor énfasis en este tipo de energía, que a decir del portal de la Secretaría de Energía (SENER) de México: “La irradiación solar global en México es en promedio de 5 kWh/día/m<sup>2</sup>, pero en algunas regiones del país se llega a valores de 6 kWh/día/m<sup>2</sup>. Suponiendo una eficiencia del 15 por ciento, bastaría un cuadrado de 25 km de lado en el desierto de Sonora o de Chihuahua para generar toda la energía eléctrica que requiere hoy en día el país. Por ello, el potencial técnico se puede considerar prácticamente infinito”<sup>131</sup>. En el mismo portal, se reconoce que no se ha evaluado a detalle el potencial de energía eólica, mini hidráulica, biomasa, geotérmica y energías oceánicas.

El nuevo escenario de reacomodos geopolíticos que incluirán las energías renovables está por definirse y tendrán cabida en él; aquellos países que apuesten por el desarrollo tecnológico así como por la infraestructura con la que cuenten para sus potenciales energéticos que tengan (agua, aire y sol). Para México ésta puede ser además una excelente oportunidad para iniciar la toma de decisiones con perspectiva geopolítica que le den autonomía para su desarrollo.

El principal déficit de producción energética del país actualmente está en su frontera norte. No obstante, en esa región se encuentra también el principal potencial de energía solar. Gracias a la vecindad con Estados Unidos y a su potencial desarrollo económico es la urgencia de un desarrollo más agresivo en este tipo de energía, lo mismo se podría decir de otras regiones del país que cuenten con algún potencial de energía renovable, que, como se mencionó anteriormente, aún no está adecuadamente medido y por lo tanto urge evaluarlo y definirlo<sup>132</sup>.

<sup>131</sup> SENER: *Micrositio de Renovables*, disponible en: <http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=1651>, consultado el 13 de septiembre de 2014.

<sup>132</sup> Huacuz Villamar, Jorge Maximiliano: *El Inventario de las Energías Renovables en el Marco de la Transición Energética en México*, Boletín IIE Julio-Septiembre 2013, disponible en: <http://www.iie.org.mx/boletin032013/divulga.pdf>, 20.02.2015.



Por otra parte, el impacto en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por el uso de energías renovables tiene un beneficio ulterior para el medio ambiente y se alinea completamente con la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) aprobada en 2013<sup>133</sup>, ya comentada en otros apartados de este libro. La Ley para la Transición Energética propuesta por el Congreso es una herramienta invaluable para definir los pasos a dar por parte de México para lograr una transición que, además de cumplir con los plazos legales, brinde un beneficio al medio ambiente y detone el potencial económico del país.

Las inversiones de los últimos años en México han estado dominadas por su dependencia de gas para la producción de electricidad y la necesidad de importar gasolinas. Aunque una parte muy importante de la matriz energética del país seguirá siendo a base de hidrocarburos, es necesaria la toma de decisiones para poder contar con una mayor mezcla de energías renovables que por el momento no tenemos, y que puede dejar en una desventaja a México frente a la competencia por los recursos energéticos en el mundo, donde podríamos quedar en una condición de menor disponibilidad de combustibles fósiles, más caros y sin la viabilidad de explotar nuestro potencial de energías renovables, por falta de tecnología o por no haber propiciado una transición eficiente. El riesgo es seguir inercias institucionales que no han privilegiado el desarrollo de energías renovables, sino que han buscado sólo avanzar en la conversión de combustóleo y carbón hacia gas.

Para ser parte de una de las principales economías del mundo, las reformas deben orientarse a lograr las mayores ventajas, desarrollar las energías renovables para México que representan su mejor apuesta para la nueva geopolítica energética.

<sup>133</sup> Gobierno de la República: *Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40*, disponible en: <http://www.encc.gob.mx/documentos/estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf>, 20.02.2015.

### Bibliografía

**COCEF/BECC:** *Diagnóstico de Infraestructura Energética para los Estados de la Frontera Norte de México*, México 2009.

**Duffy, Robert J.:** *Nuclear Politics in America: A History and Theory of Government Regulation*, University Press of Kansas 1997.

**Helm, Dieter:** *A Credible European Security Plan*, Inglaterra 2014.

**Ibáñez, Oscar F.:** *Policy Change and Environmental Governance at the U.S.-Mexico Border: The Creation and Development of the Border Environment Cooperation Commission/North American Development Bank*, Estados Unidos 2008.

**Kraft, Michael E.:** *Environmental Policy and Politics*, Estados Unidos 2010.

**Mabille, Françoise; Papon, Pierre:** *Enfoques para una Geopolítica del Medio Ambiente*, FIUC 2013.

**Nonay Domingo, María Teresa:** *La Geopolítica del Gas Natural en Europa: la Estrategia Rusa de Abastecimiento de Gas y el Contexto Actual del Mercado*, Rusia 2010.

**Penna, Carlo:** *El Mercado Mundial del Gas Natural: Geopolítica y Geoeconomía, España* 2010.

**Vázquez, Josefina Zoraida; Meyer, Lorenzo:** *México frente a Estados Unidos (Un Ensayo Histórico 1776-1988)*, México 1989.

### Direcciones de Internet

**Blackwill, Robert D.; O'Sullivan, Meghan L.:** *Americas' Energy Edge: The Geopolitical Consequences of the Shale Revolution*, Foreign Affairs Marzo/Abril 2014, disponible en: [http://www.foreignaffairs.com/articles/140750/robert-d-blackwill-and-meghan-l-osullivan/americas-energy-edge?cid=soc-twitter-in-essays-americas\\_energy\\_edge-040914](http://www.foreignaffairs.com/articles/140750/robert-d-blackwill-and-meghan-l-osullivan/americas-energy-edge?cid=soc-twitter-in-essays-americas_energy_edge-040914), 20.02.2015.

**Declaración del presidente López Portillo retomado del documental José López Portillo:** *El Presidente Apostador*, de la colección *Los Sexenios*, México 1998, disponible en: <http://es.youtube.com/watch?v=suuvVzBE108&feature=related>, 19.12. 2014.

**Energy & Capital:** *Natural Gas Outlook 2014*, disponible en: <http://www.energyandcapital.com/report/natural-gas-outlook>, 19.12. 2014.

**Gobierno de la Republica:** Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40, disponible en: <http://www.encc.gob.mx/documentos/estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf>, 19.12.2014.

**Huacuz Villamar, Jorge Maximiliano:** *El Inventario de las Energías Renovables en el Marco de la Transición Energética en México*, Boletín IIE Julio-Septiembre 2013, disponible en: <http://www.iie.org.mx/boletin032013/divulga.pdf>, 20.02.2015.

**ITESM (EGADE, IGS):** *Energías Renovables para la Competitividad en México*, disponible en: [http://www.igs.org.mx/sites/default/files/ENERGIAS\\_RENOVABLES\\_22MAYO\\_WEB.pdf](http://www.igs.org.mx/sites/default/files/ENERGIAS_RENOVABLES_22MAYO_WEB.pdf), 19.12. 2014.

**Levy, Michael:** *America's Energy Opportunity*, *Foreign Affairs* Mayo/Junio 2013, disponible en: <http://www.foreignaffairs.com/articles/139111/michael-levi/americas-energy-opportunity>, 20.02.2015.

**McKinsey & Co.:** *How Resource Scarcity is Driving the Third Industrial Revolution*, Abril 2014, disponible en: [http://www.mckinsey.com/Insights/Energy/Resources\\_Materials/How\\_resource\\_scarcity\\_is\\_driving\\_the\\_third\\_Industrial\\_Revolution?cid=resourcerev-eml-alt-mip-mck-oth-1404](http://www.mckinsey.com/Insights/Energy/Resources_Materials/How_resource_scarcity_is_driving_the_third_Industrial_Revolution?cid=resourcerev-eml-alt-mip-mck-oth-1404), 20.02.2015.

**Precio del petroleo:** *La industria petrolera, el precio del petroleo, cotización del barril crudo a diario*, disponible en: <http://www.preciopetroleo.net/>, 20.02.2015.

**Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018:** *Proyectos*, disponible en: <http://presidencia.gob.mx/pni/proyectos.php>, 19.12. 2014.

**Reed, Jeff:** *What Now? The 'Unconventional' Possibilities of Mexican Shale*, disponible en: [http://oilpro.com/post/3979/what-now-the-unconventional-possibilities-of-mexican-shale?utm\\_campaign=newsletter147&utm\\_source=dailyNewsLetter&utm\\_medium=email](http://oilpro.com/post/3979/what-now-the-unconventional-possibilities-of-mexican-shale?utm_campaign=newsletter147&utm_source=dailyNewsLetter&utm_medium=email), 19.12. 2014.

**Robles Montoya, Benjamin:** *Impacto Social y Ambiental del Fracking*, 2014, disponible en: <http://www.nofrackingmexico.org/libro.pdf>, 19.12. 2014

**Rodríguez U., Manuel:** *El Gas Natural: La otra Explicación del Conflicto entre Rusia y Ucrania*, 06.03. 2014, disponible en: <http://geopoliticaxxi.wordpress.com/2014/03/06/el-gas-natural-la-otra-explicacion-del-conflicto-entre-rusia-y-ucrania/>, 20.02.2015.

**SENER:** *Micrositio de Renovables*, disponible en: <http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=1651>, 13.09.2014.

**The Economist:** *Shale Gas in Mexico on Shaky Ground*, 03.05.2014, disponible en: <http://www.economist.com/news/americas/21601518-mexicos-prospective-shale-boom-will-be-long-time-coming-shaky-ground>, 20.02.2015.

# LAS HISTORIAS SOBRE EL DESARROLLO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO\*

FABRICIO BRODZIAK Y NADJELI BABINET  
INVESTIGADORES DEL CENTRO DE COLABORACIÓN CÍVICA

El potencial de energía eólica en México, según la Secretaría de Energía<sup>134</sup>, ronda los 50 mil megavatios, lo que significa instalar más de 15 mil aerogeneradores, adicionales a los que hoy están instalados. La mitad de este potencial se encuentra principalmente en el Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca, el resto se distribuye en estados como Baja California, Chiapas, Coahuila, Jalisco, Puebla, Quintana Roo, Tamaulipas, Yucatán y Zacatecas. Las historias del avance de esta industria pueden potenciar el desarrollo local y la convivencia pacífica, o bien detonar tensiones y conflictos entre las diferentes personas involucradas, todo dependerá de los contextos locales, las prácticas de las empresas y las comunidades, así como la efectividad del gobierno como garante de derechos.

En los últimos años, el desarrollo del potencial eólico en el país ha enfrentado importantes retos para lograr ser sostenible tanto en su dimensión ambiental, como en lo económico y lo socio-cultural. La experiencia muestra que -en la mayoría de los casos- se pueden superar varios de estos obstáculos teniendo en cuenta las diversas historias y sus aprendizajes.

En este marco, el Centro de Colaboración Cívica (CCC)<sup>135</sup>, con financiamiento de la Fundación Climate Works y la embajada de Finlandia, impulsó una iniciativa cuyos objetivos son:

\*Este capítulo se basa en los resultados de una investigación realizada por el Centro de Colaboración Cívica. Los miembros del equipo incluyen, además de los autores, a Adrián Hernández y a Froylán García: *Iniciativa Para El Desarrollo De Las Energías Renovables En México, Energía Eólica*, disponible en: [http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER\\_Eolico.pdf](http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER_Eolico.pdf), 15.12.2014.

<sup>134</sup>SENER, *Iniciativa para el Desarrollo de las Energías renovables en México, Energía Eólica*, disponible en: [http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER\\_Eolico.pdf](http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER_Eolico.pdf), 15.12.2014.

<sup>135</sup>El CCC es una organización civil apartidista sin fines de lucro cuya misión es fomentar una cultura y capacidades de diálogo, colaboración y abordaje pacífico de los conflictos en México, así como habilitar procesos de cambio social que, por la vía del diálogo plural, promuevan el fortalecimiento democrático, el desarrollo sustentable y el estado de derecho.

- Construir capacidades de diálogo y entendimiento compartido entre actores de diferentes sectores.
- Generar aprendizajes con base en las experiencias, preocupaciones y buenas prácticas nacionales e internacionales en torno a los proyectos de energía eólica.

Así, esta iniciativa buscó conocer, desde las voces de sus actores, las historias del desarrollo de la energía eólica en el país y los aprendizajes derivados de estos procesos. Ello responde también al objetivo, compartido por una gran diversidad de actores, de asegurar un impulso de parques eólicos -o de cualquier otro proyecto- ambientalmente sustentable, a la vez que contribuye a fortalecer la democracia y el desarrollo de las comunidades en entornos de paz y respeto a los Derechos Humanos.

## ¿Qué historias?

Se buscó hacer visibles las historias del desarrollo de la energía eólica en el país, desde la experiencia de más de 300 entrevistas de diferentes actores, sectores y regiones:

### 1. Sectores:

- Comunidades; campesinos, pescadores, docentes, jóvenes y madres de familia.
- Posesionarios de terrenos; pequeños propietarios, asambleas de bienes comunales y ejidales.
- Gobiernos; ejecutivo y legislativo federal, autoridades estatales y municipales.
- Empresas; nacionales e internacionales, tanto operadores como directores.
- Otros actores; sociedad civil, organizaciones internacionales, centros de investigación y expertos.

### 2. Regiones:

- Distrito Federal (gobierno federal y directores de empresas).



- Oaxaca (Ciudad Ixtepec, Espinal, Juchitán de Zaragoza, San Francisco del Mar, Santo Domingo Ingenio, Santa María Mixtequilla, San Dionisio del Mar y Unión Hidalgo).
- Puebla (Esperanza).
- Zacatecas (Vetagrande, Zacatecas, Guadalupe).
- Baja California (Ensenada, Tecate, Mexicali y Tijuana).
- Jalisco (Ojuelos).

Igualmente, para fortalecer las buenas prácticas contenidas en el estudio, se realizaron entrevistas internacionales a expertos, empresarios y funcionarios de Estados Unidos, India, Canadá, Alemania, España, Dinamarca y Colombia.

El objetivo de esta suma de perspectivas es contribuir a generar un piso de información compartida que fortalezca el diálogo dentro y entre estos sectores.

En este sentido, los resultados de este proyecto pretenden contribuir a llenar algunos de los vacíos de información sobre temas prioritarios para las personas involucradas en las diferentes etapas de los proyectos de la energía eólica. Esto busca abonar al enriquecimiento de las mesas de negociación, al diálogo continuo y a la resolución pacífica de las controversias entre estos actores.

Cabe enfatizar que esta investigación no es legal, ni técnica, ni impulsa una agenda a favor o en contra de la energía eólica, sino que resume de forma imparcial<sup>136</sup> las preocupaciones, esperanzas y aprendizajes de las personas entrevistadas. En este sentido, este mapa de actores se basa en la interpretación que el grupo de expertos del CCC hizo de la misma. Cualquier error u omisión es responsabilidad de dicho grupo.

### **¿Qué mostraron estas historias?**

No existe una voz única sobre cómo se ha desarrollado la energía eólica en México o cuáles han sido sus consecuencias -positivas y negativas- para las personas y comunidades involucradas. No obstante, con base en las

<sup>136</sup> El CCC se apegó al código de ética de la Asociación para la Resolución de Conflictos (ACR por sus siglas en inglés) que establece: “El facilitador debe mantener imparcialidad hacia todas las partes. La imparcialidad significa estar libre de favoritismos o sesgos, sea por escrito o por acciones, además de un compromiso para servir a todas las partes por encima de cualquier parte en particular, incluso del contratante”.

continuidades y cambios destacados por los entrevistados, se pueden detectar cuatro grandes etapas en el desarrollo de la industria eólica en el país con ciertas características compartidas.

La primera etapa expone el impulso inicial a la energía eólica en el país. En esta etapa se realizó con una perspectiva compartida por todos los sectores, la cual se llevó a cabo con una gran promoción del gobierno del estado de Oaxaca, el gobierno federal y las empresas de energía eólica. En este marco, diversos actores dentro de las comunidades, expertos y miembros de la sociedad civil resaltaron la falta de participación de otros actores en la planeación de estos proyectos, así como ciertos vacíos de información sobre, por ejemplo, los impactos acumulados que podrían tener estos proyectos para la zona del Istmo, de los cuáles en esos momentos sólo se analizaba el potencial y los impactos particulares de cada parque.

La segunda etapa comprende los primeros acercamientos y la negociación de contratos entre las empresas y los poseedores de terrenos. Si bien existieron diferencias significativas en cada proyecto, dependiendo tanto del contexto previo de cada comunidad, como de los actores que formaron parte de estas negociaciones y sus capacidades, la mayor parte de los entrevistados destacó que las prácticas con las cuales las empresas se acercaron a las comunidades, definieron el futuro de la relación con las comunidades.

La etapa posterior comprende la construcción y operación de los parques eólicos, primero en el Istmo de Tehuantepec y luego en otras regiones del país. La llegada de las obras de construcción, el flujo de recursos hacia gobiernos locales y poseedores de tierras, transformó el contexto local y modificó a su vez las relaciones dentro de la comunidad, y entre ésta, la empresa y el gobierno.

Las personas de todos los sectores generaron esperanzas en torno a qué serían estos proyectos, cómo se llevarían a cabo y cómo los impactaría en sus vidas. Algunas veces, miembros de las comunidades esperaban recibir mayores beneficios en materia del costo o acceso a la energía o a otros beneficios de estos proyectos. Las empresas, por otro lado, esperaban tener certidumbre en su inversión dado que tenían firmados contratos de largo plazo. Sin embargo, al momento de generarse experiencias directas con los proyectos

eólicos en las comunidades, se ajustaron las expectativas surgidas en torno a estos proyectos. En donde la información previa no había sido clara, no se había garantizado la inclusión de las diferentes personas o los beneficios sociales eran inexistentes o distribuidos sin criterios definidos. Así surgieron diversas tensiones que llegaron hasta la aparición de movimientos de oposición en algunos parques, inclusive a la cancelación de la posibilidad de llevar a cabo los proyectos.

Puntos centrales identificados como origen de las diferencias entre los distintos proyectos, fueron el nivel de información y participación en etapas anteriores, así como la transparencia al momento de distribuir los beneficios. Sobre el tema de la información, en particular los impactos tanto ambientales como sociales y culturales de los proyectos preocupó a las comunidades locales. La mayor parte de las personas entrevistadas dijeron no haber tenido acceso a datos claros, comprensibles y confiables sobre cómo afectaría su día a día, lo que dio pie a la generación de diversos miedos de acuerdo a los impactos percibidos por la gente.

En relación con el nivel de transparencia que se manejó al informar sobre los beneficios, todos los sectores coincidieron en los efectos negativos que tuvo la falta de claridad en el manejo de los recursos, sobre todo aquellos destinados al beneficio social, dado que permitió el surgimiento de prácticas de corrupción y el crecimiento de tensiones dentro de las comunidades y hacia el gobierno.

### **¿Qué aprendemos de estas historias?**

A pesar de que en cada lugar y en cada proyecto se vivió la experiencia de manera diferente, se pueden detectar algunos factores comunes que pueden servir como aprendizaje para asegurar el desarrollo económico, ambiental, social y culturalmente sostenible de la energía eólica en el país.

#### **Factores estructurales e institucionales:**

Una parte de las variaciones en las historias dependieron de factores estructurales e institucionales, como son el contexto político, socio-cultural y económico previo de cada comunidad en la que llegaron los proyectos. Estos factores determinaron fuertes diferencias sobre cómo se desarrolló esta industria, no

sólo entre el Norte, el Centro y el Sur del país, sino también entre cada comunidad. Por ejemplo, destaca el contraste económico y social entre los municipios de las lagunas con población indígena huave (como San Dionisio y San Francisco del Mar) y las comunidades de origen zapoteco que viven en centros más urbanizados (como Juchitán, Ixtepéc y Espinal). Cuatro ejes claves dentro de los factores estructurales e institucionales son la regulación, el territorio, la seguridad ciudadana y el papel del Estado.

A continuación se exponen las preguntas principales relacionadas a estos ejes a las que los diferentes actores entrevistados buscan dar respuesta:

#### **Papel del estado?**

- ¿Cómo contribuyen los gobiernos a que las negociaciones entre empresas y poseionarios sean equilibradas (información, capacidades, [...]?)
- ¿Existen mecanismos de diálogo continuo y resolución pacífica de las controversias dentro de las comunidades y entre éstas, las empresas y los gobiernos?

#### **Regulación**

- ¿Cómo reducir los tiempos de los procedimientos burocráticos para la emisión de los permisos, asegurando a su vez la garantía de los derechos a la participación, la información y a un medio ambiente sano?
- ¿Cómo reducir barreras de entrada al mercado para pequeñas y medianas empresas o empresas comunitarias, sin aumentar con ello la aparición de empresas especuladoras que no tienen la capacidad de desarrollar u operar parques?
- ¿Cómo podrían reflejarse los impuestos pagados por las empresas, o los bonos de carbono generados, en el beneficio de las comunidades donde se encuentran los proyectos?

#### **Territorio**

- ¿Cómo evitar la especulación sobre la tierra y con ello la posibilidad de algunos líderes, autoridades o empresarios con información, redes u otras capacidades privilegiadas para acaparar recursos?

- ¿Cómo asegurar que los proyectos reconocen y respetan el valor no monetario que las comunidades tanto indígenas como rurales dan al territorio, sus usos y costumbres y otras actividades necesarias no sólo para su subsistencia, sino para mantener sus tradiciones, paisajes y patrimonio cultural?

### **Seguridad ciudadana**

- ¿Cómo evitar que el mayor flujo de recursos por los beneficios de los proyectos no signifique un alza en delitos como secuestros, robos a casa habitación y abigeato?
- ¿Cómo asegurar la libre expresión de las personas que se oponen a los parques y la no criminalización de la protesta?
- ¿Cómo asegurar la integridad física y patrimonial de las personas de la comunidad, así como del personal de las empresas?

### **Factores coyunturales**

Desde la parte coyuntural los aprendizajes que pueden mejorar las perspectivas de desarrollo de esta industria, potenciar el desarrollo local, la certidumbre y fomentar relaciones de convivencia pacífica entre los actores son la información, los beneficios, la transparencia y la participación.

La reflexión sobre estos factores puede resumirse en una pregunta: ¿La comunidad -tanto poseionaria como no poseionaria- recibe la información pertinente, ve atendidas sus preocupaciones y es partícipe de los beneficios del proyecto en el largo plazo?

Para comprender mejor las implicaciones de esta pregunta a continuación se mencionan algunas preguntas clave a tomar en consideración en el marco del desarrollo de los proyectos de energía eólica para atender, caso por caso, estas preocupaciones:

### **Participación**

- ¿Quién participa en la toma de decisión sobre estos proyectos, tanto en su planeación como en su negociación y seguimiento?

- ¿A través de qué mecanismos el Estado garantiza la participación de las diferentes voces dentro de la comunidad (a favor, en contra, poseionarios y no poseionarios, hombres y mujeres, pueblos indígenas, jóvenes, [...])?

### **Información**

- ¿Qué información se da para este proceso de toma de decisión (potencial, beneficios y posibles impactos)?
- ¿Es comprensible y accesible esta información para las comunidades (lenguaje poco técnico, variante de la lengua local, [...])?
- ¿La información es confiable tomando en cuenta la forma como se generó y las personas que la desarrollan y comunican?
- ¿Se comunica bajo el principio de máxima difusión esta información o sólo llega a algunas personas de la comunidad?

### **Beneficios y transparencia**

- ¿Qué se puede hacer para evitar las tensiones generadas por la repartición de beneficios solamente a ciertas personas -poseionarias- dentro de una comunidad y no a otras?
- ¿Si se dan beneficios sociales por parte de una empresa, éstos responden a las necesidades y prioridades de la comunidad?
- ¿Qué mecanismos de transparencia y rendición de cuentas existen para saber cómo se gasta el dinero y en qué?
- ¿Se buscan otras fuentes de trabajo y el fortalecimiento de otras industrias para que las comunidades no dependan exclusivamente de los proyectos eólicos?

### **Conclusión**

No sólo porque existan tierras con un potencial adecuado de viento se deberá construir un parque eólico, ni porque algunas personas se opongan se deberá impedir su instalación. Esta toma de decisión impactará el desarrollo local en el largo plazo, tanto por los beneficios como por los impactos negativos que traerá consigo. Por lo tanto, es necesario que tanto la planeación de estos



proyectos, como su implementación y seguimiento, tome en consideración la experiencia y los aprendizajes de los diferentes sectores, para evitar el surgimiento o la escalada de conflictos y tensiones en torno a cualquier proyecto de energía eólica.

Esperamos que esta información permita favorecer la toma de decisiones informada, a partir de principios democráticos, participativos y de transparencia que preocupan a los actores entrevistados. De esta forma, tanto unos sectores como otros, podrían expresar su apoyo o rechazo a un proyecto con argumentos, preguntas y ejemplos fundamentados en información clara y confiable. Si los proyectos toman en cuenta las preocupaciones de todas las partes, se podrá impulsar un desarrollo local respetuoso de las preocupaciones y esperanzas de todos los involucrados, que apuntalará la construcción de una ciudadanía activa, de empresas responsables y Estados que garanticen efectivamente los derechos de todas las personas.

---

### **Direcciones de Internet**

#### **Iniciativa Para El Desarrollo De Las Energías Renovables En México:**

*Energía Eólica*, disponible en:

[http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER\\_Eolico.pdf](http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER_Eolico.pdf), 15.12.2014.

**SENER**, Iniciativa para el Desarrollo de las Energías renovables en México, Energía Eólica, disponible en: [http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER\\_Eolico.pdf](http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20AMDEE-SENER_Eolico.pdf), 15.12.2014.

---

# LAS ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL EN MÉXICO: CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA

JORGE VILLARREAL PADILLA

Analista en cambio climático, energía y medio ambiente

La transición energética en México camina sobre un accidentado y lento camino. Son diversas las barreras y muchos intereses que se oponen a que la energía que se produce y consume en el país deje de ser dependiente de las contaminantes de fuentes fósiles. Al ser el sector energético el principal contribuyente a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), han sido las organizaciones que dan seguimiento a la agenda ambiental -y en particular a la agenda de cambio climático- las que se han involucrado en transitar a un modelo energético ambientalmente sustentable y de bajo carbono. Por ello, para entender el rol que las organizaciones civiles y sociales han jugado en el tema energético, es importante entender cómo han manejado el tema climático.

## El papel de las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) en el combate al cambio climático.

En 1992 se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) en Río de Janeiro. La Conferencia fue determinante para el impulso de la política ambiental en varios sentidos, es un tema ampliamente abordado y existe mucha literatura al respecto. En este artículo no profundizaremos en sus resultados, sin embargo, para entender los antecedentes de las OSC en el combate al cambio climático conviene resaltar dos de sus consecuencias.

La primera consecuencia es que en Río es donde se reconoce y legitima a los movimientos de la sociedad civil a favor del medio ambiente. Son movimientos que trabajan en diversas partes del mundo, desde los años setentas y ochentas, para generar conciencia en la protección del medio ambiente. Fueron las Organizaciones No Gubernamentales (ONG, nombradas así en la Conferencia

de Río)<sup>137</sup> las que influyeron fuertemente en el diseño y resultados de la Conferencia.

El impulso internacional al movimiento ambiental de la sociedad civil permitió apalancar el crecimiento de organizaciones ambientales en México. Son múltiples y diversos los factores que detonaron su desarrollo<sup>138</sup>, pero cuatro de ellos fueron determinantes para el desarrollo de la agenda ambiental de la sociedad civil:

- El potencial catalizador de demandas públicas y ciudadanas<sup>139</sup> frente a la incapacidad del estado para atender problemas ambientales. Un ejemplo de ello es la articulación social frente a los derrames petroleros de PEMEX en la costa del Golfo durante los años ochenta.
- La capacidad para traducir las demandas sociales en un marco normativo; la participación de las organizaciones ambientales en el diseño de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental, creada en 1998. Siendo perfectible, la LEGEPA ha sido un instrumento central en la defensa y protección de los derechos ambientales.
- La capacidad de ser un balance y/o contrapeso al gobierno; independiente del carácter de la interlocución con las distintas instancias del gobierno federal, las organizaciones han mostrado capacidad para articular y consensar posiciones con el gobierno, o para oponerse a sus decisiones y presionar por posiciones distintas. La creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) después transformada en Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y posteriormente en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ha permitido focalizar la interlocución con el gobierno federal.
- La capacidad para contar con el apoyo de la ciudadanía; un ejemplo de ello es el importante respaldo ciudadano a la organizada oposición a la

<sup>137</sup> Delgado Peralta, Martha: "El papel de las organizaciones de la sociedad civil ante el cambio climático global", en: Adrián Fernández Bremauntz (ed.), *Cambio climático: una visión desde México*, México 2004, p. 491.

<sup>138</sup> Simonian, Lane: "Medio ambiente y políticas públicas en México (1970-1993)", en: Lane Simonian (ed.), *La defensa del jaguar: Una historia de la conservación en México*, México 1998.

<sup>139</sup> Delgado: Op. Cit. 2004.

construcción de la nucleoelectrica de Laguna Verde. Sin embargo, fueron los altos costos del desarrollo de la tecnología nucleoelectrica lo que impidió su ampliación en México y no necesariamente la presión social. Aun cuando el movimiento antinuclear en México resultó en el fortalecimiento de las organizaciones de la sociedad civil, no logró generar un amplio y permanente movimiento ciudadano en pro del medio ambiente, como sucedió en Alemania<sup>140</sup>.

Estos factores determinaron el surgimiento y fortalecimiento de decenas de organizaciones ambientales en México. Muchas de ellas estuvieron comprometidas en atender la diversidad de retos que el modelo de crecimiento en México imponía en la agenda de la defensa ambiental, como fueron organizaciones especializadas en derecho ambiental, en desarrollo forestal, en gestión del agua, en conservación, en temas agrícolas, etcétera.

La segunda consecuencia de igual importancia es el fortalecimiento del marco internacional para atender las causas y consecuencias del cambio climático. En Río, los países miembros firmaron y validaron la Conferencia Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), lo que permitió que en 1994 la CMNUCC entrara en vigor y se realizara la primera Conferencia de las Partes (COP) en 1995<sup>141</sup>. Es importante señalar que la CMNUCC es el espacio que ha coordinado los esfuerzos de la comunidad internacional sobre las acciones para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y para que los sistemas se adapten a los cambios asociados al fenómeno.

En México fueron los compromisos internacionales en cambio climático los que determinaron la política pública nacional. Fueron las organizaciones ambientales, las que retomaron la agenda climática internacional para impulsar el tema a nivel nacional. Este esfuerzo enfrenta, sin embargo, retos importantes<sup>142</sup>:

- Las causas del problema son globales en su origen y se encuentran altamente distribuidas en las sociedades, por lo que no hay culpables tangibles y es difícil encontrar enemigos precisos contra quienes combatir.
- Los temas a tratar son complejos y se han tornado altamente técnicos en su discusión y análisis. Su explicación debe procesarse didácticamente para ser comprendidos cabalmente por el público.
- No se prevé que los impactos locales del cambio climático sean tan dramáticos a corto plazo.
- Para concientizar a la población sobre los efectos del cambio climático y promover la adaptación de las comunidades al fenómeno, será necesario recurrir a instituciones académicas y científicas que puedan ofrecer ejemplos concretos y demostrados.
- Las formas de atacar el problema son muy variadas. No existen soluciones únicas, políticas obvias, o tecnologías que resolverán el asunto de una vez por todas. La respuesta al cambio climático requiere considerar medidas de mitigación y de adaptación, y en ambos casos son muchas las opciones y las razones para adoptar una u otras soluciones.

Además, el proceso de las organizaciones ambientales para entender y actuar frente al cambio climático ha sido paulatino y lento. Sin embargo, en la actualidad el nivel técnico alcanzado por las organizaciones les ha permitido intervenir con propuestas concretas en los principales momentos en el desarrollo de la política climática en México. En este sentido, resaltan los siguientes procesos:

- La institucionalización del diálogo con el gobierno mexicano en la agenda internacional en materia de cambio climático; a solicitud explícita de las organizaciones ambientales que han participado en la CMNUCC, el gobierno federal inició diálogos conversatorios con las organizaciones sobre la agenda internacional en la materia. Estos conversatorios derivaron en mecanismos concretos e institucionalizados diseñados por la Secretaría de Relaciones Exteriores para organizar la participación de las organizaciones en las negociaciones. Un resultado concreto es la

<sup>140</sup> Energy Transitions: *The German Energiewende*, disponible en: <http://energytransition.de>, 18.12.2014.

<sup>141</sup> United Nations: *Framework Convention on Climate Change*, disponible en: [https://unfccc.int/porta1\\_espanol/informacion\\_basica/la\\_convencion/historia/items/6197.php](https://unfccc.int/porta1_espanol/informacion_basica/la_convencion/historia/items/6197.php), 18.12.2014.

<sup>142</sup> Delgado: Op. Cit. 2004.



participación de integrantes de organizaciones ambientales en la delegación oficial del gobierno mexicano ante la CMNUCC.

- La generación de propuestas para el marco normativo en materia climática; diversas organizaciones de la sociedad civil promovieron la Ley General de Cambio Climático. Muchas de ellas proporcionaron insumos técnicos en el diseño de la Ley. También proporcionaron insumos técnicos que fueron retomados por el gobierno federal en la elaboración de otros instrumentos de política, como la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Programa Especial de Cambio Climático. A nivel estatal, diversas organizaciones han proporcionado insumos técnicos para la elaboración de los Planes Estatales de Acción sobre Cambio Climático. Un grupo de organizaciones promueve, por ejemplo, recomendaciones en la elaboración del Presupuesto de Egresos de la Federación para un gasto más adecuado en materia climática.
- La capacidad de articular agendas asociadas al cambio climático; en distintos momentos, organizaciones diversas de la sociedad civil se han organizado en espacios, grupos e iniciativas para impulsar una agenda común en la materia. Resalta los esfuerzos de coordinación de cientos de organizaciones no gubernamentales, la mayor parte de ellas ambientalistas, que se organizaron en diversos espacios para participar adentro y afuera de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC que se realizó en Cancún, México en el 2010.
- La capacidad para descentralizar el tema; es importante resaltar que, debido a la diversidad del territorio, así como de las causas y efectos del cambio climático en México, son las organizaciones ambientales en los estados de la república, quienes han retomado la agenda e impulsan diversas acciones para atender el problema en sus regiones.

Estos procesos y estas características han determinado la naturaleza de la intervención de las organizaciones en la agenda climática. Aunque esta breve revisión no es ni pretende ser exhaustiva y completa, si busca caracterizar a las OSC que han trabajado sobre cambio climático y que retoman la agenda de transición energética.

## **El papel de las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) en la transición energética**

La reforma energética constitucional y sus leyes secundarias, conciben al petróleo como el principal componente del crecimiento nacional y principal garante de la seguridad energética. Desde la perspectiva climática, no es buena señal que tomadores de decisión apuesten en continuar un modelo energético sobre la base de fuentes fósiles (convencionales y no convencionales) por ser la principal fuente de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el país, como hemos mencionado. Sin embargo, de tomarse las decisiones adecuadas aún se podrán aprovechar algunas ventanas de oportunidad contenidas en la propuesta. Estas oportunidades podrían impulsar una reforma del sector energético que incremente la generación de energía con fuente renovable y genere las condiciones que permitan avanzar hacia el desarrollo de un modelo energético sustentable y de bajo carbono. Aprobar, por ejemplo, la Ley de Transición Energética o cualquier otra legislación en la materia, sería una clara muestra de esa señal.

Los severos huracanes y las prolongadas sequías experimentadas recientemente en México, alertan sobre el impostergable y urgente cambio de fondo de las causas que generan el cambio climático, entre ellos el modelo energético basado en fuentes fósiles. En este sentido, transitar hacia un modelo energético de bajo carbono no puede ser más urgente. De acuerdo con la Quinta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en México<sup>143</sup>, el sector energético representa el 67.3% de las emisiones de GEI. Por ende, un modelo energético de bajo carbono podría aportar hasta el 61% de reducción de las emisiones GEI totales al 2020, si se toman medidas adecuadas y oportunas.

Un cambio en el sector eléctrico facilitará las condiciones para que México cumpla su meta de reducir el 30% de sus emisiones GEI al 2020 (sobre la línea base *business as usual*), objetivo reconocido en la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y compromiso adquirido por el país en las negociaciones de Naciones Unidas sobre cambio climático.

En paralelo, la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y

<sup>143</sup> SEMARNAT; INECC: *Quinta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*, México 2012.

el Financiamiento para la Transición Energética (LAERFTE) mandata que la generación de energía eléctrica con fuente renovable debe ser de por lo menos 35% al 2024. Llegar a esta meta representa un gran reto, especialmente si excluimos la generación de electricidad de las grandes hidroeléctricas (10.7%), tomando como punto de partida el 4.2% que proviene solo de fuentes renovables en la matriz eléctrica, de acuerdo a lo reportado por la Secretaría de Energía (SENER) como avance al 2012. La nueva Ley de la Industria Eléctrica (LIE) no establece metas al respecto, por lo que los mandatos establecidos por la LAERFTE continúan vigentes.

Estos retos cobran una dimensión particular, dependiendo de la naturaleza de las organizaciones. Siguiendo con la clasificación que elabora Gough y Shackley<sup>144</sup> sobre los tipos de ONG participando en asuntos de cambio climático, podemos ubicar con más precisión algunas de las organizaciones trabajando en transición energética, encargadas de atender los problemas mencionados:

1. Activistas. Grupos ecologistas, con alta presencia en la opinión pública, con una alta capacidad de investigación y que desarrollan estrategias de movilización social y de mercadotecnia comunicativa para promover sus causas. En esta clasificación resalta la participación de:
  - Alianza Anti-fracking. Una coalición de más de 26 organizaciones y coaliciones civiles y sociales, ambientales en su mayoría, que se oponen al desarrollo del gas shale pero a favor del desarrollo de renovables sin que existan afectaciones sociales.
  - Greenpeace y el Centro Mexicano de Derecho Ambiental. A través de sus estrategias buscan posicionar el tema de energía renovable en la opinión pública.
  - WWF México. Quién también buscó posicionar el tema de energías renovables entre los tomadores de decisión y con la opinión pública.
  - El Grupo Mexicano de Financiamiento para el Cambio Climático. Una coalición de diez organizaciones no gubernamentales que busca

avanzar en el desarrollo de la energía renovable y la eficiencia energética desde un marco de derechos humanos y con un enfoque de género.

2. Grupos de científicos y analistas. Versados en la técnica y política del cambio climático, con capacidad de discutir temas específicos con líderes de alto nivel. Algunos ejemplos son:
  - La Red por la Transición Energética. Un grupo de más de 40 personas y organizaciones, con una alta capacidad para emitir recomendaciones técnicas a favor de las energías renovables y la eficiencia energética, y con capacidad para conversar con tomadores de decisión de alto nivel.
  - La Iniciativa Mexicana para las Energías Renovables. Un grupo de más de diez expertas y expertos de reconocido prestigio técnico, cuya misión es la promoción de las energías renovables en México.
  - El Instituto Mexicano de la Competitividad, quienes desde el impulso a la competitividad ha opinado sobre el potencial de la energía renovable. Su perspectiva es altamente valorada en los tomadores de decisión y retomada constantemente en la opinión pública.
  - Red Mexicana de Bioenergía. Una red de empresas, analistas, académicos y académicas, especializados en el desarrollo y promoción de la bioenergía.
3. Alianzas de empresarios. Representan los intereses del sector privado. Algunas de ellas son:
  - Asociación Mexicana de Energía Eólica.
  - Asociación Nacional de Energía Solar.
  - Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación.
  - Asociación Mexicana de Energía Solar.
  - Cogenera México.
  - Asociación Mexicana de Hidroeléctrica.

<sup>144</sup> Gough, Clair; Shackley, Simon: *The respectable politics of climate change: the epistemic communities and NGO*, Inglaterra 2002.

Las organizaciones juegan un papel importante en:

- a. Elaborar propuestas de políticas. Se elaboran propuestas, se analizan los temas y conceptos desde distintas perspectivas, se plantean soluciones alternativas a los problemas que enfrentan las negociaciones de cambio climático, etc.
- b. Construcción de conocimiento. Por medio de documentos se introducen nuevas evidencias para probar teorías que apoyan o desaprueban determinadas propuestas. La legitimidad de esta estrategia depende de la independencia y objetividad de los autores de los documentos y de la solidez de sus investigaciones.
- c. Cabildeo y campañas. Utilizando tecnologías de mercadeo se forma opinión pública respecto de los asuntos ambientales, “vendiendo” al público la gravedad de la problemática planteada e involucrándolo en la necesidad de participar.

El reto de las organizaciones es doble. Primero deberán hacer frente a las complicadas negociaciones políticas y los intereses que buscan perpetuar el consumo de fuentes fósiles y empujar (frente a la debilidad de la reforma energética en este ámbito) cambios legales que abran la puerta a reformar el sector energético para promover un modelo más sustentable y de bajo carbono. El segundo reto es lograr que estos cambios políticos se traduzcan en oportunidades para avanzar sustancialmente en el desarrollo de energías renovables, colocando a México en la ruta del cumplimiento de sus metas de mitigación.

De no superarse estos dos retos pronto (en este año, antes de que terminen los plazos para la reforma secundaria); será hasta el 2018 (inicios de la nueva administración) cuando se presente de nuevo la oportunidad para discutir y aprobar una reforma de esta envergadura, limitando severamente el tiempo y las condiciones para que el sector garantice la seguridad energética mientras reduce sensiblemente sus emisiones GEI.

---

## **Bibliografía**

**Delgado Peralta, Martha:** “El papel de las organizaciones de la sociedad civil ante el cambio climático global”, en: Adrián Fernández Bremauntz (ed.): *Cambio climático: una visión desde México*, México 2004.

**Gough, Clair; Shackley, Simon:** *The respectable politics of climate change: the epistemic communities and NGO*, Inglaterra 2002.

**SEMARNAT; INECC:** *Quinta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*, México 2012.

**Simonian, Lane:** “Medio ambiente y políticas públicas en México (1970-1993)”, en: Lane Simonian (ed.): *La defensa del jaguar. Una historia de la conservación en México*, México 1998.

---

## **Direcciones de Internet**

**Energy Transitions:** *The German Energiewende*, disponible en: <http://energytransition.de>, 18.12.2014.

**United Nations:** *Framework Convention on Climate Change*, disponible en: [https://unfccc.int/portal\\_espanol/informacion\\_basica/la\\_convencion/historia/items/6197.php](https://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/la_convencion/historia/items/6197.php), 18.12.2014.

---