



La Matriz Energética y el Desarrollo Sustentable en México

“Desarrollo Sostenible y Matriz Energética en América Latina: un plan para garantizar el acceso a la energía limpia para toda la población de la región”

Dr. Ricardo Beltrán Chacón

Bello Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 8 de Noviembre de 2016.

Contenido

2

Matriz energética:

- Energía primaria, secundaria.
- Origen-Destino (sector)
- Importación-Exportación

Energía renovable

- Tendencia
- Metas-seguimiento
- Potencial de aprovechamiento

Marco legal

- Reforma energética
- Políticas de promoción

Electrificación rural:

- Proyectos – Experiencias
- Lecciones aprendidas
- Micro-red: Puertecitos

Matriz energética: Perspectiva general

3

El 44.6 % del suministro total proviene de importación de gasolinas principalmente.

El 55.7 % se dirige hacia el sector de transporte.



Origen de la energía

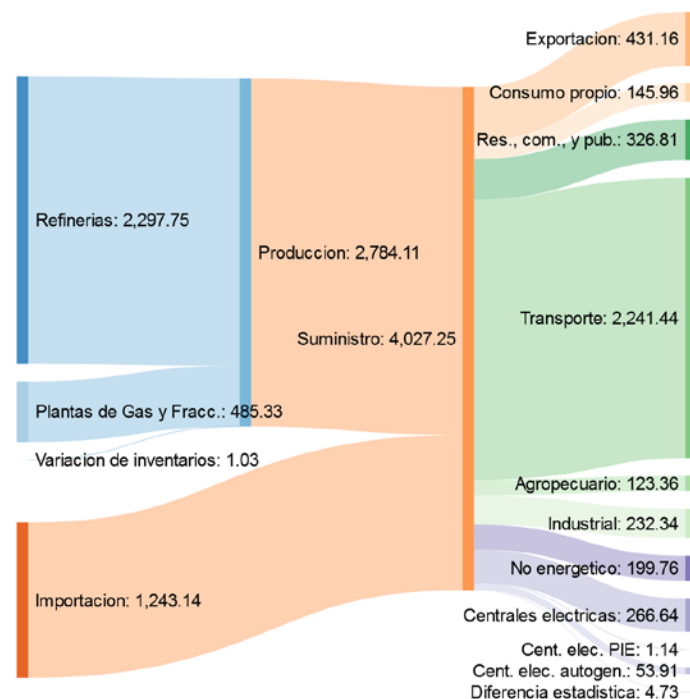
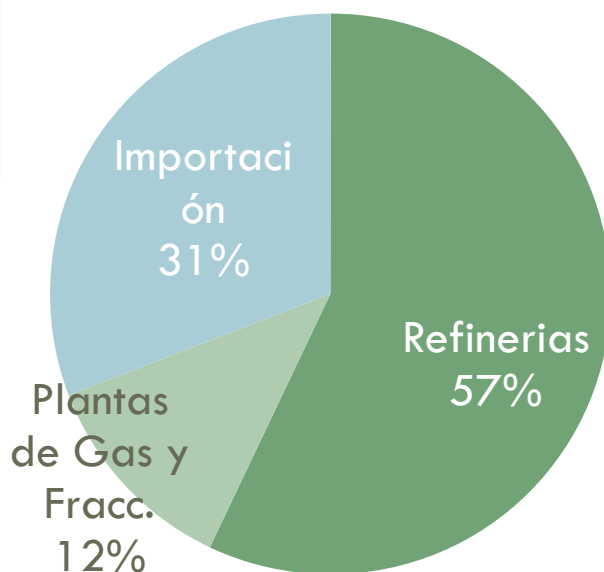


Fig. 1. Balance de petrolíferos 2014, PJ/año. Elaboración propia sobre datos de (SENER, 2015a).

Matriz energética: Energía primaria - Fuentes

Las renovables representan el 7.56 % del total.



2013 ► 2014

38.9%

53.6%

El aporte energético de los hidrocarburos representa el 87.8 % del total.

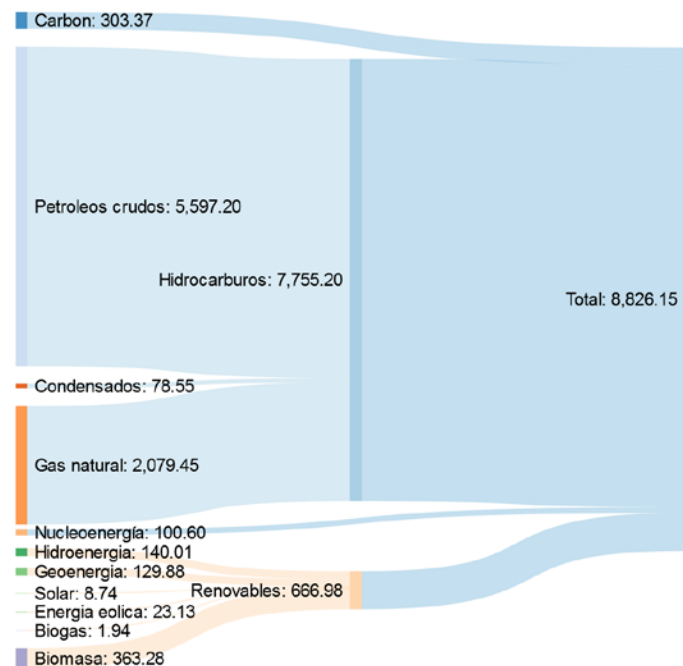
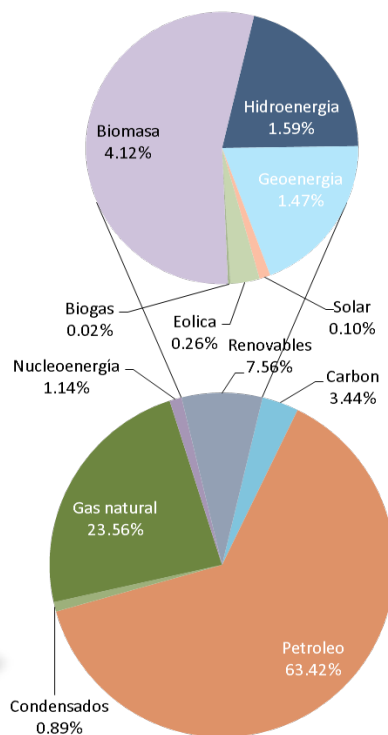


Fig. 2. Producción de energía primaria (Petajoules). Elaboración propia sobre datos de (SENER, 2015a).

Matriz energética: Energía primaria - Composición

5

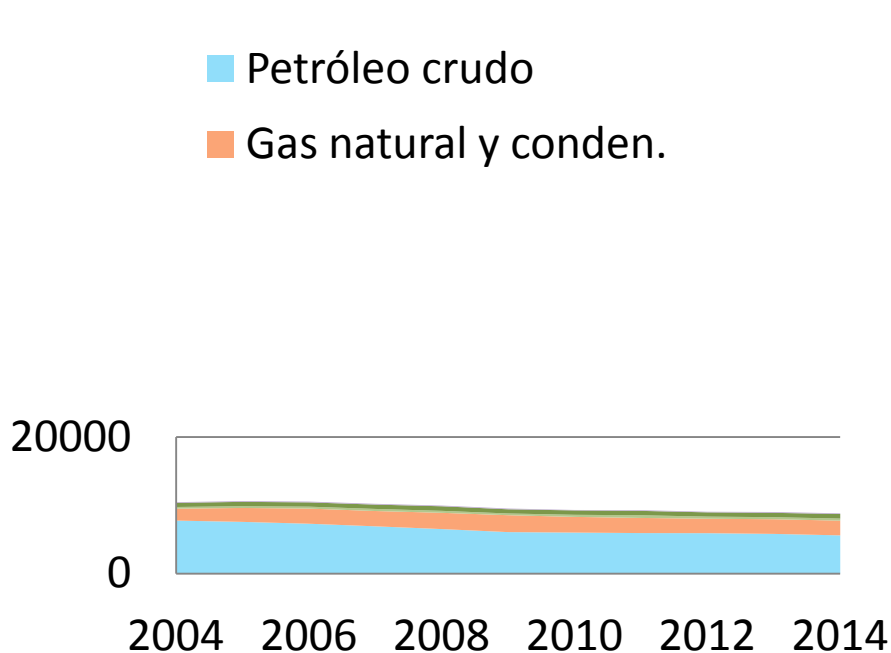


Fig. 4. Evolución de la producción de energía primaria 2004-2014 (PJ), Adaptada de (SENER, 2015a).

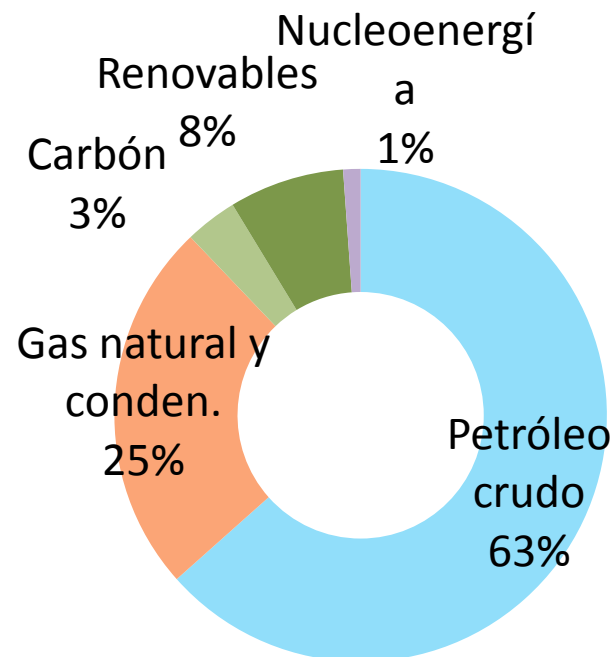


Fig. 5. Distribución de la energía primaria en 2014. Adaptada de (SENER, 2015a).

Matriz energética: Energía primaria - Composición

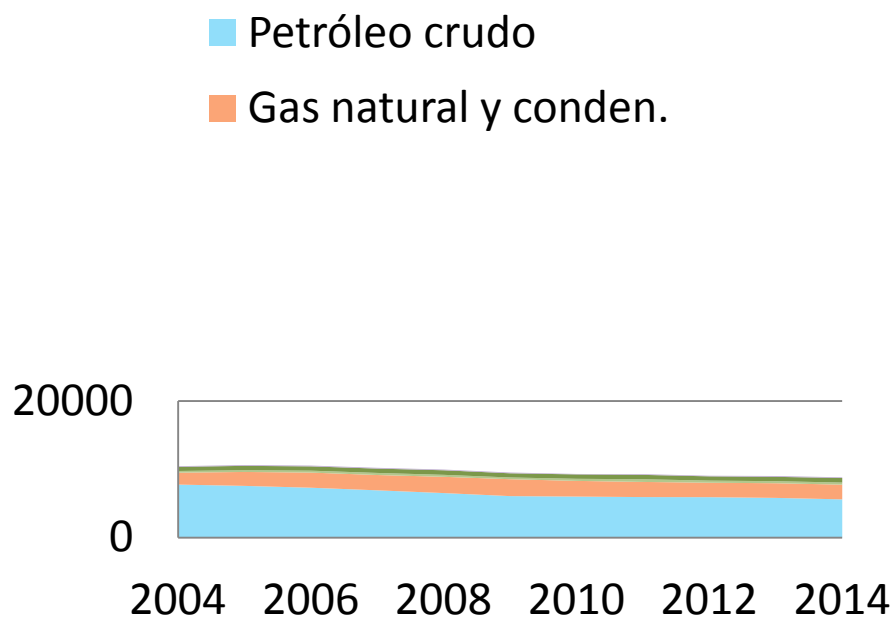
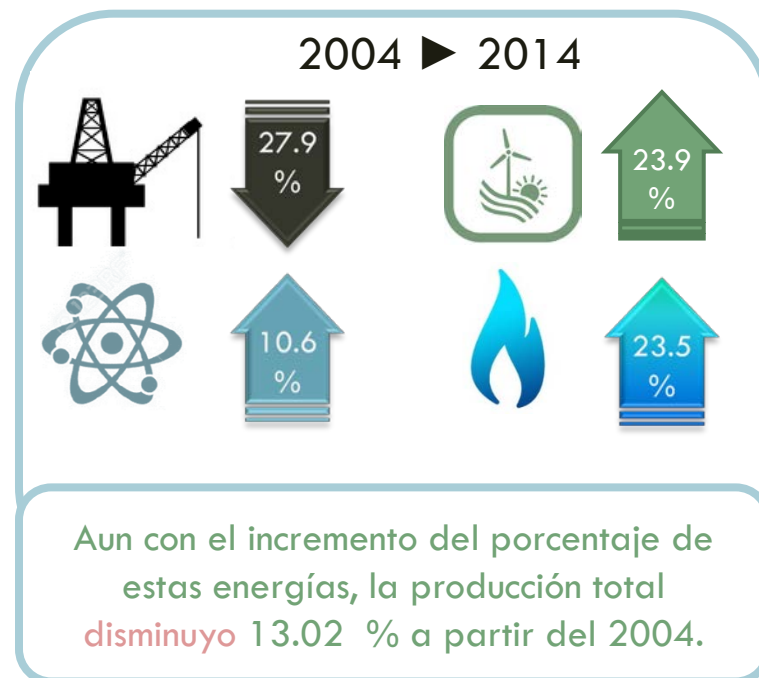
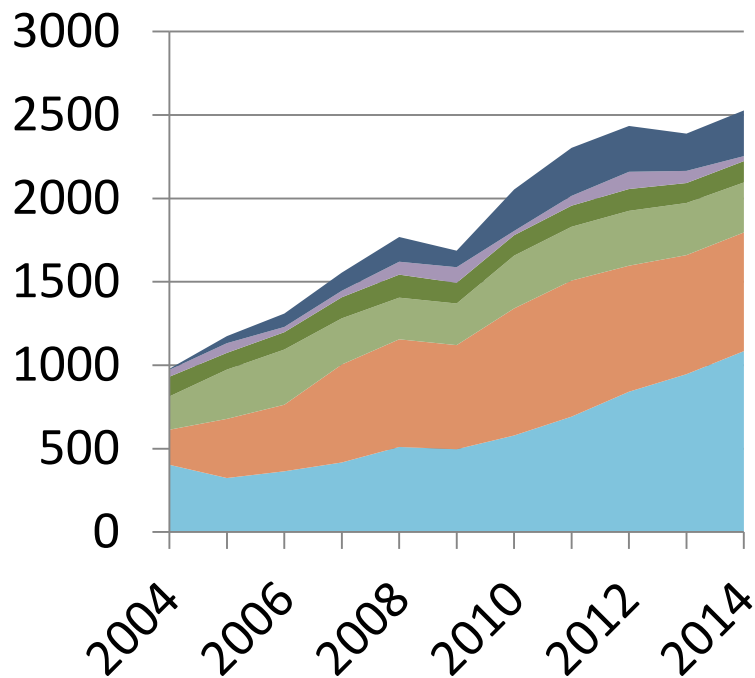


Fig. 4. Evolución de la producción de energía primaria 2004-2014 (PJ), Adaptada de (SENER, 2015a).



Matriz energética: Energía primaria - Importación

Fig. 6. Evolución de la importación de energía 2004-2014 (PJ).



□ Para el **2014**, la importación de **gas seco** y **gasolinas** represento el **22.4 %** y **14.5 %** del total de importación.

Aumento importación 2004 ► 2014

■ Diesel ————— 4319 %

■ Combustóleo

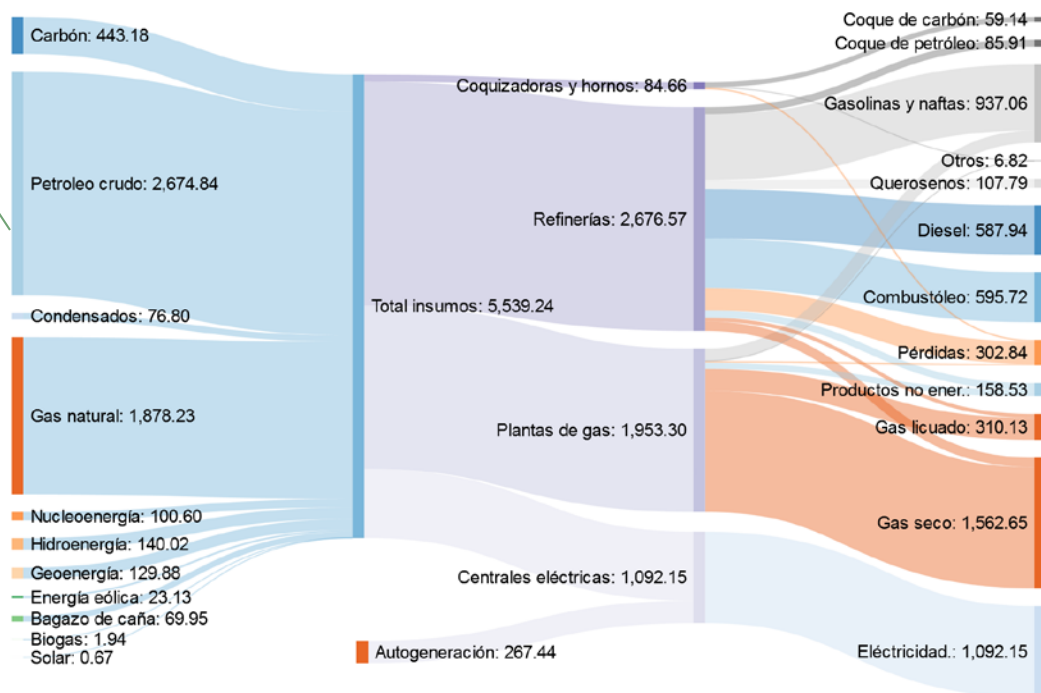
■ Gas licuado ——— 238 %

————— 168 %

Matriz energética: Energía primaria - Transformación

Principales energéticos enviados a transformación:
petróleo 48.3 %
gas natural 33.9 %

Principales combustibles producidos en las refinerías:
gasolinas 32.8 %
combustóleo 24.7 %
diésel 24.4 %



El principal producto de transformación:
gas seco (gas natural)
con 74.8 %.

Aportación eléctrica:
Públicas 56.9 %
Indepen. 28.9 %
Autogen. 14.3 %

Fig. 7. Insumos de energía primaria, su distribución en los centros de transformación y la correspondiente producción bruta de energía secundaria (PJ). Elaboración propia sobre datos de (SENER, 2015a).

Matriz energética: Energía secundaria- Transformación

El principal insumo energético de centrales eléctricas públicas, de productores independientes y de autogeneración fue el **gas seco** registrando el **80.3 %** del total.

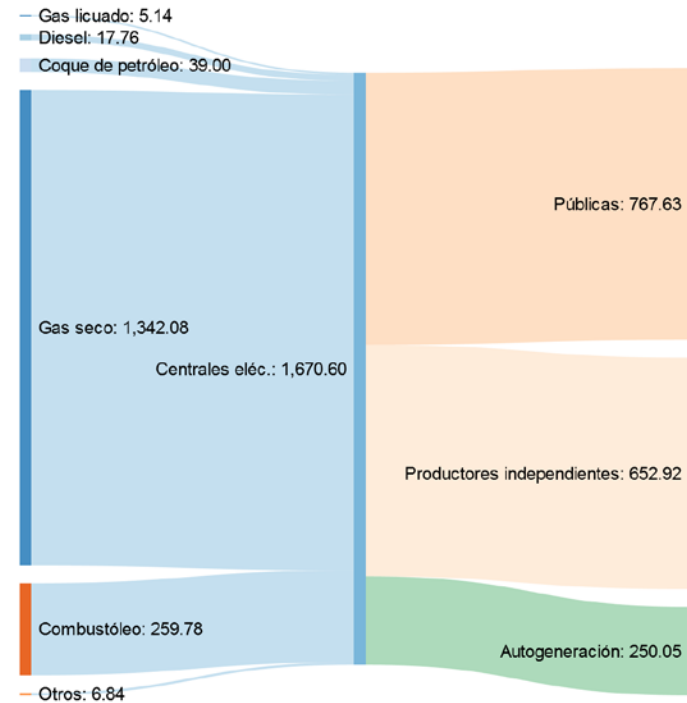


Fig. 8. Insumos de energía secundaria en centros de transformación (PJ).

Elaboración propia sobre datos de (SENER, 2015a).

Matriz energética: Balance de energía

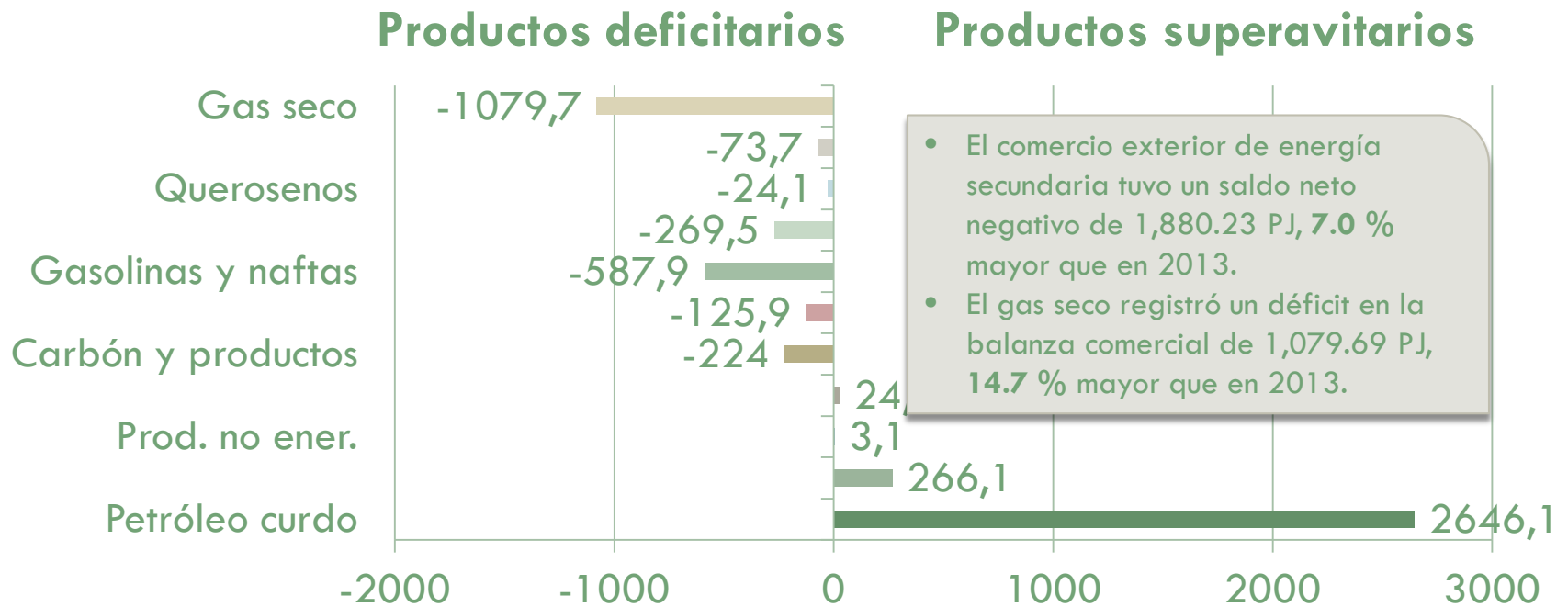


Fig. 9. Saldo neto de la balanza comercial de energía por fuente, 2014 (PJ). Adaptada de (SENER, 2015a).

Matriz energética: Sector de destino

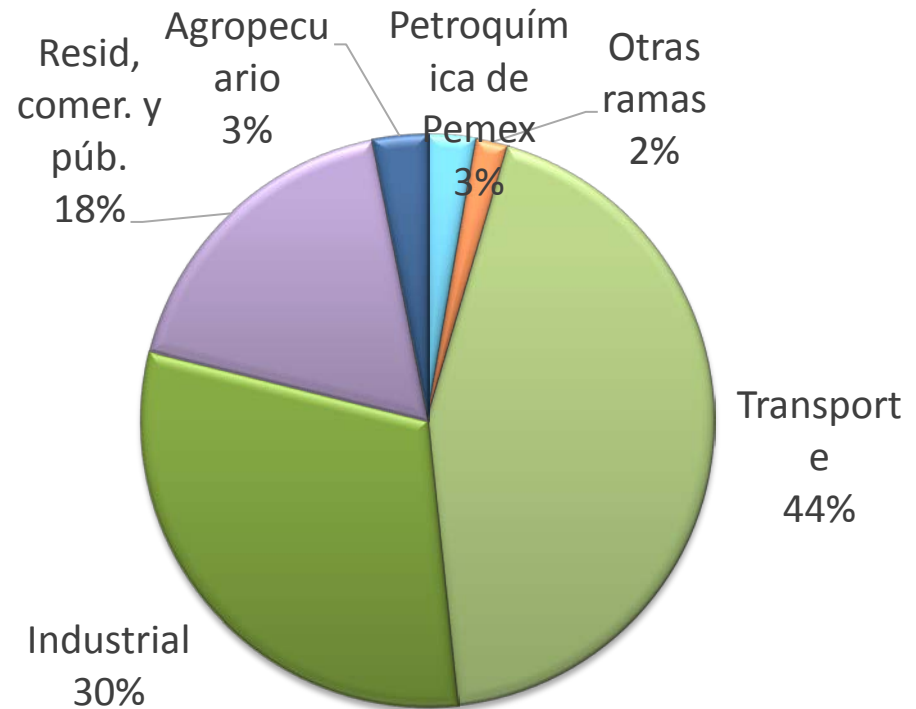
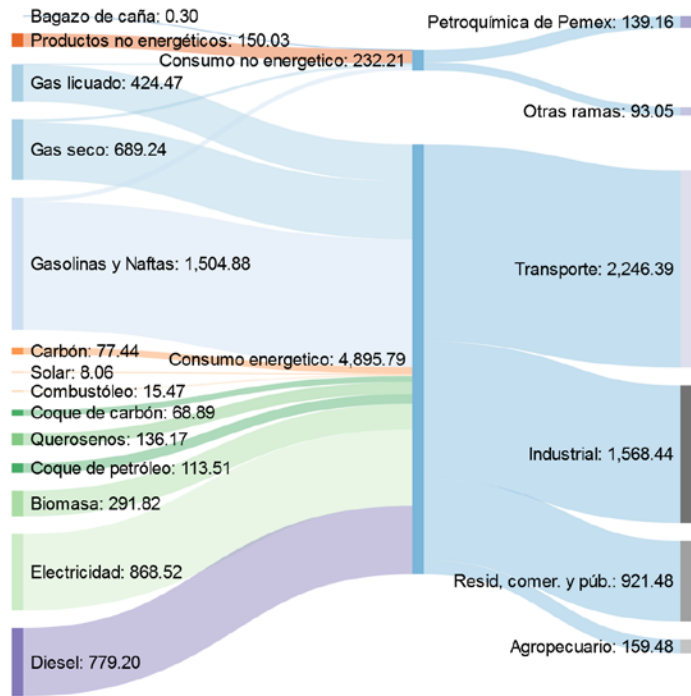


Fig. 10. Consumo final total de energía por uso energético y tipo de combustible 2014 (PJ).
Elaboración propia sobre datos de (SENER, 2015a).

Matriz energética: Sector de destino

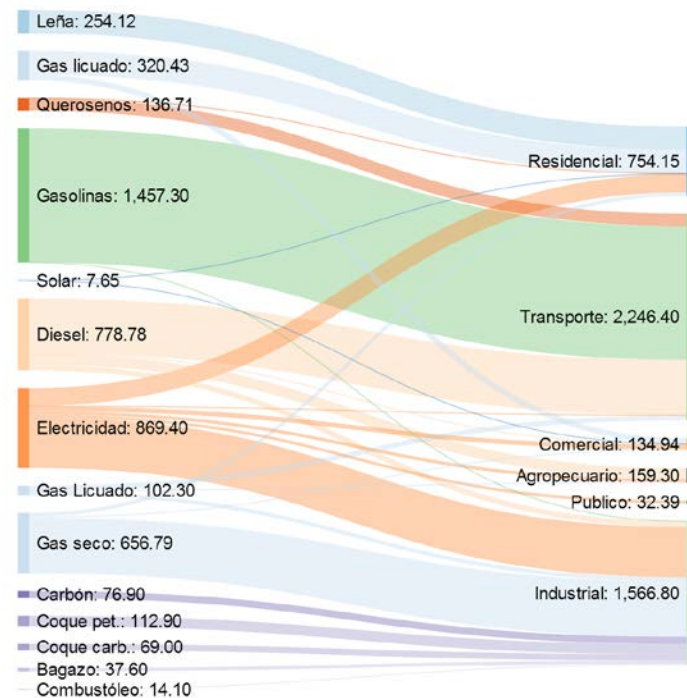
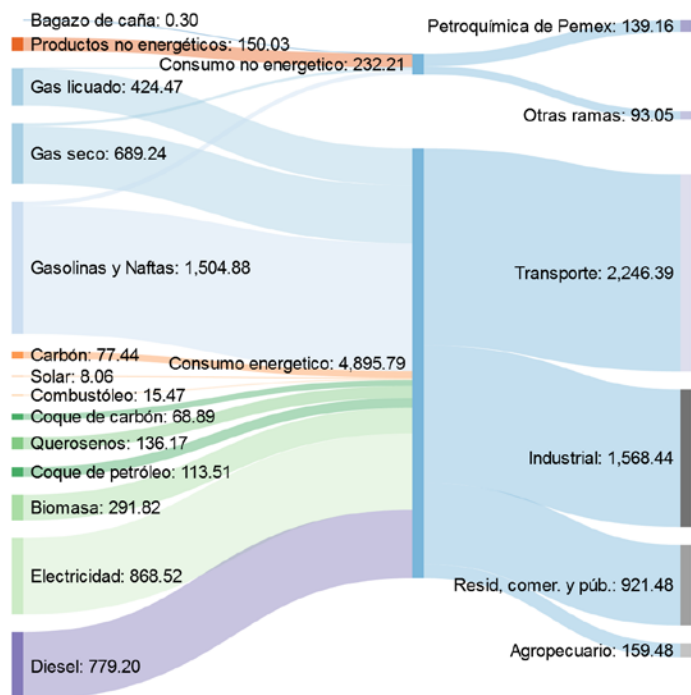
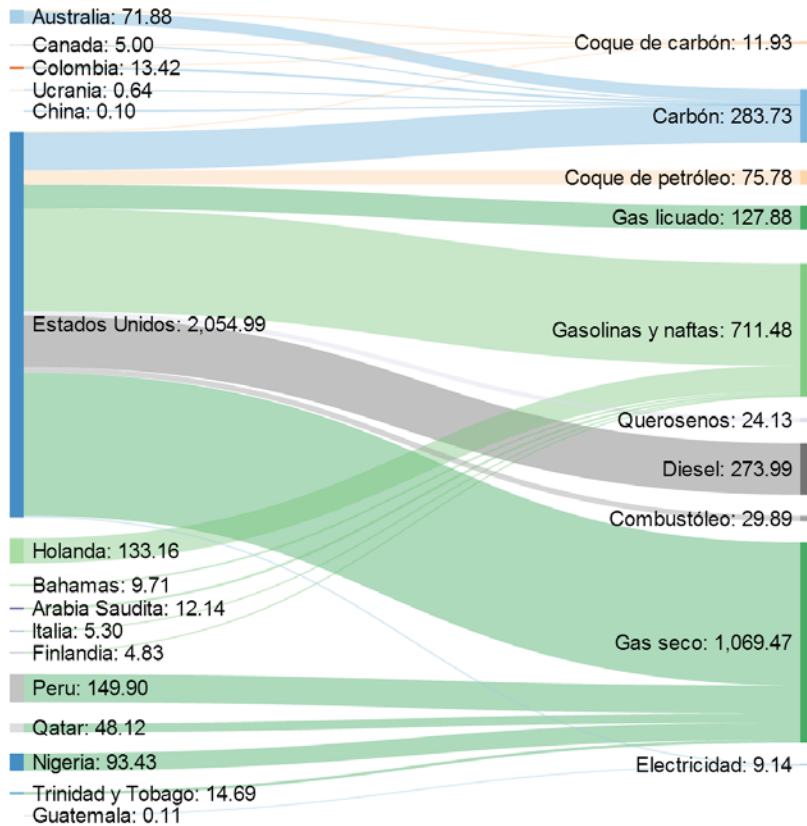


Fig. 11. Consumo final de energía por sector y energético 2014 (PJ). Elaboración propia sobre datos de (SENER, 2015a).

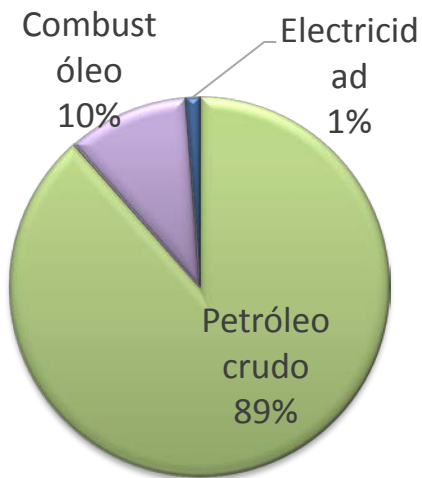
Matriz energética: Origen – Importación



Estados Unidos representa el **78.51 %** del total, con **gas seco** y **gasolinas** principalmente.

Fig. 12. Importación de energía a México por país de origen (PJ). Elaboración propia sobre datos de (SENER, 2015a).

Matriz energética: Origen – Exportación



El principal destino de exportación Estados Unidos, **69.72 %**.

El petróleo crudo cubre el **89 %** del total de energéticos exportados.

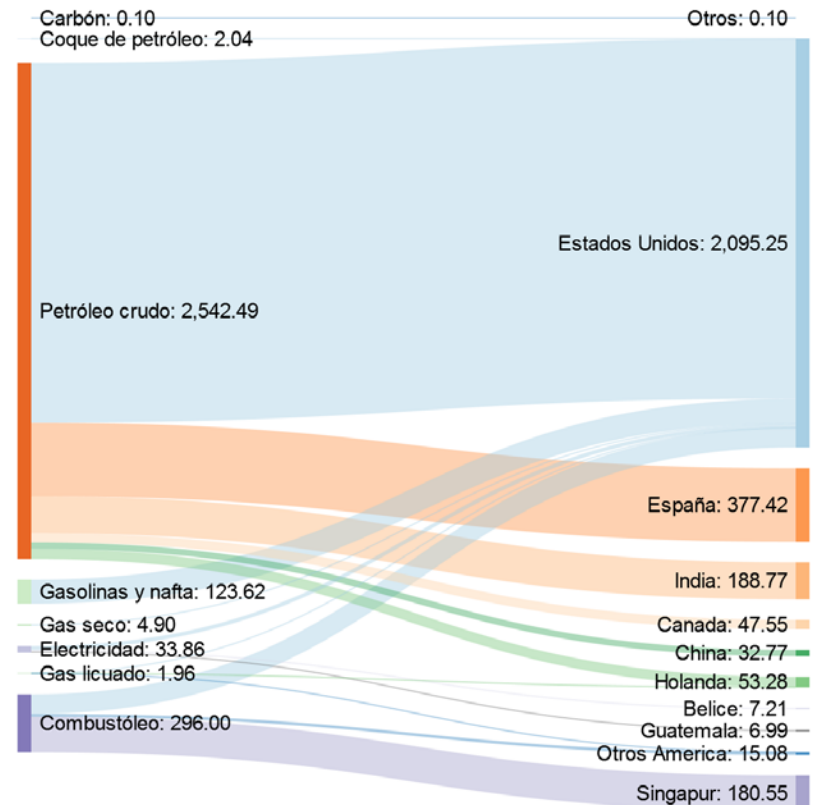


Fig. 13. Exportaciones de energía por país de destino (PJ).
Elaboración propia sobre datos de (SENER, 2015a).

Energía renovable: tendencia

290 mil metros cuadrados de colectores solares en promedio anual para los últimos 3 años y de 25,716 kW promedio anual para fotovoltaica.

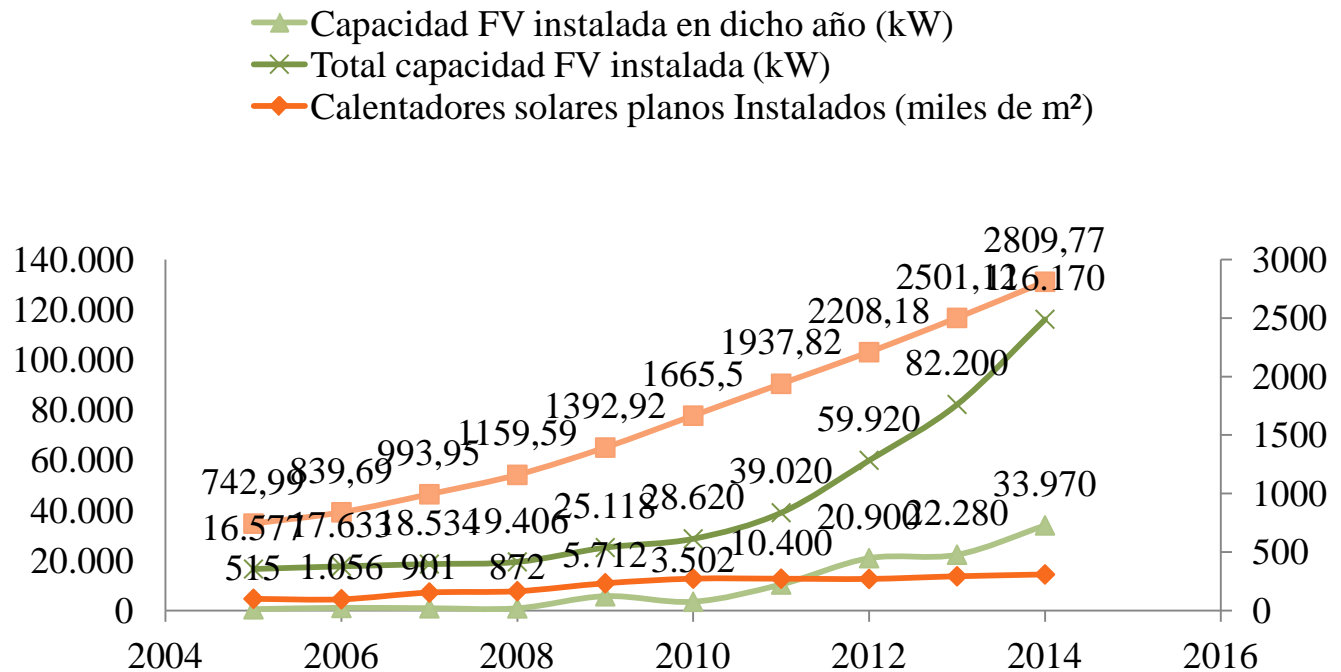


Fig. 14. Aprovechamiento de la energía solar térmica y fotovoltaica.
Elaboración propia sobre datos de (SENER, 2015a).



Energía renovable: Metas

Canadá, Estados Unidos y México, han establecido una meta para que en **2025** los tres países en promedio tengan una generación de energía **50 %** a partir de **energías limpias*** (Furman, 2016).

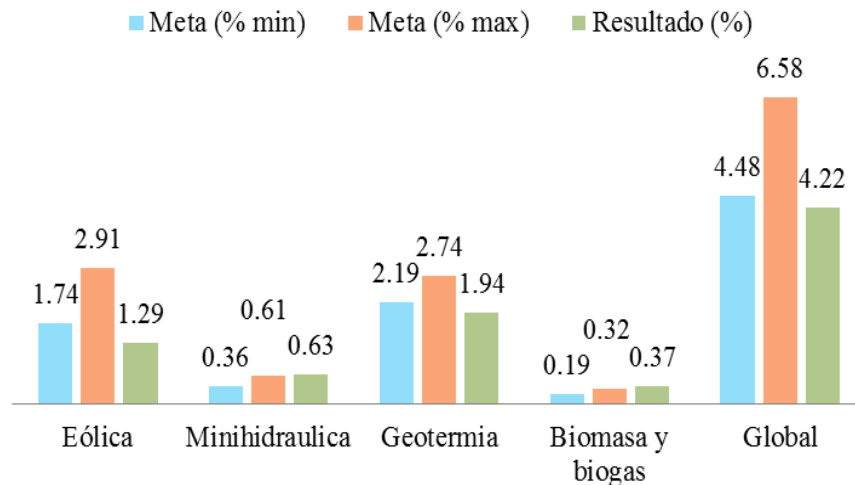
* Además de las renovables incluyen la nuclear, captura de CO₂ y almacenamiento.



Energía renovable: Seguimiento de metas

Las primeras metas nacionales para la generación de electricidad a partir de fuentes renovables fueron establecidas en el año 2012.

Metas de Generación



Metas de capacidad

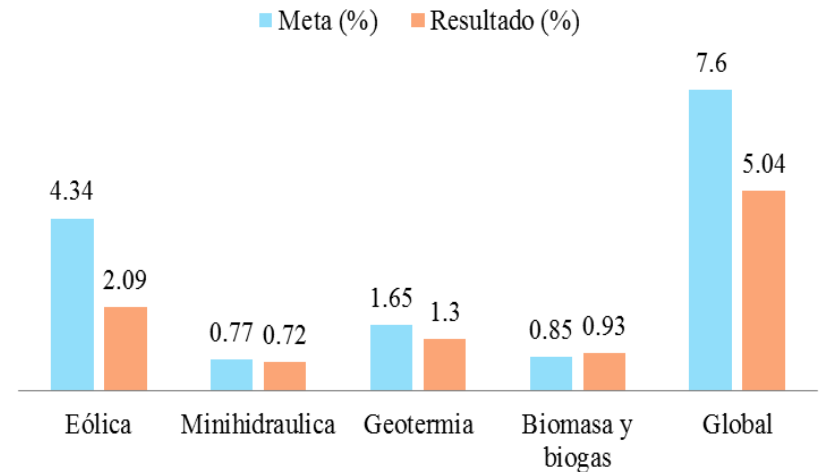


Fig. 16. Cumplimiento de metas del programa especial para el aprovechamiento de energías renovables 2009-2012 (SENER, 2014).

Energía renovable: Seguimiento de metas

Durante la evaluación de las metas de dicho programa, se pudo identificar las siguientes debilidades:

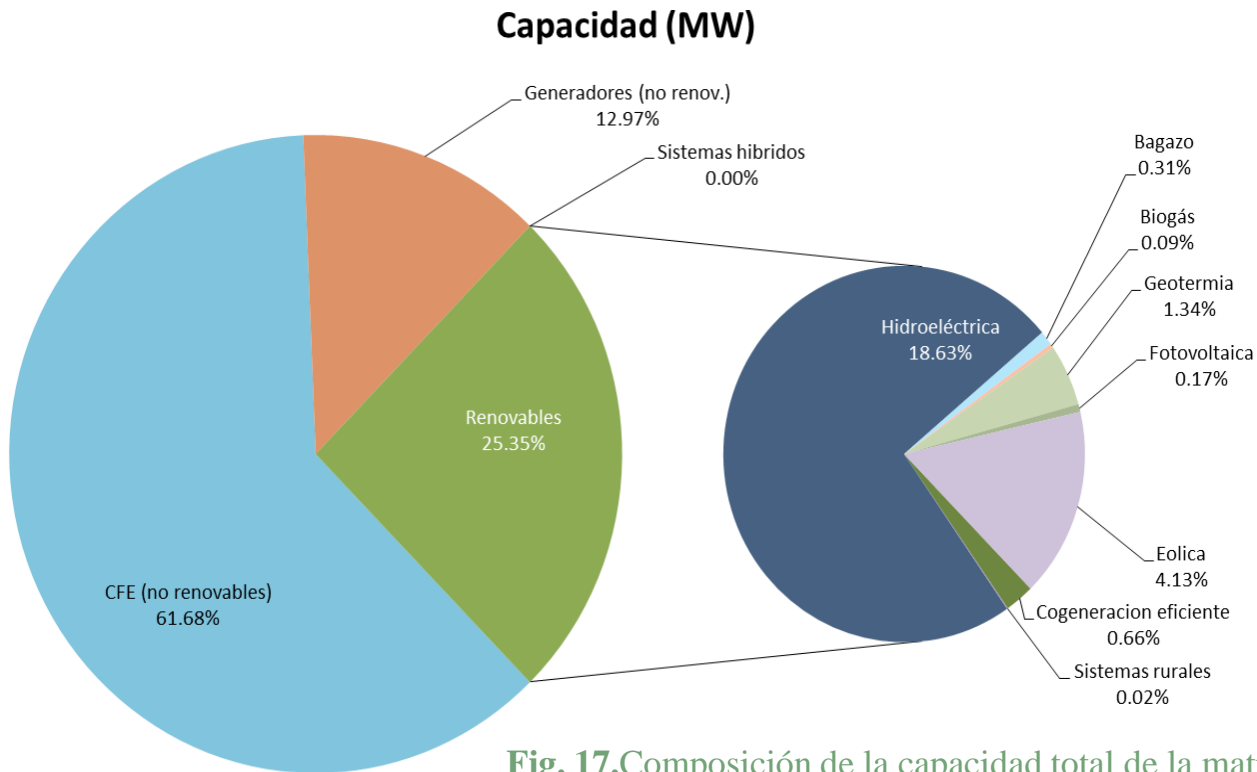
- No identifica **responsables** claros para el cumplimiento de la meta.
- Los objetivos no incluyen hidroeléctricas fuera del ámbito de la LAERFTE ni tampoco la cogeneración eficiente.
- Se **excluyen áreas de oportunidad** para el aprovechamiento térmico, o de impacto social y económico.
- No existen indicadores que faciliten la evaluación del cumplimiento de metas hacia otros años (2024, 2035 y 2050).



Áreas de oportunidad identificadas para los siguientes ejercicios de planeación mejorar la información sobre los costos de:

- Inversión de las energías renovables
- Costos de generación de las diferentes tecnologías de ER,

Energía renovable: Situación actual



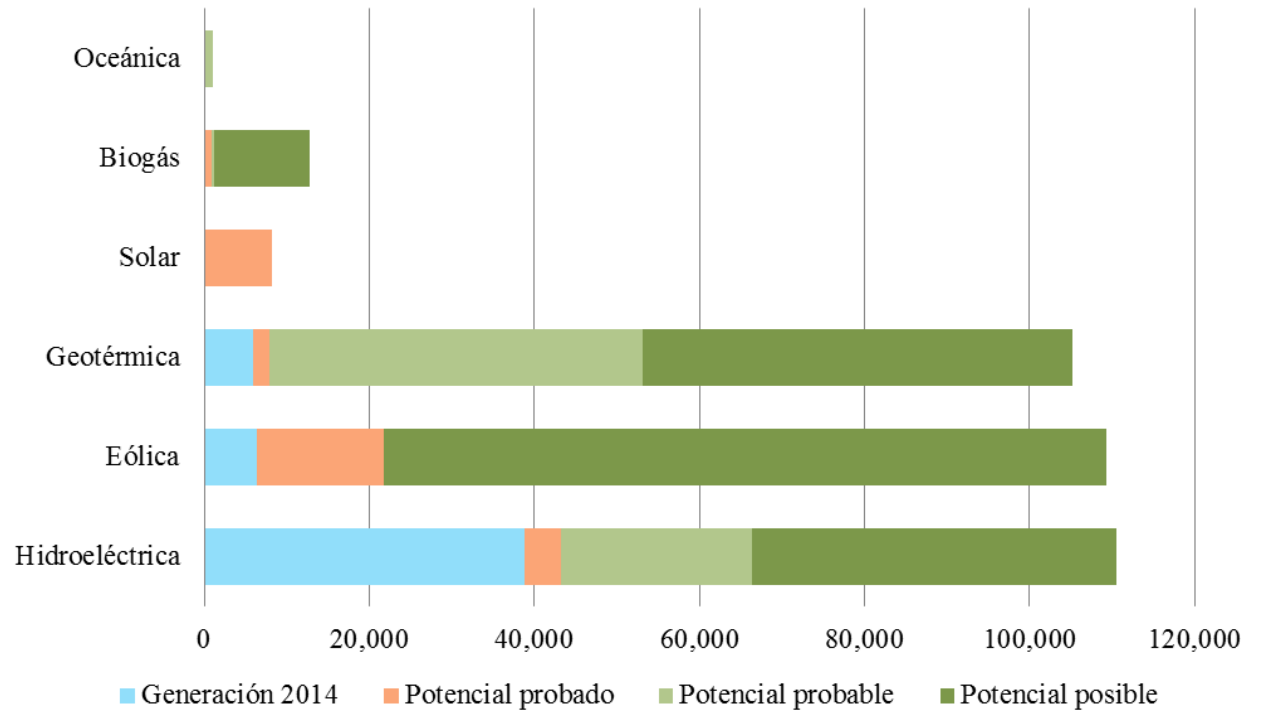
Al 30 de Junio de 2015 la capacidad de generación mediante energías **renovables** en México represento el **25.3 %** de la capacidad de generación total.

La generación de durante el 2014 contribuyo solo con el **18.2 %** de la generación total

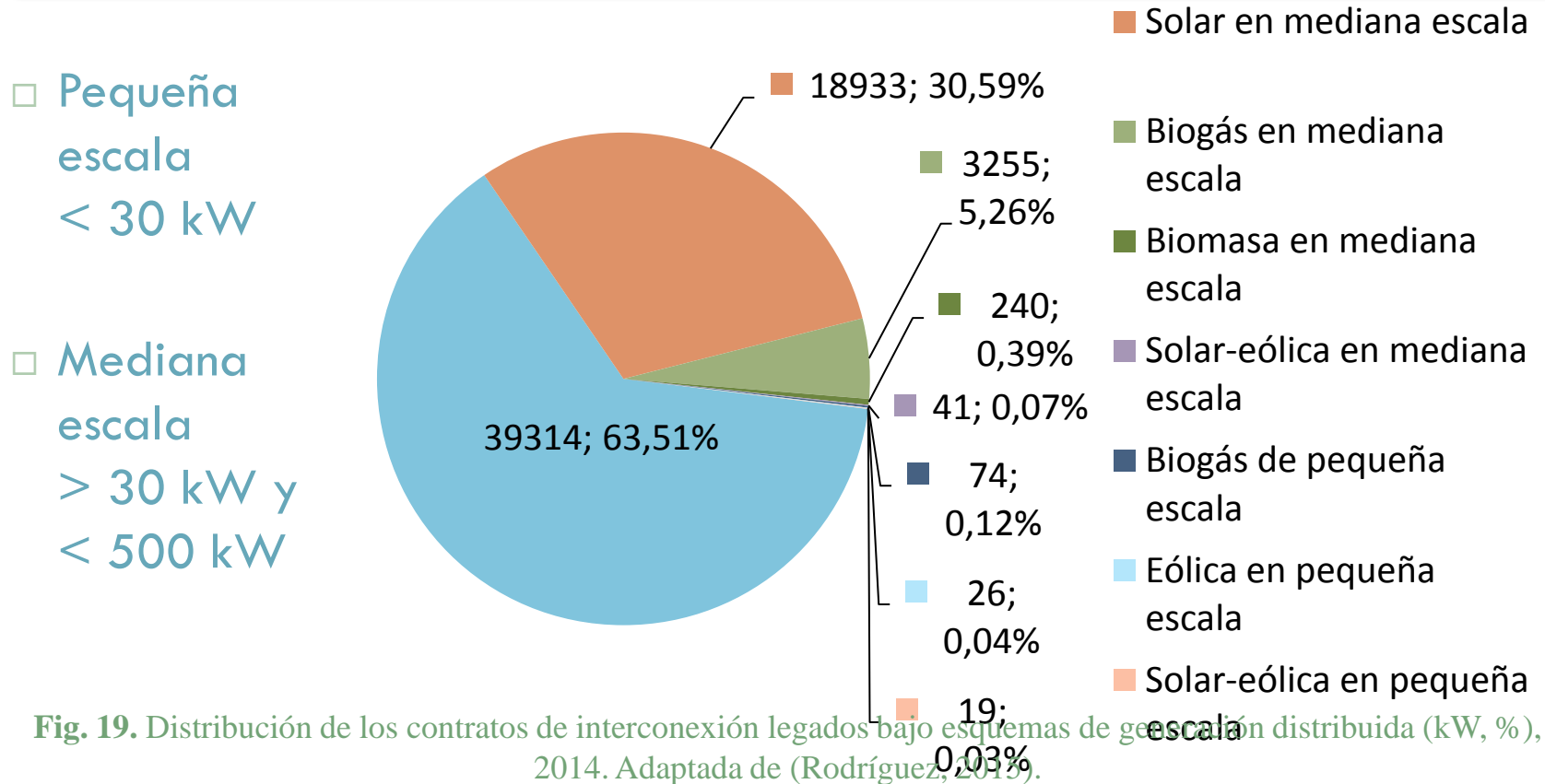
Fig. 17. Composición de la capacidad total de la matriz energética. Adaptada de (Rodríguez, 2015).

Energía renovable: Potencial de aprovechamiento

- Potencial probado y probable de generación 33% generados en 2014.
- El potencial posible adicional sin contar el solar representa el 65% de la generación de 2014.



Energía renovable: Generación distribuida



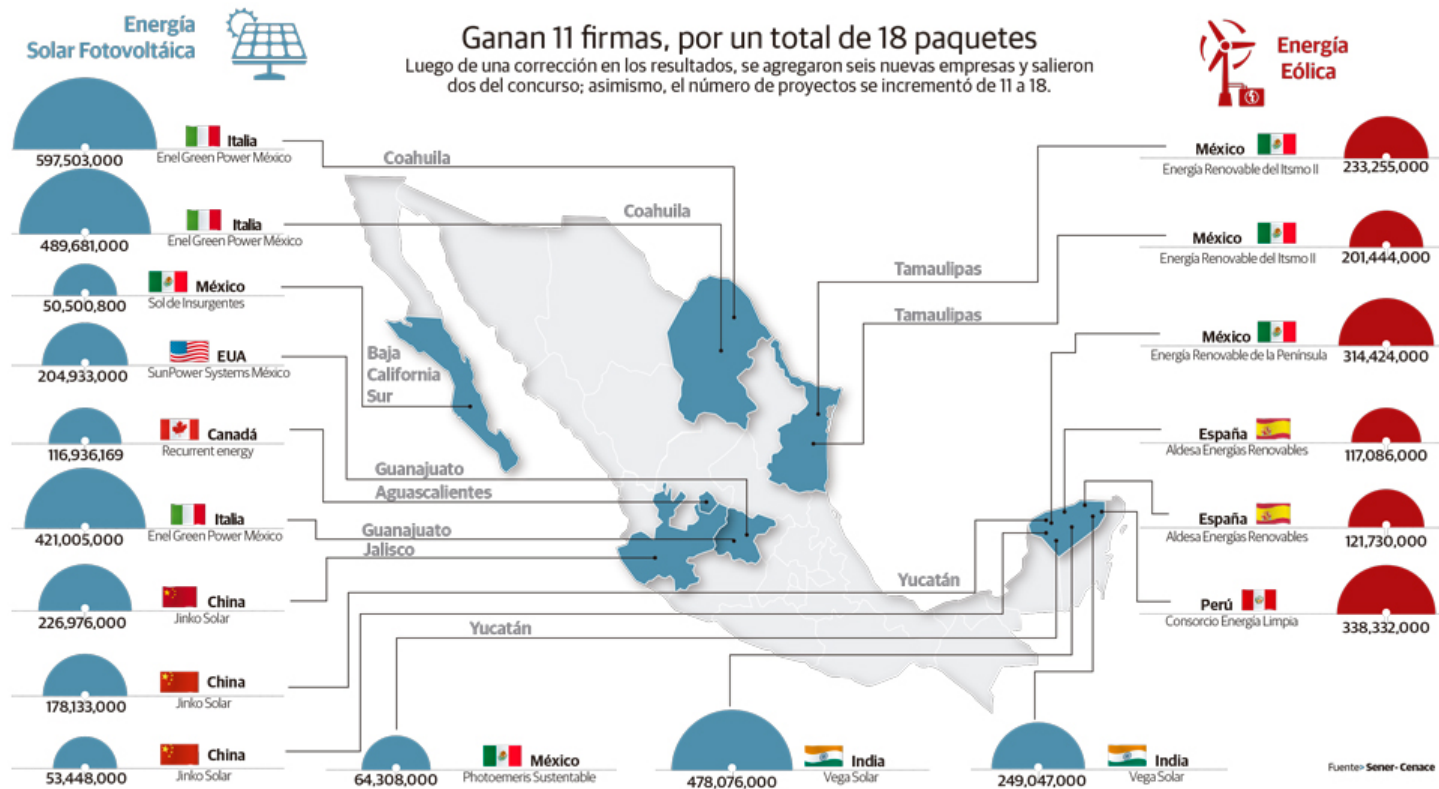
Marco legal: Reforma Energética

Impulsa las energías limpias a través de:

- Esquemas de medición neta
- Subastas de energía
- Certificados de energía limpia
- Créditos fiscales para inversión /producción
- Préstamos
- Subsidios

- En México, la reforma energética ha permitido la puesta en marcha del Mercado Eléctrico Mayorista, mismo que inicio operaciones el 1 de enero de 2016.
- Dicho mercado permite a negocios comerciales e industriales comprar energía a productores independientes, en vez del monopolio federal de la Comisión Federal de Electricidad.

Marco legal: Subasta energética



- En la segunda subasta eléctrica, se asignaron 9.3 millones MWh en certificados de energía limpia (CEL).
- Los CEL son títulos que acreditan la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de Energías Limpias.
- Las metas nacionales se convertirán en obligaciones individuales.

Marco legal: Subasta energética

25

- Plantas fotovoltaicas instaladas alrededor del mundo en localidades con factores de planta de 30 % ha propiciado que en el primer trimestre de 2016 se hayan observado subastas a tarifas de hasta 30 USD/MWh en los Emiratos Árabes Unidos y de 35 USD/MWh en México, seguido de 48-55 USD/MWh en Perú y Sudáfrica.

- En consecuencia México, con USD 4 billones, es el tercer país con mayor inversión en energías renovables de los países en desarrollo después de India y Sudáfrica con USD 10.2 y 4.5 respectivamente.
- Con estas inversiones se estima una tasa de crecimiento anual de 71 % del 2016 al 2020.

Marco legal: Políticas de promoción ER

Ordenamiento legal	Objeto	Publicación
Ley General de Cambio Climático	Establecer objetivos en políticas públicas para la mitigación y adaptación al cambio climático.	06-jun-12
Ley de los Órganos Reguladores del Sector Energético: Comisión Reguladora de Energía y Comisión Nacional de Hidrocarburos. (CRE y CNH)	Promover el desarrollo eficiente de: transporte por ductos, almacenamiento, distribución y expendio de bioenergéticos, generación de electricidad, su transmisión, distribución (incluyendo la ajena al servicio público y su comercialización.	11-ago-14
Ley de Transición Energética	Regula el aprovechamiento sustentable de energía y las obligaciones de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica.	11-dic-2015
Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 (ENE)	Propicia la inclusión social a los beneficios del uso de la energía, la sustentabilidad y la mitigación de impactos negativos de la producción y consumo de energéticos.	25-may-2013
Programa Sectorial de Energía 2013-2018 (PROSENER)	Expresa los objetivos, estrategias y líneas de acción de las dependencias y organismos para llegar al 34.6 % de capacidad instalada en el sector eléctrico. El programa tiene como	13-dic-2013

Marco legal: Instrumentos económicos para promoción ER

Instrumento	Objeto	Publicación
Deducción inmediata (Ley de Impuesto sobre la renta)	Estimular la inversión en generación a base de ER o de sistemas de cogeneración eficiente.	18-nov-15 (modificación)
Fondo Sectorial SENER-CONACYT de Sustentabilidad Energética (FSE)	Financiar investigaciones científicas, desarrollo tecnológico, innovación, registro de propiedad intelectual, formación de recursos humanos especializados, becas, infraestructura en ER, eficiencia energética, uso de tecnologías limpias y diversificación de fuentes primarias de energía.	4-ago-2008
Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE)	Fideicomiso para financiar y potenciar la transición energética, el ahorro de energía, las tecnologías limpias y renovables.	25-feb-2008
Metodología de Externalidades	Creado en el marco de LAERFTE para calcular los impactos positivos o negativos de la generación eléctrica y retomado en la LTE para evaluar costos asociados a la operación y expansión de la industria eléctrica.	Dic-2012

Electrificación rural:

- En el 2015, el 98.4 % de la población mexicana contaba con energía eléctrica, esto implica proveer a 119.9 millones de habitantes.
- En 2010 el tiempo de interrupción por usuario fue de 60 minutos, mientras que en 2014 paso a 37 minutos, representando una reducción del 39 %.

- Aún están pendientes de contar con el suministro 1, 917,774 habitantes, que representa el 1.57 % de la población total.

Electrificación rural: PRODESEN



- El Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN 2015-2029) busca extender el servicio de distribución.
- Considera fomentar la **Generación Distribuida (GD)**, estudiar la viabilidad de instalar **Granjas Solares Urbanas (GSU)** y promover la electrificación rural.

¹ Incluye líneas de 4.16 kV y 2.4 kV
Fuente: SENER con información de CFE.

Electrificación rural: GSU

30



- Las Granjas Solares Urbanas (GSU) consisten en generar parcialmente la energía eléctrica consumida por los usuarios en el mismo sitio de demanda, mediante la instalación de paneles solares.
- Los esquemas consisten en financiamiento a través de Hipotecas Verdes.



Electrificación rural: Servicio Universal Eléctrico

31



- Se dirigirán a las comunidades rurales y zonas urbanas marginadas.
- Para determinar las necesidades de electrificación realizables es necesario identificar las localidades factibles.

- Aspectos técnicos
- Conectividad
- Legalidad
- Seguridad civil
- Sustentabilidad
- Cohesión social
- Costos de instalación y mantenimiento
- Viabilidad técnica-económica

Electrificación rural: Experiencias en FV

32



- El gobierno federal implemento entre 1991 y 1997 sistemas fotovoltaicos en 1,728 poblaciones.
- El programa incluyo un documento que contuviera **Especificaciones técnicas:**
 - ▣ Requisitos mínimos de componentes.
 - ▣ Bases técnicas para licitar adquisición e instalación.
 - ▣ Capacitación de ingenieros de CFE.
 - ▣ Capacitación de los campesinos.
- Importante la **ayuda** y **crédito** para la reposición de las baterías, lámparas y otros elementos para su **operación continúa.**

Electrificación rural: Experiencias en FT

33

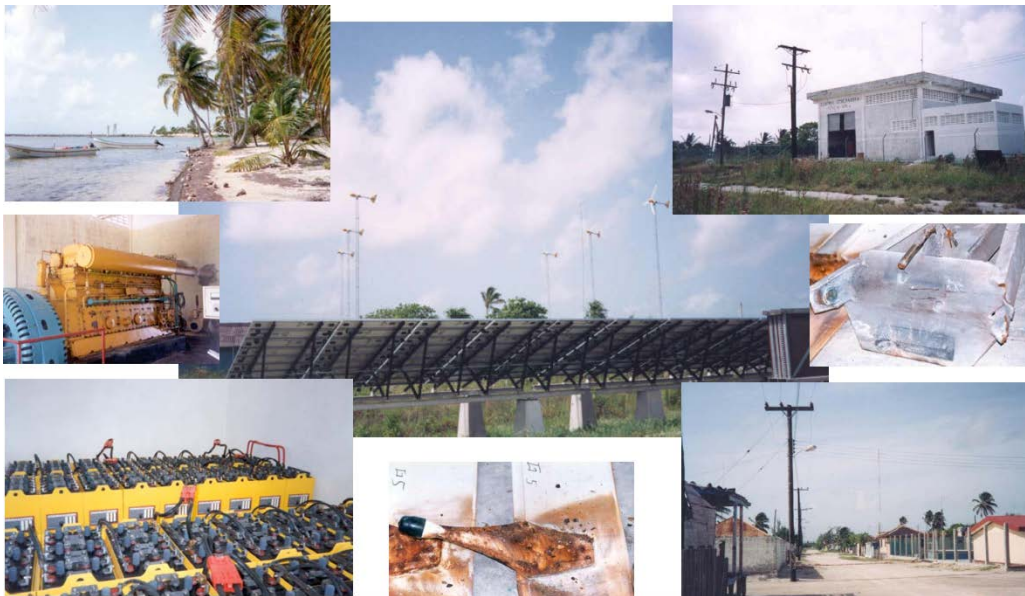


- La tecnología utilizada contaba con un **desarrollo temprano** y la tecnología no fue dimensionada a las **necesidades** de la comunidad, ni tampoco intervino la **comunidad** en la definición del proyecto.
- Debido a la magnitud fallida del proyecto el gobierno mexicano **perdió la confianza** en las energías renovables.



**Pueblo Solar “Barrancas” México
(Proyecto Sonntlan)**

Electrificación rural: FV-Viento-Diesel



- Comunidad de pescadores (~400 personas).
- Incluía aplicaciones domésticas, comerciales y productivas.
- El proyecto falló al terminar el contrato de servicio post-venta.
- No se implementaron sistemas de medición y/o tarifas.

Electrificación rural: Experiencias aprendidas

35



Experiencias con resultados positivos

- Información, capacitación y participación del usuario
- Disponer de una normatividad fuerte que al menos aplique estándares, califique empresas, supervise la operación, certifique componentes y proteja al consumidor,
- Financiamiento semilla retroalimentado con ingresos por facturación del servicio en un fondo comunal para el mantenimiento.

Aspectos que no han funcionado bien

- Servicio post-venta: suministro de partes de repuesto, asistencia técnica, etc.,
- Capacitación deficiente y/o limitada para el uso de sistemas,
- Capacitación para el manejo de **fondos comunales**,
- Capacitación para la gestión de los sistemas.

Electrificación rural: Micro-red Puertecitos

36



Electrificación rural: Micro-red Puertecitos

- **Manual** y material didáctico para una campaña de concientización en el **uso eficiente** y racional de la **energía**.
- Capacitación del personal que realizara la operación, mantenimiento y detección de fallas.
- Red de distribución integrada por **medidores inteligentes** para elaborar los estados de cuenta y las **facturas**.
- **Manual de organización** para el **funcionamiento** de la red.
- **Reglamento** del servicio de energía eléctrica para uso **residencial** y **comercial**.



Electrificación rural: Micro-red Puertecitos

Modelo organizacional

- Una **sociedad cooperativa** conformada por los jefes de familia (toma de decisiones relacionadas).
- Un **auxiliar local** como responsable del monitoreo, mantenimiento, lectura de consumos, elaboración y entrega de los estados de cuenta.
- Un **soporte técnico** que brindará el respaldo técnico necesario al auxiliar local.
- Un proveedor de servicios financieros (**banco**) encargado de recibir, resguardar y dispensar los fondos procedentes del pago de los usuarios.

Electrificación rural: Micro-red Puertecitos

Reglamento

- Esquema de aportaciones.
- Acciones en caso de:
 - ▣ Inconvenientes en la medición.
 - ▣ Periodos de medición.
 - ▣ Notificación al usuario.
 - ▣ Vencimiento de facturas.
 - ▣ Suspensión o corte del suministro.
 - ▣ Plazo para reconexión del servicio.
- Proceso de facturación.
- Solicitud de fondos.
- Monitoreo técnico.
- Mantenimiento preventivo.
- Adhesión de usuarios.
- Adhesión de auxiliares técnicos.
- Atención de quejas y sugerencias.
- Revisión de reportes.
- Obligaciones de los integrantes.
- Límite de responsabilidades.

Contenido

40

Matriz energética:

- Energía primaria, secundaria.
- Origen-Destino (sector)
- Importación-Exportación

Energía renovable

- Tendencia
- Metas-seguimiento
- Potencial de aprovechamiento

Marco legal

- Reforma energética
- Políticas de promoción

Electrificación rural:

- Proyectos – Experiencias
- Lecciones aprendidas
- Micro-red: Puertecitos



Departamento de Medio
Ambiente y Energía

ricardo.beltran@cimav.edu.mx