

~ Proyecto ~



La Cogeneración

En MÉXICO

Proyecto financiado por



El proyecto TECH4CDM, desarrollado a lo largo de los años 2008 y 2009 y financiado por la Unión Europea dentro del Sexto Programa Marco de I+D, tiene como objetivo la promoción de tecnologías de energías renovables y de eficiencia energética prestando especial atención a la superación de barreras de carácter tecnológico y analizando cómo los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto pueden favorecer los proyectos basados en las tecnologías eólica, cogeneración, solar térmica y electrificación rural con energías renovables.

En su ejecución participan tanto instituciones europeas como de América Latina y está coordinado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) de España. Los socios tecnológicos que participan en el proyecto son: la Asociación de la Industria Fotovoltaica Europea (EPIA), la Asociación Empresarial Eólica (AEE), la Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT). En el caso de la cogeneración se cuenta con la participación de COGEN España y para la parte referente a los MDL con la Oficina Española de Cambio Climático (OECC).

Los cinco países donde se realizan las actividades del proyecto son Argentina, Chile, Ecuador, México y Perú y en cada uno de ellos se ha trabajado con socios locales, asegurando de esta forma un mayor aprovechamiento de los esfuerzos compartidos. Las entidades participantes son la Secretaría de Energía y la Unión Industrial Argentina, la Comisión Nacional de Energía (CNE) de Chile, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) de Ecuador, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) de México y el Centro de Conservación de Energía y del Ambiente (CENERGIA) de Perú.

Entre las actividades a realizar en el proyecto, está la realización de una serie de estudios sobre la situación de estas tecnologías en cada uno de los países. Este documento resume los aspectos más importantes.

Más información en www.tech4cdm.com

Contenido

1.	MÉXICO.....	4
2.	CONTEXTO ENERGÉTICO MEXICANO.....	5
3.	ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA COGENERACIÓN.....	16
4.	RESULTADOS	26
5.	REFERENCIAS	28

1. MÉXICO

La siguiente tabla muestra los datos más del país:

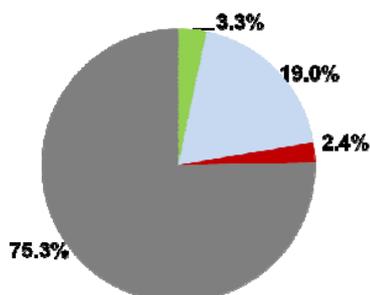
MÉXICO	2000	2005	2007	2008
General Data				
Población, (millones)	97,97	103,09	105,28	106,35
Crecimiento de población (anual %)	1,4	1,0	1,0	1,0
Superficie del país(miles de km ²)	1.964,4	1.964,4	1.964,4	1.964,4
Energía y Medioambiente				
Uso de energía (kg equivalentes de petróleo per capita)	1.533	1.713
Emisiones de CO2 (toneladas métricas per capita)	3,9	4,1
Consumo de energía eléctrica (kWh per capita)	1.794	1.968
Economía				
PIB (billones de US\$ corrientes)	581,43	846,99	1.022,82	1.085,95
Agricultura, valor añadido (% del PIB)	4	4	4	4
Industria, valor añadido (% del PIB)	28	34	36	37
Servicios, etc., valor añadido (% del PIB)	68	62	60	59
Crecimiento anual del PIB (%)	6,6	3,2	3,2	1,8
Inflación, deflactor del PIB (% anual)	12,1	4,4	4,7	6,5
Exportación de bienes y servicios (% del PIB)	31	27	28	28
Importación de bienes y servicios (% del PIB)	33	29	30	30
Inversiones extranjeras directas, flujos netos (US\$ corrientes) (millones)	17.942	20.945	24.686	..

Información sobre México (Fuente: Banco Mundial).

2. CONTEXTO ENERGÉTICO MEXICANO

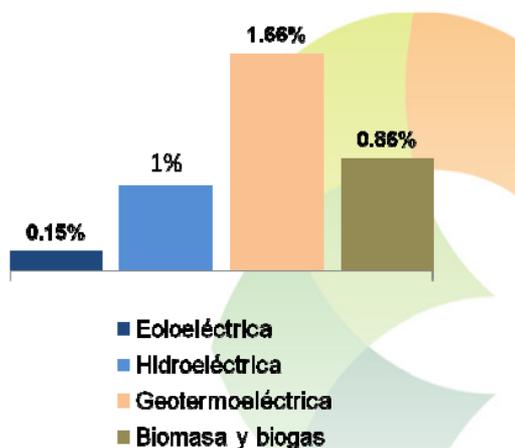
A finales de 2008, la capacidad instalada de fuentes de energías renovables ascendió a casi 2.000 MW de potencia. Esto incluye energía eólica, hidroeléctrica de pequeña potencia (menor de 30 MW), geotermia, biomasa y biogás. La participación de las fuentes renovables en la matriz energética mexicana representó el 3,3 % del total. La máxima participación fue de los combustibles fósiles, con un 75,3 %, seguido de la generación a partir de la energía hidráulica de gran potencia, con un 19 %. La matriz energética tiene una fuerte dependencia en los combustibles fosiles:

Capacidad instalada de generación eléctrica en México:



- Renovables
- Grandes hidroeléctricas
- Nuclear
- Combustibles fósiles

Capacidad instalada por tipo de tecnología de fuentes renovables:



- Eoloeléctrica
- Hidroeléctrica
- Geotermoelectrica
- Biomasa y biogas

Energías renovables → 1,924.8 MW → 3.3%

Matriz energética mexicana (Fuente: SENER).

Agentes relevantes del sector energético mexicano

Secretaría de Energía (SENER):

La misión de la SENER es conducir la política energética del país, dentro del marco constitucional vigente, para garantizar el suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos que requiere el desarrollo de la vida nacional. Para poder cumplir con estos fines, cuenta dentro de su organigrama con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía y la Comisión Reguladora de Energía, entre otros organismos desconcentrados.

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE):

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que cuenta con autonomía técnica y operativa. Tiene por objeto el Ahorro y Uso Eficiente de la Energía, así como promover el uso de las Energías Renovables, es un órgano de carácter técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

Comisión Reguladora de Energía (CRE):

Regular de manera transparente, imparcial y eficiente las industrias del gas, de los refinados, derivados de hidrocarburos y de electricidad, generando certidumbre que aliente la inversión productiva, fomentando una sana competencia, propiciando una adecuada cobertura y atendiendo a la confiabilidad, calidad y seguridad en el suministro y la prestación de los servicios, a precios competitivos, en beneficio de los usuarios.

Comisión Federal de Electricidad (CFE):

La Comisión Federal de Electricidad es una empresa del gobierno mexicano que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para cerca de 27.1

millones de clientes, lo que representa a casi 80 millones de habitantes, e incorpora anualmente más de un millón de clientes nuevos.

Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE):

El objetivo del IIE es ser un instituto de referencia en innovación en el ámbito nacional, conformado por científicos y tecnólogos de reconocido prestigio, cuyos resultados impulsen el desarrollo sustentable del país.

Política energética mexicana

El principio rector de la política nacional mexicana es el desarrollo humano sostenible, el cual asume que “el propósito del desarrollo consiste en crear una atmósfera en que todos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades puedan ampliarse para las generaciones presentes y futuras”.

Siguiendo esta idea básica y con el fin de conseguir el desarrollo integral del país, en materia de energía se establece el objetivo de asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores. Para ello, se propone impulsar el uso eficiente de la energía, así como la utilización de tecnologías que permitan disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales. De esta forma, se pretende conciliar las necesidades de consumo de energía de la sociedad con el cuidado de los recursos naturales.

Como respuesta ante las amenazas del cambio climático y la seguridad energética el gobierno mexicano apuesta por la transición energética de la matriz energética.

La transición energética consiste en un cambio de enfoque en el sector energético, un proceso a través del cual se genere un mejor aprovechamiento de los combustibles fósiles y se desarrolle y fomente el uso de energías renovables con el fin de diversificar las fuentes primarias de energía y aminorar el impacto al medio ambiente al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por el

uso de combustibles fósiles, los cuales representa actualmente la principal fuente de energía a nivel internacional.

Estas ideas son las directrices generales que rigen el Plan Nacional de Desarrollo (PND), y que junto al Programa Sectorial de Energía establecen los objetivos básicos del área de las políticas de eficiencia energética y energía renovable. A continuación se mencionan los aspectos más relevantes.

El Plan Nacional de Desarrollo está basado en la Ley de Planeación y en la Visión México 2030 y establece los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la presente Administración deberán regir la acción del gobierno. Para ello el Plan se estructura en cinco ejes rectores, cada uno con sus objetivos y estrategias, asume como premisa básica la búsqueda del desarrollo humano sustentable. Los cinco ejes sobre los que se articula el PND comprenden los ámbitos económico, social, político y ambiental.

Las estrategias a seguir relacionadas con las energías renovables incluidas en el PND proponen impulsar el uso eficiente de la energía, así como la utilización de tecnologías que permitan disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales; aprovechando el gran potencial que tiene México en energías renovables. Estas estrategias son:

- Promover el uso eficiente de la energía para que el país se desarrolle de manera sustentable, a través de la adopción de tecnologías que ofrezcan mayor eficiencia energética y ahorros a los consumidores.
- Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles, generando un marco jurídico que establezca las facultades del Estado para orientar sus vertientes y promoviendo inversiones que impulsen el potencial que tiene el país en la materia.
- Intensificar los programas de ahorro de energía, incluyendo el aprovechamiento de capacidades de cogeneración.

- Aprovechar las actividades de investigación del sector energético, fortaleciendo a los institutos de investigación del sector, orientando sus programas, entre otros, hacia el desarrollo de las fuentes renovables y eficiencia energética.
- Fortalecer las atribuciones de instituciones de regulación del sector.
- Impulsar la eficiencia y tecnologías limpias (incluyendo la energía renovable) para la generación de energía.

Por otro lado, el Programa Sectorial de Energía 2007-2012, elaborado con base en el PND, descansa fundamentalmente en tres puntos: asegurar el abasto de energéticos que requiere la economía; fortalecer a las empresas públicas del sector para mejorar la oportunidad y calidad en el suministro de los insumos; y, promover intensamente la eficiencia energética y las energías renovables, a fin de disminuir el impacto ambiental que se deriva por la utilización de combustibles fósiles.

Además, México cuenta con programas y estrategias específicos para el sector de las energías renovables y la transición energética

Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables:

En el “Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables”, definido en la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento (LAERFTE), y elaborado y coordinado por la Secretaría de Energía; se establecen los objetivos a alcanzar para el año 2012 en materia de energía renovable:

INDICADORES DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	SITUACIÓN INICIAL (2008)	DESGLÓSE	META	DESGLÓSE
a. Impulsar el desarrollo de la industria de energías renovables en México.	Porcentaje de la Capacidad Instalada mediante fuentes de energía renovable.	%	3.3	Energía Eólica 0.15% Energía Minihidráulica 0.65% Energía Geotérmica 1.66% Biomasa y Biogás 0.86%	7.6 ²² (al 2012)	Energía Eólica 4.34% Energía Minihidráulica 0.77% Energía Geotérmica 1.65% Biomasa y Biogás 0.85%
b. Ampliar el portafolio energético del país.	Porcentaje de Generación eléctrica mediante fuentes de energía renovable.	%	3.9	Energía Eólica 0.09% Energía Minihidráulica 0.64% Energía Geotérmica 2.86% Biomasa y Biogás 0.33%	4.5 - 6.6 ²³ (al 2012)	Energía Eólica: (1.74 - 2.91) Energía Minihidráulica: (0.36 - 0.61) Energía Geotérmica: (2.19 - 2.74) Biomasa y Biogás: (0.19 - 0.32)
c. Ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades rurales utilizando energías renovables.	Comunidades electrificadas mediante fuentes de energía renovable	Número de comunidades	0		2,500 ²⁴	

Objetivos específicos del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.

En este Programa se marcan los siguientes objetivos específicos:

- Impulsar el desarrollo de la industria de energías renovables en México.
- Ampliar el portafolio energético del país, impulsando una mayor seguridad energética al no depender de una sola fuente de energía.
- Ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades rurales utilizando energías renovables en aquellos casos en que no sea técnica o económicamente factible la conexión a la red.

Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía:

Dentro de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento se establece la “Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía” como el mecanismo mediante el cual el Estado Mexicano impulsará las políticas, programas, acciones y proyectos encaminados a conseguir una mayor

utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, promover la eficiencia y sostenibilidad energética, así como la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. De esta forma, la Estrategia permitirá seguir dando un enfoque integral a las políticas públicas que se desarrollan en materia de transición energética.

El objetivo primordial de la Estrategia es promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables y la eficiencia energética.

Cada año, la Secretaría de Energía debe de actualiza la Estrategia y además presentar una prospectiva sobre los avances logrados en la transición energética y el aprovechamiento sostenible de las energías renovables.

Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía:

El Programa es el instrumento mediante el cual el Ejecutivo Federal, de acuerdo con la Ley de Planeación, establecerá estrategias, objetivos, acciones y metas que permitan alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo; será un programa especial en los términos de la Ley de Planeación.

La Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), es quien elaborará el Programa.

Otros programas de apoyo que el Gobierno Federal ha puesto en marcha son:

- “Proyecto de Servicios Integrales de Energía”: tiene como propósito dotar de electricidad a un aproximado de 2,500 comunidades rurales
- “Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala”: busca apoyar a México para desarrollar un proyecto de energía renovable interconectado con base en criterios comerciales de 100 MW

- “Programa Transversal de Vivienda Sustentable”: prevé la incorporación de energías renovables y estrategias de uso racional de los recursos para fomentar las viviendas sustentables
- “Hipoteca verde”: comprende un crédito que incluye un monto para la compra de una vivienda ecológica

Marco regulatorio y legislativo

El actual marco legislativo mexicano es un buen reflejo de los cambios que se están produciendo en el sector de las energías renovables y de la eficiencia energética. En noviembre de 2008 se publicaron dos importantes leyes sobre la materia:

- Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento (LAERFTE).
- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE).

Las características principales de estas dos Leyes se resumen a continuación:

Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento (LAERFTE):

El objetivo de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento (LAERFTE), publicada el 28 de noviembre de 2008, es regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la presentación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

Con el fin de fortalecer las instituciones de regulación del sector, siendo esta una de las estrategias consideradas dentro del PND, la Ley amplia y complementa las

atribuciones otorgadas a la Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía.

Otras disposiciones de la Ley son la elaboración del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables que establece los objetivos y metas específicas a alcanzar en materia de energía renovable en el 2012; el establecimiento de la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, ambos mencionados en el punto anterior; la realización y actualización, por parte de la Secretaría de Energía, del Inventario Nacional de las Energías Renovables, así como la creación de un Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, entre otros.

Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE):

Tanto la Ley como el Reglamento tienen como objeto propiciar un aprovechamiento sostenible de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo. Los aspectos más relevantes de la Ley son los siguientes:

- La elaboración del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE).
- La creación la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.
- La creación del Consejo Consultivo para el Aprovechamiento sustentable de la Energía el cual tiene por objeto evaluar el cumplimiento de los objetivos, estrategias, acciones y metas establecidos en el PRONASE
- Implementación y actualización del Subsistema Nacional de Información para le Aprovechamiento de la Energía cuyo objeto, entre otros, es registrar, organizar, actualizar y difundir la información sobre consumo de energía, los usos finales y los factores que impulsan esos usos finales, así como los indicadores de eficiencia energética en los diferentes sectores y subsectores.

- Desarrollo de un Programa para la certificación de procesos, productos y servicios respecto al grado de incorporación de la eficiencia energética, del cumplimiento de la normatividad aplicable y de los parámetros y estándares internacionales.
- Registro de los Fondos y Fideicomisos que tengan por objeto apoyar el aprovechamiento sostenible de la energía y que hayan sido constituidos por el Gobierno Federal, reciban recursos federales o en los cuales el Gobierno Federal constituya garantías.
- Definición de los criterios para determinar a los usuarios con un patrón de alto consumo de energía.
- Elaboración y publicación de un catálogo de los equipos y aparatos que requieran energía para su funcionamiento con la información técnica sobre sus consumos.
- Desarrollo de las metodologías para cuantificar emisiones de GEI por la explotación, producción, transformación, distribución y consumo de energía; así como para cuantificar el uso de energéticos, determinar el valor económico del consumo y el de los procesos evitados derivados del aprovechamiento sostenible de la energía.
- Inclusión de leyendas que promuevan el uso eficiente de la energía en los recibos y facturas de las empresas y organismos del Sector Energía.

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE):

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE). Esta Ley data del año 1975, sufrió una importante reforma en el año noventa y dos, en la que se permiten seis modalidades de inversión para los particulares: autoabastecimiento, cogeneración, productor independiente de electricidad (IPP), exportaciones, importaciones para autoconsumo, producción en pequeña escala

También existen ventajas fiscales como arancel cero para equipos que prevengan la contaminación y para la investigación y desarrollo tecnológico y la depreciación

acelerada para los proyectos de infraestructura que utilicen fuentes renovables de energía.

3. ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA COGENERACIÓN

De forma simplificada podemos decir que la cogeneración es la producción simultánea, en un mismo proceso, de electricidad y calor útil. La Directiva Europea 2004/08 define el calor útil como “el calor producido en un proceso de cogeneración para satisfacer una demanda económicamente justificable de calor o refrigeración”. Y se trata precisamente de eso: de aprovechar la energía térmica generada en distintos procesos de generación eléctrica evitando que esa energía térmica simplemente se pierda en la atmósfera.

Aunque la cogeneración es una tecnología que se conoce desde hace décadas, con un alto grado de madurez y una elevada eficiencia (rendimientos globales por encima del 80% en algunos casos), apenas se ha aprovechado su gran potencial en la región de América Latina.

Comparadas con las tecnologías de generación convencional, las tecnologías de cogeneración suponen un mejor aprovechamiento de la energía contenida en los combustibles y por tanto un ahorro de energía primaria que se traduce en ahorro económico y en reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente CO₂. Pero además al tratarse de generación distribuida, ubicada próxima a los lugares de consumo, la cogeneración reduce costes y facilita la gestión en el transporte y distribución de la electricidad. También, en aquellas zonas con dificultades en continuidad y calidad de suministro eléctrico, la cogeneración ofrece la seguridad que a veces las redes eléctricas no alcanzan a garantizar.

El rango de potencias de las instalaciones de cogeneración es muy amplio y puede variar desde unos pocos kilovatios a más de 100 megavatios. De hecho la potencia, al igual que otras características técnicas, dependen del tipo de tecnología escogido. El siguiente cuadro muestra para los principales equipos de cogeneración, los diferentes parámetros técnicos:

Rendimiento energético equipos cogeneración				
	Rendimiento Eléctrico	Rendimiento Global	Relación Electricidad Calor	Potencia
Turbina de gas en ciclo simple	30-40	75-80	0,6-1	5-50 MW
Turbina de gas en ciclo combinado	35-50	≥80	0,8-1,6	7-60 MW
Turbina de vapor contrapresión	7-20	75-90	0,04-0,16	1-20 MW
Motores alternativos de combustión	35-45	75	1,1-1,5	1-25 MW
Micromotores	25-35	75	0,5-0,9	10-400 kW
Microturbinas	25-30	75	0,5-0,67	30-200 kW

Rendimiento energético y potencia de equipos de cogeneración (Fuente: IDAE)

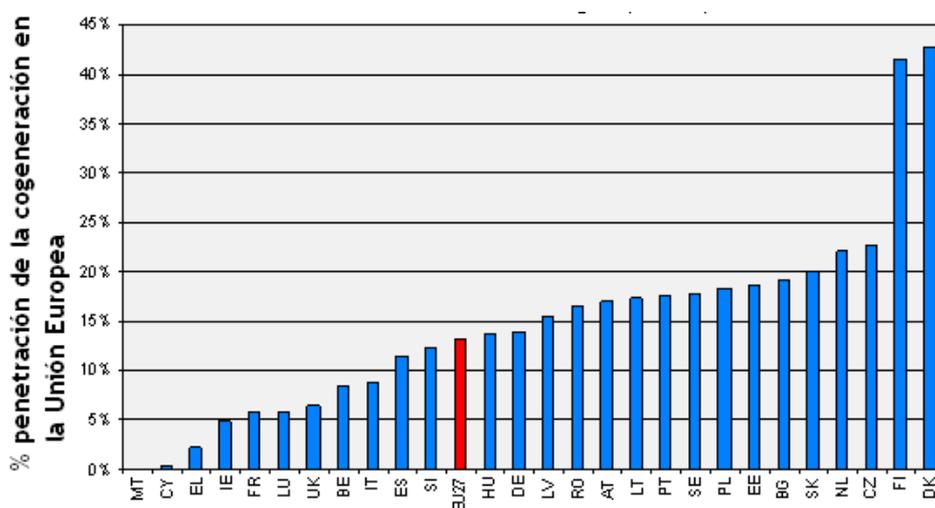
Este rango tan amplio de potencias permite que la tecnología tenga múltiples aplicaciones dentro de los diferentes sectores económicos:

Edificación	Sector servicios
Edificios de viviendas. Hospitales. Complejos penitenciarios. Estaciones de policía. Colegios, Universidades y Residencias estudiantiles. Redes de climatización de distrito. Edificios de oficinas.	Hoteles Complejos deportivos. Piscinas públicas. Centros de ocio. Centros comerciales. Restaurantes. Aeropuertos. Lavanderías industriales. Tratamiento residuos urbanos.
Sector agropecuario y agricultura	Sector Industrial
Horticultura e invernaderos. Secaderos de cosechas y Madera. Instalaciones para animales y zoológicos. Uso de residuos agropecuarios y biogas.	Procesos destilación e industria alimentaria. Cerámica, azulejos, yesos y cemento. Producción textil. Minería y Metalurgia. Industria maderera. Refinería. Industria química. Automoción. Papel y pasta. Vidrio.

Aplicaciones de la cogeneración por sectores económicos.

La cogeneración en Europa

La contribución de la cogeneración en la matriz energética europea ha ido aumentando en los últimos años en pequeños porcentajes. Así, la energía generada a partir de cogeneración en el 2004 fue del 12,0% (EU-25) y en 2006, fue del 13,1 % del consumo final de energía de la UE. Otra característica de la cogeneración en Europa es que la participación difiere mucho de un país a otro. Tal y como muestra la siguiente figura Dinamarca y Finlandia son los países que generan una mayor cantidad de energía utilizando esta tecnología:



Porcentaje de energía producida por cogeneración del consumo final de energía (Fuente: Eurostat 2006)

El grado de participación está relacionado con el desarrollo de la cogeneración en la industria y de las redes de calefacción de distrito, siendo los países ubicados en la zona norte y este de Europa (Finlandia, Estonia, Bulgaria, Polonia, etc.) donde usa tradicionalmente las redes de calefacción.

Respecto a la potencia instalada, en 2006 el 13,6 % de la potencia correspondía a instalaciones de cogeneración, lo que equivale a unos 100 GWe de potencia instalada. Y hay que tener en cuenta que el potencial de la cogeneración en la UE se estima en 150 - 250 GWe.

En cuanto a la evolución del sector, se prevé un importante aumento del uso de sistemas de cogeneración para el aprovechamiento de la biomasa. También es favorable el desarrollo que se espera de la micro y pequeña cogeneración aplicados en el sector servicios y residencial.

En materia legislativa, la cogeneración en Europa está regulada a través de la Directiva 2004/8/CE, del 11 de febrero de 2004, “relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE”. A corto plazo, el objetivo de la ley es consolidar las instalaciones de cogeneración existentes y fomentar nuevas centrales. A medio y largo plazo, la Directiva pretende que se cree el marco necesario para que la cogeneración de alto rendimiento, destinada a reducir las emisiones de CO₂ y de otras sustancias, contribuya al desarrollo sostenible.

Alguno de los ejemplos de desarrollo reglamentario de los estados miembros son Bélgica que utiliza certificados verdes y cuotas de cogeneración o España con el Decreto sobre la venta de la electricidad de cogeneración.

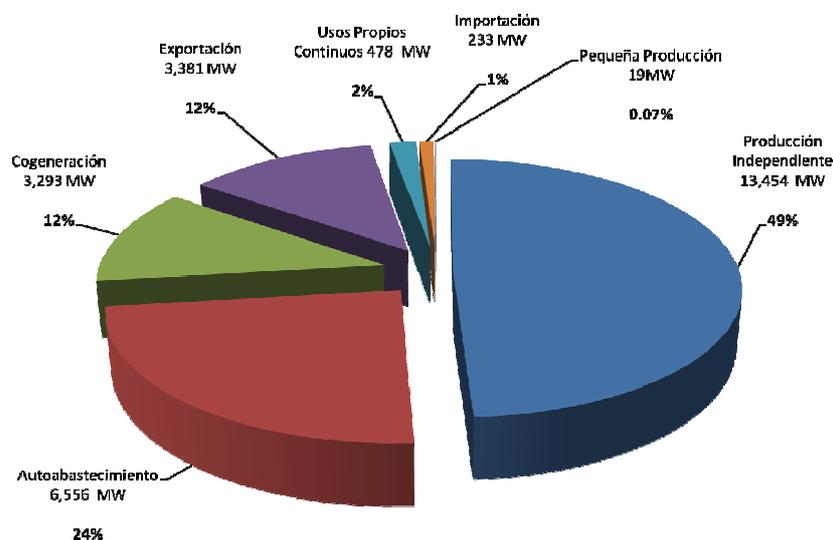
La cogeneración en México

- **Situación Actual:**

La generación, transformación, distribución y abastecimiento de electricidad como servicio público es competencia del estado mexicano, así lo establece la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) en su artículo primero. No fue hasta la modificación de 1992, que se permitió la generación en el sector privado para uso propio o para entrega a la CFE.

La evolución de la capacidad instalada de la participación privada en la generación eléctrica en los últimos años ha sido creciente, alcanzando en el 53,5% con respecto a la capacidad efectiva instalada en centrales de CFE (según datos publicados por la SENER 2008). El reparto por tipo de permiso se muestra en la siguiente gráfica, donde la capacidad autorizada en cogeneración es de 3.293 MW:

Modalidad y capacidad autorizada de los permisos administrados



Modalidad y capacidad autorizada de los permisos administrados (Fuente: CRE)

Un último estudio sobre el potencial de la cogeneración en los sectores industriales, estima para el sector industrial un consumo anual de más de 11 millones de GWh. Destacan dos sectores debido a su gran potencia, el sector azucarero y Petróleos Mexicanos (PEMEX). En este estudio no se consideraron los sectores comercial y de servicios, debido a que en estos sectores la potencia de las tecnologías de cogeneración son diferentes:

Sector	SIN EXCEDENTES (MW)			CON EXCEDENTES (MW)
	Teórico	Técnico factible	Económico Factible ¹	Máximo ² Factible
Industrial	2,630	2,286	1,989	6,085
Azucarero	979	979	979	979
Pemex ³	3,100	3,100	3,100	3,100
Totales	6,709	6,365	6,068	10,164

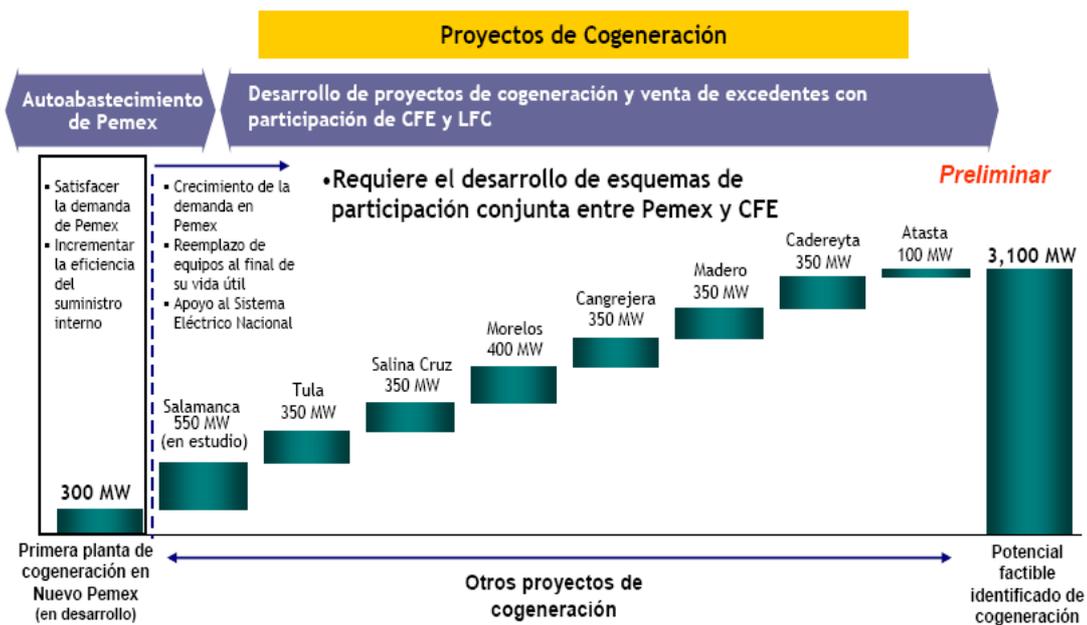
Notas:
 1 No se consideran excedentes
 2 Potencial máximo con excedentes al Sistema Eléctrico Nacional
 3 Fuente: Petróleos Mexicanos

Potencial de la cogeneración pos sector productivo, 2009. (Fuente: CONUEE)

Se han tenido en cuenta diferentes escenarios: teniendo en cuenta la venta de excedentes y sin venta de excedentes de generación, el escenario técnico factible, que es cuando se tienen eficiencias mayores al 65% y el escenario de una relación beneficio costo mayor a 1,2. El potencial máximo factible estimado, teniendo en cuenta el sector industrial, azucarero y PEMEX, alcanza los 10.164 MW.

Los ingenios azucareros alcanzan un potencial estimado es de casi 1.000 MW. En este sector, la cogeneración es una tecnología que incrementaría la rentabilidad de sus empresas y además permite la utilización de bagazo como combustible, sustituyendo al combustóleo.

Respecto a PEMEX, actualmente tienen instalados 2.150 MW, con unos objetivos para el 2012 de autoabastecimiento y sustitución de equipos ineficientes. Se pretende alcanzar un acuerdo con CFE y vender los excedentes de generación eléctrica para incorporarlos al SEN. La previsión para los siguientes años es alcanzar los 3.100 MW de potencia instalada en cogeneración:



Desarrollo de proyectos de cogeneración de PEMEX (Fuente: PEMEX).

- **Marco Regulatorio del Sector**

A efectos legales y de integración en la regulación del sector eléctrico, como medida de fomento, se consideran las tecnologías de cogeneración como energías renovables. Mediante esta medida, las instalaciones de cogeneración se beneficiarán de condiciones más favorables que establece la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Las principales Leyes, Regulaciones y Programas que deben de obedecer las instalaciones de cogeneración son:

- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, publicada en 1992 y con modificaciones posteriores y su reglamento.
- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento de la Transición energética (2008) y su reglamento (2009). La generación procedente de excedentes de autoabastecimiento, pequeños productores y productores independientes con fuentes de energías renovables o cogeneración eficiente tiene prioridad de compra por Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Regulación de la Comisión Reguladora de Energía.
- Regulación de la Comisión Federal de Electricidad, siendo este organismo el encargado de establecer las condiciones de conexión por medio del contrato de interconexión para fuentes de energías renovables.
- Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. Documento de carácter anual que compila los proyectos y estrategias en EE.RR. con una asignación presupuestaria.
- Estrategia Nacional del Cambio Climático, establece como meta la revisión del potencial en cogeneración del país.

- **Barreras a la cogeneración**

Barreras Tecnológicas:

Las tecnologías de cogeneración, son tecnologías maduras y conocidas desde hace años, especialmente en los países más desarrollados donde el mercado ha alcanzado una cierta madurez. Pero en el caso de México, éste es un mercado incipiente en el que se han detectado barreras de carácter tecnológico que impiden su crecimiento. A continuación se analizan las principales barreras detectadas:

- **Falta de proyectistas, instaladores y mantenedores capacitados:**

El mercado de la cogeneración en México es un mercado poco maduro, lo que hace que la demanda existente de los diferentes servicios asociados a estas plantas, como son servicios de ingeniería, instalación y mantenimiento, sea baja. Además de la escasez de servicios, también se ha detectado la escasez de proyectistas, instaladores y mantenedores calificados.

Esto genera problemas técnicos en las plantas, que finalmente repercuten en la confianza que el usuario tiene en estas tecnologías. Algunos de estos problemas técnicos son: la falta de conocimiento tecnológico o proyectos mal definidos. Un problema típico asociado a un proyecto mal definido es que a la hora de integrar la planta de cogeneración en las instalaciones ya existentes, no se prevé la preparación de las infraestructuras que permiten la conexión a la red eléctrica o las que suministran el gas natural a la planta; ya que estas infraestructuras no siempre están adecuadas a los requerimientos de la nueva planta de cogeneración.

Otras Barreras:

- **Regulatorias:**

La falta de un marco regulatorio adecuado es otra barrera a tener en cuenta. Si bien es cierto que México, a través de las modificaciones que se realizaron en la LSPEE, incluye la cogeneración como una modalidad más de generación de energía eléctrica,

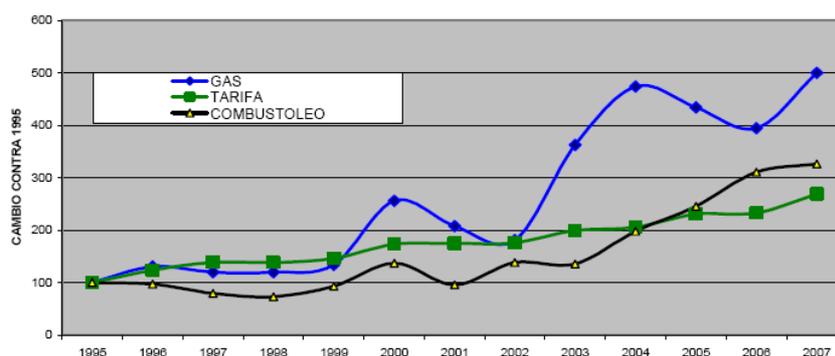
esta evolución del marco normativo no ha sido suficiente para impulsar el uso de estas tecnologías.

Por ejemplo, la ley limita a un máximo de 20 MW la potencia a entregar al SEN, con reconocimiento de capacidad y energía. Otro aspecto del reglamento que no facilita el desarrollo de estas instalaciones es que las condiciones del contrato de interconexión son las mismas, tanto para los grandes generadores como para los cogeneradores. Además, los excedentes disponibles están sujetos a despacho.

- **Económicas:**

Los altos costes iniciales de las instalaciones de cogeneración, así como los elevados períodos de amortización, se presentan como una importante barrera al desarrollo de este mercado. Además, existe una cierta incertidumbre sobre los costos futuros de los combustibles, perjudicando la seguridad de inversión que ofrecen estas instalaciones. Esta incertidumbre afecta especialmente al gas natural que es uno de los combustibles que más se utiliza en instalaciones de cogeneración. La siguiente figura muestra como en los últimos años el precio del gas natural ha aumentado pero de forma irregular:

Precios de tarifas eléctricas y combustibles



Evolución anual de los precios de las tarifas eléctricas y combustibles
(Fuente: CONUEE).

Por último decir que además no existe una correlación adecuada de tarifas eléctricas con los costos de los combustibles. Las tarifas eléctricas presentan un menor crecimiento en relación al combustóleo y el gas.

- **Educativas e información:**

El desconocimiento de la tecnología por parte de los usuarios disminuye la demanda del uso de estos sistemas. En otras ocasiones sucede que los potenciales usuarios conocen la existencia de la tecnología pero no tienen toda la información, por lo que existe una desconfianza a la hora de usar esta tecnología. Si se quiere desarrollar el mercado es necesario que exista un buen conocimiento.

4. RESULTADOS

Medidas propuestas

- **Falta de proyectistas, instaladores y mantenedores capacitados:**

En este punto, el poder contar con la experiencia de países europeos donde el sector ha alcanzado una cierta madurez, resulta muy interesante. Una forma de transferir este conocimiento tecnológico puede ser a través del desarrollo de programas de capacitación entre firmas de ingeniería europeas con experiencia en proyectos de cogeneración y las firmas de ingeniería locales.

- **Regulatorias:**

Es fundamental un marco regulatorio que impulse el uso de estas tecnologías. A la hora de diseñar un nuevo marco regulatorio se puede tomar como ejemplo aquellos países en los que el mercado de la cogeneración está más desarrollado y por tanto también su legislación. Este es el caso de la Directiva 2004/8/CE, en el que tienen en cuenta aspectos como:

- Incentivar o primar la producción total de electricidad, y no sólo la excedentaria.
- Establecer un régimen económico que prime el ahorro de energía primaria.
- Independizar la figura del promotor del proyecto de cogeneración y del consumidor final de la energía térmica.

- **Económicas:**

Es necesario que el marco regulatorio existente garantice la rentabilidad económica de las instalaciones de cogeneración, especialmente de aquellas cogeneraciones que son de alta eficiencia. En países con políticas de soporte para la cogeneración la rentabilidad se asegura a través de primas y tarifas especiales aplicadas a la venta de electricidad.

- **Educativas e información:**

Diseñar programas de información sobre el funcionamiento y beneficios, de esta tecnología y que estén especialmente dirigidos a los diferentes sectores económicos en los que se puede aplicar esta tecnología.

La realización de proyectos demostrativos, también es otra acción que permite dar a conocer las instalaciones de cogeneración.

5. REFERENCIAS

- *“Estrategia Nacional para la Transición Energética y aprovechamiento Sustentable de la Energía”*. SENER. Año 2009.
- *“Balance Nacional de Energía”*. SENER. Año 2008.
- *“Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México”*. SENER y GTZ. Año 2009
- *“Políticas y Medidas para Fomentar la Integración Nacional de Equipos y Componentes para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Uso Sustentable de la Energía”*. SENER. Año 2009.
- *“Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables”*. SENER. Año 2009.
- Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE. (DOUE de 21/02/2004).
- Comunicado de la Comisión Europea al Parlamento Europeo y al Consejo. COM(2008)771; “Ahorrar más energía en Europa mediante la producción combinado de calor y electricidad”.
- COM (2005) 265; “Libro Verde sobre la eficiencia energética”
- Documento de trabajo PLAN ESTRATÉGICO EUROPEO DE TECNOLOGÍA ENERGÉTICA (PLAN EETE) de la Comisión COM-SEC(2007)1510; “Mapa Tecnológico”.

- International Energy Agency (IEA 2008) “Combined Heat and Power. Evaluating the benefits of greater global investment”.
- Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE 2008); “Análisis del potencial de cogeneración de alta eficiencia en España 2010-2015-2020”.
- COGEN Europe (2007); “Financial and Regulatory Support for cogeneration in EU”.
- COGEN Europe (2001); “Cogeneration Guide”.
- Unión Europea, portal de Internet: http://europa.eu/index_es.htm.
- COGEN Europe, portal de Internet: www.cogen-europe.eu.
- International Energy Agency, portal de Internet: <http://www.iea.org/>.