Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

MAESTRÍA EN ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

"Políticas para la Eco-innovación en el Sector Energético de México"

Idónea Comunicación de Resultados
Que para obtener el grado de:

MAESTRA EN ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

Presenta

LIC. MARÍA ELENA MORENO ZEA

Asesores:

DRA. GRACIELA CARRILLO GONZÁLEZ
DR. FERNANDO DÍAZ LÓPEZ

Lectores:

DR. DANIEL VILLAVICENCIO CARBAJAL
MTRO. CRISTIAN DÁVILA GONZÁLEZ

México D.F, a 17 de Abril 2013

INTRODUCCIÓN 7

CAPÍTULO I. LA ECO-INNOVACIÓN Y EL SISTEMA DE INNOVACIÓN 13

1.1 Innovación y medio ambiente 13

1.2 Conceptos clave sobre Eco-innovación 20

1.2.1 Definición 20

1.2.2 Tipos 22

1.2.3 Determinantes 25

1.3 La Eco-innovación y el enfoque de fallas de sistema 28

1.4 Relación medio ambiente, energía e innovación: Enfoque sistémico 37

CAPITULO II. FUNDAMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL, ENERGÉTICA E INNOVACIÓN 42

2.1 Política Ambiental Mexicana: Principios y Etapas 42

2.2 Política Energética: Marco Legal, Cronología y Estructura del Sector 46

2.3 Política De Innovación: Cronología, Legislación y Taxonomía 53

CAPITULO III. PANORAMA ACTUAL DEL SECTOR ENERGÉTICO 60

3.1 Escenario energético internacional 60

3.2 El problema de los energéticos en México 64

3.3 Las energías renovables en México y en el mundo 69

CAPITULO IV. INVENTARIO DE POLÍTICAS CON POTENCIAL PARA PROMOVER LA ECO-INNOVACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO 80

4.1 Sector Energía 80

4.2 Sector Medio Ambiente 88

4.3 Sector Ciencia, Tecnología e Innovación 93

4.4 Otros Programas 99

CAPITULO V. HACIA UN SISTEMA DE ECO-INNOVACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO DE MÉXICO **104**

5.1 El Sistema Nacional de Innovación en México **104**

5.2 La Eco-Innovación en México **108**

5.3 Análisis del Sistema de Eco-innovación en el sector energético: Fallas de Sistema ... **114**

5.4 Propuesta para un sistema de Eco-innovación en el sector energético mexicano **125**

CONCLUSIONES **132**

BIBLIOGRAFÍA **135**

Otras referencias consultadas 143

ANEXOS **146**

Anexo 1. Vínculo entre el PND y el Programa Sectorial de Energía 2007-2012 146

Anexo 2. Marco Jurídico que apoya a los Proyectos del Programa Especial para el Aprovechamiento de las ER 148

Anexo 3. Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética Vigentes 150

Anexo 4. Vínculo entre el PND y el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2008-2012 151

Anexo 5. Vínculo entre el PND 2007-2012 y el PECiTI 2008-2012 152

Anexo 6. Principales Agentes que intervienen en el Sistema de Innovación mexicano 153

Anexo 7. Formato de entrevista 154

Listado de Cuadros y figuras

CUADROS

Cuadro 1.1.1 Factores relativos a los objetivos y los efectos de la innovación

Cuadro 1.1.2 Política Ambiental vs. Política de Innovación

Cuadro 1.3.1 Marco de política del SI

Cuadro 2.3.1 Leyes, reglamentos, decretos y acuerdos del Sector Energético

Cuadro 2.4.1. Legislación de Innovación en México

Cuadro 3.2.1 Emisiones Países miembros y no miembros de la OCDE

Cuadro 3.3.1 Clasificación de las energías renovables

Cuadro 4.1.1 Proyectos del Programa Especial para el Aprovechamiento de las ER

Cuadro 4.1.2 Proyectos de la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

Cuadro 4.1.3 Proyectos del Programa Sectorial de Energía

Cuadro 4.2.1. Proyectos del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Cuadro 4.2.2. Apoyos para Programas de la SEMARNAT

Cuadro 4.2.3. Cronología del Programa Especial de Cambio Climático

Cuadro 4.3.1. Instrumentos del área de Desarrollo Tecnológico e Innovación

Cuadro 4.3.2 Fondos Sectoriales de Energía del Conacyt

Cuadro 4.3.3 Acuerdos del Portal de Cooperación Tecnológica Internacional

Cuadro 4.4.1 Programas de otros sectores que apoyan al medio ambiente, energía e innovación

Cuadro 5.3.1. Marco de Política SI para la Eco-innovación en el Sector Energético Mexicano

Cuadro 5.3.2. Resumen de fallas de sistema (ER)

Cuadro 5.4.1 Fallas de sistema, actores involucrados y medidas regulatorias hacia un sistema de Eco-innovación

FIGURAS

Figura 1.2.3.1 Determinantes de la Eco-innovación

Figura 1.3.1 Sistema Nacional de Innovación

Figura 1.3.2 Funcionamiento de un sistema de innovación

Figura 2.1.1 Etapas de la política ambiental mexicana

Figura 2.3.1 Estructura Organizativa del Sector Energético Mexicano

Figura 2.3.2 Política de energía en México

Figura 2.4.1 Estructura del Sector Ciencia y Tecnología en México

Figura 2.4.2 Taxonomía de las Políticas de Innovación

Figura 3.1.1 Pico del Petróleo

Figura 3.2.1 Evolución del consumo nacional de energía y las emisiones de CO2 del sector energético mexicano

Figura 3.2.2 Producto Interno Bruto vs. Consumo nacional de energía en México

Figura 3.3.1 Actores involucrados con las energías renovables

Figura 3.3.2 Capacidad instalada por fuentes renovables de energía (MW)

Figura 3.3.3 Capacidad mundial existente Energía eólica 1996-2010

Figura 3.3.4. Capacidad mundial existente Energía solar fotovoltaica 1996-2010

Figura 3.3.5. Producción mundial Biodiesel y Etanol 2000-2010

Figura 3.3.6. Capacidad mundial de Generación con Energías Renovables

Figura 4.1.1. Programas del Sector Energético

Figura 4.2.1. Participación de las categorías en las emisiones de GEI

Figura 5.1.1 Principales agentes y vínculos del Sistema de Innovación Mexicano

Figura 5.2.1 Principales Agentes que intervienen en la Eco-innovación en México

Figura 5.3.1 Análisis de estímulos y obstáculos para la Eco-innovación (ER)

Figura 5.4.1. Propuesta para un sistema de Eco-Innovación en el Sector Energético

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de eficiencia y seguridad energética está muy ligada a la problemática actual del cambio climático y los esfuerzos por disminuir la emisión de gases de efecto invernadero que de este se derivan. Acorde a esta problemática actual, varios países han empezado a tomar conciencia y han sido los gestores de cumbres, foros y acuerdos de gran relevancia a favor de este tema. Sin embargo, estas acciones no han respondido a cuestiones derivadas de política pública, más bien a una necesidad de mostrar que el tema existe en las agendas de política exterior de los países. Y con mucha más razón en México, que ha mostrado ser un país de política pública reactiva, no propositiva, que responde a sexenios, y no a largo plazo.

Pese a estas acciones que se realizan, algo que es cierto es que el término eco-innovación aún no es ampliamente reconocido a nivel de todos los países. Uno de los temas que ha impedido que se tenga esta visión, es la preocupación de los países por salir de las crisis económicas y la búsqueda del crecimiento de sus economías, además de la atención prioritaria que otorgan a otros problemas de índole social (seguridad, salud, educación). Es por esta razón que han orientado sus políticas en ese sentido, y han concentrado sus esfuerzos en otros temas estructurales que consideran más relevantes, dejando de lado la preocupación por temas energéticos y ambientales.

Sin embargo, el sector energético es un sector primordial ya que es el soporte del sector productivo de los países por lo tanto requiere toda la atención, sobre todo porque las fuentes de energía tradicionales se agotan. En el caso de México se ha estimado que la demanda de energía se incrementará 3.4% anualmente entre 2012 y 2026, por lo tanto urge una ampliación del portafolio existente de fuentes de energía Estas nuevas alternativas ya no sólo tienen que ofrecer el suministro de energía, sino también deben estar alineadas a la preocupación actual del cambio climático y a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, es aquí donde aparecen las eco-innovaciones.

Según la literatura consultada, las eco-innovaciones pueden ser de varios tipos, por lo tanto pueden ser aplicadas en varios sectores y de distintas formas. En el caso del sector energético el cual está basado en servicios, se pueden introducir ya que la generación de

energía eléctrica a partir del uso de combustibles fósiles origina altas emisiones de CO_2, rubro que ocupa el primer lugar en emisiones en México. Esto señala que es realmente apremiante atender al sector energético ya que representa un nicho para la introducción de eco-innovaciones. La inserción de nuevas formas de producir energía con fuentes renovables es un gran paso para la transición energética.

Este escenario nos señala que en México es imprescindible la creación de una política de eco-innovación. No obstante, en el país no se ha realizado un análisis a tal nivel como lo pone en evidencia el único documento encontrado sobre análisis de políticas de innovación que apoyan al medio ambiente, el cual fue elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en el 2008, y cuyos resultados no fueron favorables, ya que el estudio mostró la falta de una política de eco-innovación. Es por ello que con el presente trabajo se pretende contribuir a subsanar esta situación al proporcionar el primer inventario de políticas que podrían incentivar la eco-innovación en México.

Este análisis, agregado al hecho de que en México existe un mercado potencial energético sumamente grande, demuestra que hace falta realizar un análisis de la problemática que existe en la actualidad en el sistema de innovación por lo cual no se introducen eco-innovaciones en una escala mayor ni las acciones que deberían llevarse a cabo, sin la necesidad de llegar a una prescripción técnica de las tecnologías que se tienen que apoyar. A partir de esto, se deriva la propuesta de esta investigación, la cual consiste en analizar la situación actual del sistema de innovación para luego proporcionar indicaciones acerca de los tipos de mecanismos aplicables y cuyo resultado podría ser un mejor funcionamiento del mismo sistema. Para desarrollar esta propuesta se utiliza un enfoque sistémico a lo largo del trabajo. Este enfoque se trata desde dos vertientes, la economía ecológica y los sistemas de innovación.

La primera vertiente, la economía ecológica, propone una alineación de todos los ecosistemas a favor de no alterar a los otros. Si se sigue esta lógica, al cambiar uno de ellos, todos los demás también lo harán ya que buscan distribuirse con el fin de que ninguno desproporcione al sistema natural. En este sentido se hace una analogía con un sistema de innovación el cual está compuesto de actores, redes e instituciones que son los agentes que representarían los ecosistemas. Por lo tanto, cuando uno de ellos toma decisiones de cambio

o movimiento, afectará a los demás agentes ya que existe un mecanismo de engranaje entre ellos (se trata de sistemas complejos que coevolucionan).

Una vez conocidas estas vertientes y la relación en cuanto al enfoque sistémico que poseen, se decidió que sólo al actuar bajo esta lógica, puede funcionar un modelo de sistema para la eco-innovación. Empero, como todo sistema trae consigo fallas, las cuales pueden ser de varios tipos y a distintos niveles dentro del sistema, según indica la teoría. Y en el caso de México, a partir de la documentación revisada se pudo constatar la veracidad de la teoría; con lo cual nace esta propuesta cuyo fin es proponer algunos mecanismos para corregir dichas fallas, con el objetivo de alcanzar el correcto funcionamiento de un sistema para la eco-innovación en el sector energético mexicano.

Objetivo General

Analizar la política pública relacionada al sector energético en México, con la finalidad de identificar los elementos que contribuyan al desarrollo de eco-innovaciones en este sector.

Objetivos Específicos

1) Conocer la situación actual de la eco-innovación en el sector energético mexicano
2) Identificar elementos que promuevan o limiten el desarrollo de eco-innovaciones

La investigación se centra en una pregunta guía:

a) ¿Cuál es el estado del funcionamiento del Sistema de Innovación para el desarrollo de eco-innovaciones en el sector energético de México?

A partir de estos objetivos se hizo la búsqueda de una metodología que ayudara a responder estas interrogantes y a definir el alcance de la investigación. Se hizo una revisión literaria sobre las metodologías de investigación existentes. El resultado de esta búsqueda reflejó que las investigaciones se enfocan particularmente de cuatro formas según Danhke (1989) las cuales pueden ser: exploratorias, descriptivas, explicativas y correlacionales.

La exploratoria tiene como objetivo profundizar en un tema poco conocido o completamente desconocido con la finalidad de mencionar puntos no discutidos con

anterioridad y sus resultados pueden ser positivos o negativos. La descriptiva se enfoca en recolectar datos para evaluar diversos aspectos del objeto de investigación y sus resultados dependerán de la información recolectada. La explicativa revela por qué ocurre el 'fenómeno' estudiado, en qué condiciones se da, y qué variables están implicadas, el producto de este tipo de investigación es un estudio más profundo del tema que se trate. Por último, la correlacional identifica la relación existente entre conceptos y variables y sus resultados buscan explicar el comportamiento (Danhke; 1989). Al haber analizado los alcances de cada enfoque y dado que el tema central de la investigación es el de las políticas para la Eco-innovación, un tema poco explorado aún en México, se eligió el enfoque exploratorio cuyo objetivo es profundizar en un tema poco mencionado en el país. Se consideró que este enfoque es el que mejor concuerda con los objetivos y preguntas a responder en este trabajo.

El trabajo está estructurado en cinco capítulos. El primero abarca la revisión literaria acerca de la Eco-innovación y el Sistema de Innovación. Se hace énfasis en conceptos relacionados a la Eco-innovación, las fallas de sistema y el enfoque sistémico de la Economía Ecológica. En este capítulo se mencionan todas las herramientas que servirán para la propuesta final. En el segundo capítulo, se exploran los fundamentos de Política Ambiental, Energética y de Innovación. En esta parte se incluye el marco legal, principios, estructura y taxonomía. En el tercer capítulo, se detalla el escenario energético internacional y la realidad de los energéticos en México. También se menciona a la energía renovable como una alternativa energética mundial, se muestran tendencias mundiales y la posición de México en algunos tipos de renovables. En el cuarto capítulo, se realiza un inventario de las políticas con potencial para promover la eco-innovación en el sector energético en la actualidad. Se hace énfasis en tres sectores principales: energía, medio ambiente y ciencia, tecnología e innovación, y se incluyen otros sectores secundarios que también la apoyan directa o indirectamente. En el quinto y último capítulo, se describe la situación de la Eco-innovación en México y las fallas de sistema que existen alrededor del desarrollo de eco-innovaciones para el sector energético. Sin embargo, también se mencionan los *drivers* que han ayudado en su promoción. Finalmente, se plasma una propuesta como posible opción para la corrección de las fallas sistémicas y hacer posible la existencia de un correcto desempeño del sistema de Eco-innovación en el sector energético

mexicano. Finalmente, se ofrecen conclusiones de todo el trabajo de investigación a partir de la evidencia encontrada durante el desarrollo de los cinco capítulos ya mencionados.

La estrategia utilizada para cumplir con los objetivos del enfoque exploratorio de esta investigación, se apoyó en fuentes primarias y secundarias con el fin de obtener conclusiones complementarias e integrales desde varios enfoques. La información de carácter secundario fue el análisis documental de las políticas contenidas en programas, planes y normas encontradas en los sitios web de las entidades relacionadas al tema tales como Secretaría de Energía, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Secretaría de Economía y otras[1]. Adicionalmente, se hizo una revisión de artículos en revistas científicas, libros y demás publicaciones académicas y no académicas relevantes para la eco-innovación, medio ambiente, energía y políticas. En esta revisión se concluyó que la corriente a utilizar en relación a la Eco-innovación, es el enfoque sistémico. Por lo tanto, a lo largo del documento se le da esta orientación, de aquí se desprende que para el análisis final se utilice un marco metodológico para identificar fallas de sistema.

Las fuentes primarias incluyeron la asistencia a cursos, cumbres, talleres y exposiciones (Introducción a la eficiencia energética en Recimex, Cumbre de Negocios Verdes en el Tecnológico de Monterrey, Expo EnVerdeSer en el WTC) todos relacionados con el tema del medio ambiente, innovación, energía y políticas. Esto ayudó en gran medida a obtener una visión más amplia del tema. De aquí, se pudo obtener contactos de profesionales especializados en el área, los cuales también contribuyeron al trabajo por medio de entrevistas personalizadas.

Las entrevistas[2] fueron utilizadas como herramienta de recolección de datos cualitativos secundarios, y también constituyeron un insumo complementario para entender la visión de las personas involucradas en la práctica. Entre las personas que aportaron sus valiosas ideas a través de esta herramienta estuvieron funcionarios del sector energético (Comisión Federal de Electricidad), investigadores del sector académico (Departamento de Energía de la Universidad Autónoma Metropolitana) y personal de empresas de consultoría

[1] Sólo se consideran aquellas relacionadas a las Energías Renovables hasta el sexenio anterior
[2] Ver formato en el Anexo 6

involucradas en energía y medio ambiente (como *Green Momentum Inc.*). Se eligió actores de naturaleza multidisciplinaria para conocer diversas perspectivas en relación a las políticas y cómo consideran que se han motivado o frenado las eco-innovaciones en México.

Cabe mencionar que esta herramienta y demás información secundaria no será utilizada en detalle y más bien fue una estrategia utilizada para obtener una validación básica y evidencia en la práctica que pudiera ser corroborada con los supuestos derivados de la revisión bibliográfica. La estructura utilizada en este trabajo, fue en una primera parte introducir un marco teórico-referencial para en la parte final retomarlo de manera aplicada en el caso del sector energético, caso especial energías renovables. Se recalca que no se analizan agentes individuales, es decir, no es un estudio de caso, más bien se utiliza este enfoque exploratorio para recabar información de los agentes involucrados a quienes se logró tener acceso con el fin de detectar qué se ha hecho y qué no, en relación al tema de la eco-innovación en México e identificar los elementos que apoyan u obstruyen este proceso desde el enfoque integral de sistemas.

CAPÍTULO I. LA ECO-INNOVACIÓN Y EL SISTEMA DE INNOVACIÓN

Este primer capítulo se propone en tres partes: El primer apartado trata acerca de la innovación y el medio ambiente, sus visiones y compatibilidad. En el segundo apartado, se mencionan conceptos clave acerca de la eco-innovación tales como definiciones, tipos, determinantes y los principales obstáculos e incentivos que pudieren existir. En tercer apartado se alude a la relación de la eco-innovación y las políticas vistas desde una perspectiva de Sistema de Innovación y las fallas que pudieren contribuir a que esta perspectiva no funcione coordinadamente en la práctica o de forma ideal, según la literatura. Finalmente, en el último apartado se desarrolla la relación medio ambiente y energía y el enfoque sistémico que existe desde la perspectiva de la economía ecológica y cómo esta se puede relacionar con un sistema de innovación.

1.1 Innovación y medio ambiente

Antes que todo, hay que definir qué se entiende por el término innovación. Para Schumpeter (1939) la innovación abarcaba "hacer cosas de forma diferente en la esfera de la vida económica" es decir, abarca todos los ámbitos en cuanto a los procesos de producción en general. Más tarde, siguiendo esta misma línea, Freeman y Pérez (1988) diferencian tres tipos de innovaciones: innovación incremental, innovación radical o disruptiva y nuevos sistemas tecnológicos. La incremental abarca mejoras a lo ya existente; la radical implica introducir algo completamente nuevo y los sistemas tecnológicos son "constelaciones de innovaciones técnicas que afectan a varias ramas de la producción" en esta última se hace una sinergia entre tecnologías viejas y las más recientes con el fin de lograr una mejora global en el sistema (Kemp; 2010).

Según el Manual de Oslo de la OCDE (2005) una innovación es "la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores". Alrededor de este concepto existen varias actividades que se pueden dar para llegar hasta la innovación y como el mismo manual las define, estas actividades innovadoras pueden ser las "operaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales" además

de las actividades de I+D que aunque no están relacionadas directamente con la introducción de una innovación, también contribuyen a ello ya que son parte del proceso.

Es así que dadas todas estas actividades van a existir diferentes tipos de innovación. Entre las principales están: innovaciones de productos, innovaciones de proceso, innovaciones de mercadotecnia e innovaciones de organización[3] OCDE (2005).

- Una *innovación de producto* comprende introducir un producto o servicio mejorado en cuanto a sus componentes, características técnicas, facilidad de uso, y en general todas las particularidades adicionales a las versiones existentes.
- Una *innovación de proceso* comprende la mejora de procesos en cuanto a la técnica, materiales usados, programas informáticos usados y otros que se pudieren usar para mejorar el *know-how* en cuanto a la producción o distribución.
- Una *innovación de mercadotecnia* implica la aplicación de nuevos métodos antes no utilizados en relación a la comercialización de los producto, los cuales van desde su diseño hasta su precio en el mercado.
- Una *innovación de organización* involucra todo nuevo método práctico que contribuya a organizar el trabajo (rutinas) y las relaciones exteriores de la empresa con el fin de reducir los costos o de mejorar el nivel de satisfacción en el trabajo.

Hay que añadir que estos cuatro tipos de innovaciones deben cumplir con una característica principal: la novedad, esto en cualquiera de los ámbitos de acuerdo a su clasificación y a los objetivos que persiga (ver cuadro 1.1.1). Adicional a esta clasificación, existen varias taxonomías similares acerca de los tipos de innovaciones. Bleischwitz et al. (2009) las clasifica en innovaciones de producto, de proceso y de sistema. Esta última la relaciona con los sistemas tecnológicos, por ejemplo sistemas de abastecimiento. Hay que subrayar que este tipo de clasificaciones ha sido muy criticada desde el punto de vista ambiental, ya que si bien es cierto resulta útil porque las innovaciones de producto y proceso incluyen a las tecnologías ambientales y las innovaciones organizacionales a las formas de medición, tales como las auditorías ambientales, aún resulta muy insuficiente. Esto, debido a que estas

[3] Las dos últimas fueron añadidas a la última versión de este manual lo cual amplifica la visión que se pueda tener acerca de las innovaciones

categorías no hacen una distinción clara entre innovaciones ambientales y no ambientales (Reenings; 2000). Sin embargo, la OCDE recientemente ha extendido sus investigaciones en innovación de la industria al sector servicios, lo cual incluye servicios eco-eficientes que ahorren energía, transporte y manejo de desechos.

Cuadro 1.1.1 Factores relativos a los objetivos y los efectos de la innovación

Referidos a	Innovación de producto	Innovación de Proceso	Innovación organizacional	Innovación de mercadotecnia
Competencia demanda y mercados	❖			
Remplazar los productos progresivamente retirados	❖			
Aumentar la gama de los bienes y servicios	❖			
Desarrollar productos respetuosos con el medio ambiente	❖			
Aumentar o mantener la cuota de mercado	❖			❖
Introducirse en nuevos mercados				❖
Aumentar la viabilidad o la exposición de productos				❖
Reducir el plazo de respuesta a las necesidades de los clientes		❖	❖	
Producción y distribución				
Mejorar la calidad de los bienes y servicios	❖	❖	❖	
Mejorar la flexibilidad de la producción o la prestación del servicio		❖	❖	
Aumentar la capacidad de producción o de prestación del servicio		❖	❖	
Reducir los costes laborales unitarios		❖	❖	
Reducir el consumo de materiales y de energía	❖	❖	❖	
Reducir los costes de diseño de los productos		❖	❖	
Reducir las demoras en la producción		❖	❖	
Cumplir las normas técnicas del sector de actividad	❖	❖	❖	
Reducir los costes de explotación vinculados a la prestación de servicios		❖	❖	
Aumentar la eficiencia o la rapidez del aprovechamiento y/o del suministro de los bienes o servicios		❖		

Mejorar la capacidad en cuanto a tecnologías de la información		❖	❖	
Organización del lugar de trabajo				
Mejorar la comunicación y la interacción entre las distintas actividades de la empresa			❖	
Intensificar la transferencia de conocimientos con otras organizaciones y el modo de compartirlos			❖	
Aumentar adaptabilidad a las distintas demandas de los clientes			❖	❖
Establecer relaciones más estrechas con la clientela			❖	❖
Mejorar las condiciones de trabajo		❖	❖	
Varios				
Reducir el impacto medioambiental o mejorar la sanidad y la seguridad	❖	❖	❖	
Respetar las normas	❖	❖	❖	

Fuente: Manual de Oslo, OCDE y Eurostat (2005)

Por otra parte, Reenings (2000) incluye otras categorías como: las *innovaciones sociales* y las *innovaciones institucionales*. Las primeras, se refieren a los cambios en el estilo de vida y comportamiento de los consumidores (Scherhorn et al; 1997), dos tópicos que han recibido mucha atención en relación a la eco-innovación, la cual intenta llegar a la mente de los consumidores para lograr un cambio en sus hábitos. Además, entre la comunidad científica existen quienes están de acuerdo en que 'una política ambiental efectiva, requiere un entendimiento no sólo tecnológico sino también de la dinámica de los estilos de vida' (Duchin; 1999). Por otro lado, las innovaciones institucionales, son vistas como los fundamentos básicos para una política de sustentabilidad (Minsch; 1997).

De este modo, al conocer distintas clasificaciones de innovación, se puede hacer una distinción entre varios tipos de innovaciones ambientales. Por ejemplo, en innovaciones de proceso se pueden incluir conceptos como producción más limpia, emisiones cero y eficiencia de los materiales. En cuanto a innovaciones de producto, se puede involucrar las tecnologías limpias (*clean tech*), tecnologías verdes (*green tech*) y la desmaterialización de los productos. En cuanto a innovaciones organizacionales y de sistema se puede incluir al

análisis del ciclo de vida de los productos, el análisis del flujo de materiales, evaluación ambiental y sistemas orientados al usuario.

En relación a la innovación en medio ambiente existen varias posturas al respecto. Por un lado se habla mucho de la existencia y la promoción de las tecnologías o innovaciones sustentables, sin embargo, es un término muy estricto ya que todo proceso de producción de uno u otro modo tiene un impacto sobre el medio ambiente y finalmente regresan a él. Es decir, existe un "potencial para contaminar" o efecto "de rebote" de volver al medio ambiente el cual es determinado por dos factores principales, el potencial de riesgo de los materiales empleados y la cantidad de recursos empleados para la producción (Díaz López y Montalvo; 2012). Esto nos indica que las "tecnologías sostenibles" que ofrecen beneficios tanto a la sociedad como al medio ambiente en un cien por ciento en realidad no existen (Kemp; 2010). Por ello, se debe valorar a las tecnologías en conjunto (sistema), ya que el hecho de que una tecnología sea catalogada como limpia, no elimina el proceso de producción donde se utilizaron materias primas que a su vez pasaron por procesos de transformación con cierto impacto inicial sobre el medio ambiente.

Kemp (2010) propone que la evaluación desde el punto de vista de la sostenibilidad se aplique como un "criterio de evaluación para identificar elementos que son problemáticos para atraer la atención y canalizar las inversiones hacia soluciones para eliminar tales problemas". Esta propuesta realmente es muy atinada y pertinente ya que nos deja ver que no todo es bueno y no todo es malo, sino que depende del caso específico y del entorno, además de que el enfocarse en lo realmente necesario en la actualidad, es lo que provocará un impacto positivo en cuanto a mejoras en el medio ambiente y en la sociedad actual. Por lo tanto, para apoyar este punto de vista sistemático será necesaria una política que adopte una "perspectiva sistémica de innovación que combine los beneficios para el usuario y la sociedad" (Kemp; 2010). A partir de esto, la propuesta general de este capítulo en general es conceptualizar a las innovaciones ambientales desde el punto de vista de sistema, para lo cual se propone el enfoque de un sistema de innovación.

Ahora bien, las innovaciones ambientales en general, pueden estar regidas tanto por la política ambiental como por la política de innovación. Sin embargo, existen ciertas complicaciones a la hora de hacer un una equivalencia entre estas dos perspectivas (Andersen; 2004), esto debido a los distintos orígenes de los que provienen cada uno de estos enfoques (ver cuadro 1.1.2). La política ambiental proviene de un enfoque neoclásico mientras que la política de innovación de un enfoque evolutivo. Es por ello que la creación de este "vínculo perfecto" no es una tarea fácil dentro del marco de la política y la economía. Existe una literatura muy vasta en cuanto al tema de regulación ambiental en innovación y la efectividad de los diferentes instrumentos de políticas como por ejemplo los de control y los basados en el mercado (Jaffe et al, 2003; Requate, 2005). Sin embargo, trabajos que analicen ambos factores como factores de demanda y oferta en la eco-innovación son muy limitados aunque se están incrementando según la revisión bibliográfica llevada a cabo.

Cuadro 1.1.2 Política Ambiental vs. Política de Innovación

	Política Ambiental	**Política de Innovación**
Punto de partida	Medio Ambiente	Negocios y conocimiento de instituciones
Enfoque temático	Condiciones Ambientales	Competitividad: enfoque especial en PYMES
Target	Objetivos ambientales (Corto y Largo Plazo)	Alta capacidad innovativa (LP)
Enfoque del sistema	Life Cycle Assesment (LCA)-Perspectiva análisis de ciclo de vida del producto	Sistema Nacional de Innovación (SIN)-Organización de la producción de conocimiento
Aspectos Regionales	Condiciones ambientales nacionales pero con enfoque en perspectivas globales (clima)	Competitividad nacional en una economía globalizada
Perspectiva de Negocios	Empresas con una fuerte o débil carga ambiental Política de División Sectorial (agricultura, transporte, etc)	Condiciones competitivas de las compañías (tamaño, intensidad de conocimiento, clústeres) Papel de las compañías en los procesos de eco-innovación
Perspectiva de Negocios Ambientales	Presume que los negocios son reactivos pero busca que sean proactivos	El medio ambiente como una carga (minimizar el efecto negativo de la regulación ambiental relativa a la competitividad). Emergente: Eco-innovación como un activo

Medios de política sobre el medio ambiente	Regulación Medidas fiscales Instrumentos comunicativos	"Moldea" el mercado, corrige las fallas del sistema del sistema de innovación hacia la eco-innovación
Instrumentos de política tecnológicos/negocios	Acceso a las herramientas (control ambiental, presentación de informes, gestión etiquetas y las mejores técnicas disponibles, apoyo a tecnologías limpias)	Formulación de estrategias Acceso al conocimiento y el capital Organización eficiente de la producción de conocimiento
Visión verde	Medio ambiente saludable y sostenible "Reverdecimiento" de los negocios y los consumidores Internalización de los aspectos ambientales en la economía	"Reverdecimiento" del sistema de innovación Haciendo a la eco-innovación la "innovación fácil" Competitividad Verde
Limitaciones claves	Los cambios sociales abandonados (caja negra) Dinámica industrial descuidada	Enfoque estrecho basado en la competitividad Negligencia de los efectos perjudiciales del desarrollo de tecnología

Fuente: Andersen (2004)

La eco-innovación puede ser situada en la frontera entre dos sub-disciplinas económicas diferentes: economía ambiental (evaluar los instrumentos de política ambiental) y economía de la innovación (entender la complejidad de los factores que influyen en las decisiones de innovación), es por ello que para un adecuado análisis, la investigación interdisciplinaria es de gran ayuda (Rennings; 2000). A raíz de estas disciplinas se desprenden dos tipos de política: ambiental y de innovación.

La política ambiental y la de innovación tienen enfoques muy diferentes desde su origen, es así que la primera, parte desde la perspectiva del medio ambiente y las condiciones ambientales, mientras que la segunda del conocimiento de las instituciones existentes. Sin embargo, la innovación y el medio ambiente a pesar de tener orígenes, enfoques y formas de operar completamente distintos, pueden llegar a un punto en el que se beneficie a ambas partes, tanto al ambiente como la competitividad de los agentes que participan en este proceso. Para ello, hace falta un esfuerzo conjunto de todos los agentes de la sociedad, lo que se conoce como enfoque sistémico, en el cual cada agente tiene una función y a partir de ello logra metas que al final se vean reflejadas en el objetivo en común que todos

persigan. La eco-innovación puede entrar perfectamente en este proceso al ser un área de oportunidad que puede crear condiciones que logren en el mediano y largo plazo, un "reverdecimiento" de la competitividad.

1.2 Conceptos clave sobre Eco-innovación

1.2.1 Definición

El término Eco-innovación fue mencionado por primera vez por Claude Fussler y Peter James (1996) quienes la definieron como "nuevos productos y procesos que aportan valor al cliente y a los negocios, disminuyendo significativamente los impactos ambientales". Por otra parte, la Comisión Europea la define como "la introducción de cualquier producto nuevo o significativamente mejorado (bien o servicio), proceso, cambio organizacional o solución de mercadotecnia, soluciones que reducen el uso de los recursos naturales (incluyendo materiales, energía, agua y tierra) y que disminuye la emisión de sustancias nocivas a lo largo de todo el ciclo de vida" (EIO; 2010). El término eco-innovación está muy vinculado a conceptos como la eco-eficiencia o la eco-industria. Lo cual incluye tecnologías limpias, que reduzcan los impactos ambientales que minimicen la contaminación y el uso de los recursos naturales.

Es importante mencionar que cuando el término eco-innovación aun no existía, Freeman ya hablaba de la innovación en relación al medio ambiente en sus textos, cuando mencionaba que la innovación "es esencial para la conservación a largo plazo de los recursos y la mejora del medio ambiente" (Freeman; 1982). Además, añadió que la innovación permite empeorar o mejorar la calidad de vida en general. Estas afirmaciones dejan saber que desde aquel entonces ya existía la idea de utilizar a la innovación como una herramienta para beneficiar al medio ambiente, lo que hoy en día podríamos traducir como Eco-innovación.

Algo que se debe mencionar es que existe cierta confusión entre académicos y profesionales en relación a los términos ambientales (Kemp and Foxon 2007; Diaz Lopez, 2008). Es por ello que se vuelve necesaria la clarificación de estos términos con el fin de que exista un mejor entendimiento. Podemos identificar tres importantes conceptos

relacionados (Diaz et al; 2011): mejores técnicas disponibles (*Best Available Techniques*), tecnologías ambientales y Eco-innovación.

- Las **mejores técnicas disponibles** (*Best Available Techniques*), término usado por el Consejo directivo 96/61/EC relacionado al control y prevención de la contaminación (IPPC), se definen como las técnicas más efectivas en lograr un alto nivel general de protección del ambiente como un todo. Estas técnicas son desarrolladas en una escala que permite la implementación en una clase relevante de actividad bajo condiciones viables técnica y económicamente, tomando en cuenta los costos, las ventajas y su accesibilidad para quienes las operan. Incluyen la tecnología usada y la forma en que la instalación es diseñada, construida, mantenida, operada y retirada de uso. Se hace énfasis en las técnicas de prevención de la contaminación y no en el tratamiento *end-of-pipe*. (EPA; 2008).

- El término **tecnologías ambientales** (Weber; 2007), 'es usado para incluir tecnologías y aplicaciones que ayuden a reducir el impacto negativo de la actividad industrial y servicios, de usuarios privados o públicos sobre el medioambiente. Este concepto normalmente se refiere a tecnologías "al final del proceso" (*end-of-pipe*) integradas en tecnologías limpias y para la recuperación de las áreas contaminadas. Sin embargo, también puede abarcar en un sentido más amplio cuestiones como la supervisión, medición, el cambio de productos o administración de sistemas ambientales (IPTS; 2004). Las tecnologías ambientales son, por tanto, de naturaleza interdisciplinaria pudiendo ser aplicadas en cualquier fase de la cadena de producción. Hay que subrayar que el enfoque de este concepto ha venido cambiando en los últimos años, lo cual hace que se puedan diferenciar tres fases:
  - Tecnologías "al final del proceso" o de optimización de sistemas (años 70 y 80)
  - Tecnologías de procesos integrados o rediseño de sistemas (años 80 y 90)
  - Innovaciones de sistema o funcionales (finales de los años 90 a la actualidad) (Aquí entrarían los conceptos de eco-eficiencia e empresa limpia)

- La **eco-innovación** engloba aquellas innovaciones que cumplen con dos características de mejora: el grado competitivo a nivel de la firma y el desempeño

ambiental (Diaz et al; 2011). Por lo tanto, busca soluciones a problemas ambientales de la actualidad por medio de distintos elementos que beneficien a la sociedad en conjunto. Algo sustancial de mencionar es que la eco-innovación se distingue de la innovación convencional en dos formas muy significativas (OCDE; 2009):

1- No es un concepto abierto, representa la innovación que hace énfasis en la reducción de los impactos ambientales, sea intencional o no.

2- Su concepto no se limita a innovaciones de productos, procesos, métodos de marketing y métodos organizacionales, sino que incluye la innovación en sus estructuras social e institucional.

Estos dos puntos permiten distinguir que la innovación se inserta en un ámbito más social, lo cual incluye valores, normas, inclusive la cultura de toda la organización. Al hablar de la parte social, no se trata sólo de una organización aislada, esto incluye la interacción con otros, tales como proveedores, gobierno, clientes y todos aquellos posibles beneficiarios del proceso. Es así que a lo largo de esta investigación, se utilizará el concepto de Eco-innovación, con el fin de incluir todas las formas de innovación que reduzcan el impacto ambiental ya que este es un concepto más amplio en el cual se incluyen las nociones de competitividad y sustentabilidad (en este último término están implícitamente contenidos los conceptos de medio ambiente, economía y sociedad).

1.2.2 Tipos

Existen varias clasificaciones sin embargo, tipificar a la Eco-innovación rebasa a las innovaciones simples o convencionales. Una clasificación que se considera relevante es aquella propuesta en el proyecto MEI (*Measuring Eco-Innovation*) de la Comisión Europea (2008), la cual resultó en lo siguiente:

A. Tecnologías Ambientales
    - Tecnologías de control de la contaminación incluyendo tecnologías de tratamiento de desperdicio de agua
    - Tecnologías limpias que tratan la contaminación liberada en el medio ambiente

- Tecnologías de procesos más limpios: nuevos procesos de manufactura que son menos contaminantes y/o más eficientes en el uso de recursos que las alternativas relevantes
- Equipo de manejo de desperdicios
- Monitoreo e instrumentación ambiental
- Tecnologías de energía verde o renovable
- Suministro de agua
- Control del ruido y la vibración

B. Innovación Organizacional para el medio ambiente

- Esquemas de prevención de la contaminación
- Gestión ambiental y sistemas de auditoría: sistemas formales de manejo ambiental que involucren medición, reportes y responsabilidades para tratar temas de uso de materiales, energía, agua y desperdicios. Ejemplos: EMAS, ISO 14001
- Gestión de la cadena: cooperación entre compañías para cerrar los circuitos materiales y evitar el daño ambiental a través de toda la cadena de valor

C. Innovación de Productos y Servicios que ofrezcan beneficios ambientales

- Productos (bienes) nuevos o ambientalmente mejorados que incluyen eco-casas y edificios
- Productos financieros verdes (tal como eco-contratos y/o hipotecas climáticas)
- Servicios ambientales: manejo de residuos sólidos y peligrosos, agua y gestión de los residuos de agua, consultoría ambiental, pruebas e ingeniería, otras pruebas y servicios analíticos
- Servicios que son menos contaminantes e intensivos en recursos (compartir auto o *carpooling* es un ejemplo)

D. Sistemas de Innovación verdes

- Sistemas de producción y de consumo alternativos que sean ambientalmente más benignos que los sistemas existentes: agricultura biológica (permacultura) y un sistema energético basado en renovables son ejemplos.

Una vez conocida esta clasificación, se puede notar que las tecnologías que buscan la eficiencia energética encajan en todas las clasificaciones, ya que no sólo se trata de la creación de tecnología sino también de los productos y servicios, así como los sistemas ambientales que se deriven de la misma. Es importante recalcar que la eficiencia energética y la generación y suministro de energía no son lo mismo; en términos de esta investigación esta se dirigirá a la parte de generación de energía (con renovables).

Un tema un tanto complejo es la medición de la eco-innovación. Autores como Person et al (2008) y Foxon y Person (2008), han tratado de ajustarse a la teoría de los sistemas de innovación y proponen un enfoque de medición desde los puntos de vista de la empresa, los vínculos, el entorno, lo incremental/radical y el desempeño en general lo cual incluye a las certificaciones ambientales[4] reconocidas a nivel mundial. Según estos autores, entre tales certificaciones podemos encontrar las Eco-etiquetas, Normas ISO y el sistema de auditoria EMAS. A continuación se mencionan brevemente:

- Las Eco-etiquetas: Son una marca oficial europea para los productos que garanticen un buen comportamiento medioambiental. Se basa en criterios rigurosos y fiables que tienen en cuenta el ciclo de vida completo de los productos y servicios. Con el apoyo de la Comisión Europea, un consejo compuesto de asociaciones nacionales de etiquetado, representantes de los consumidores y las ONG ambientales, sindicatos y empresas se encargan de su gestión.
- Las Normas ISO (Normas elaborada por la *International Standarization Organization*: la 14001 cuyo fin es proporcionar a las empresas un Sistema de Gestión Ambiental (SGMA) efectivo, contrastado e integrado en el resto de las

[4]Según el Programa de Competitividad e Innovación de la Unión Europea y México 2012, las certificaciones se han convertido más que un requisito en un valor adicional para elevar la competitividad en el mercado internacional ya que otorga varias ventajas como: acceso a los mercados, desarrollo de nuevos mercados, gestión de riesgos, diferenciación del producto, ventajas competitivas y confianza de los clientes (Fuente: http://www.procei.mx)

actividades productivas (ISO, 1996) y la 26000 cuyo objetivo es ayudar a las organizaciones a operar bajo los lineamientos de la responsabilidad social[5].

- El EcoManagement and Audit Scheme (EMAS): Normativa voluntaria de la Unión Europea que reconoce a aquellas organizaciones que han implantado un SGMA (Sistema de Gestión Medioambiental) y han adquirido un compromiso de mejora continua, verificado mediante auditorías independientes. La implementación de esta normativa ha sido menor que la de la ISO 14001.

1.2.3 Determinantes

Reenings (2000) identifica tres peculiaridades de la eco-innovación: el problema de la doble externalidad, el efecto regulatorio push/pull y la creciente importancia de la innovación social e institucional. Las dos primeras no son tomadas en cuenta en la economía evolutiva y la tercera no se ha elaborado apropiadamente. Por lo que enfrentar estas peculiaridades podría ayudar a superar las fallas de mercado por medio de políticas adecuadas de eco-innovación. Estas peculiaridades provienen de distintos enfoques, los dos primeros del neoclásico (equilibrio y racionalidad) y el tercero del co-evolutivo (aprendizaje e interacción).

Una importante peculiaridad de las eco-innovaciones es que producen derramas positivas en la fase de innovación y de difusión (Reenings; 2000). Esta peculiaridad es a la que llamamos problema de doble externalidad, el cual disminuye las intenciones de las empresas a invertir en eco-innovación. Es aquí donde es preciso que las políticas ambiental y de innovación estén coordinadas. Por una parte la política de innovación ayudaría a reducir los costos de innovación (tecnológicos, institucionales y sociales) sobre todo en la fase de invención y de entrada al mercado. Por la otra, la política ambiental sería responsable de internalizar los costos externos establecidos por la competencia de productos y servicios no ecológicos. Cabe recalcar que mientras el mercado no sancione los impactos ambientales, la competencia entre innovaciones ambientales y no ambientales puede distorsionarse incluso podría no existir competencia alguna (Reenings; 2000).

[5] http://www.iso.org/iso/iso_26000_project_overview-es.pdf

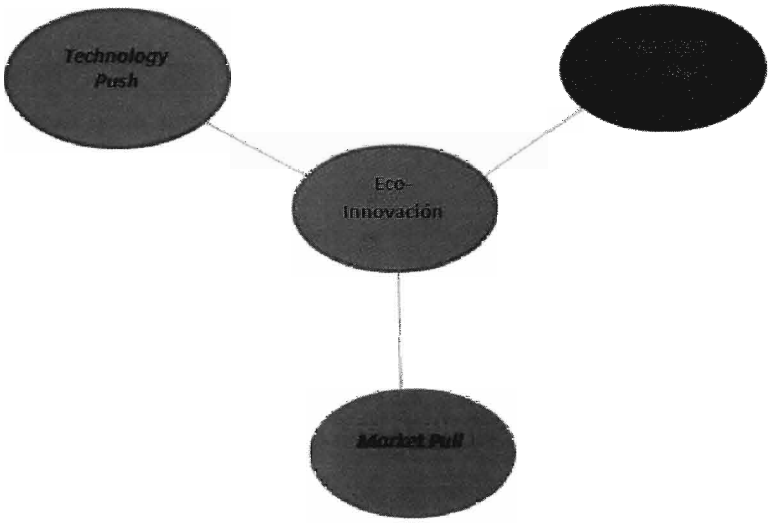
A partir de esta doble externalidad, surge una segunda peculiaridad: la importancia de un marco regulatorio como determinante clave para un comportamiento 'eco-innovador' en las firmas, familias y otras organizaciones (Reenings; 2000). Aquí, la discusión principal en economía de la innovación ha sido si la innovación tecnológica se conduce por el desarrollo tecnológico (*technology push*) o por factores de la demanda (*market pull*). Esta peculiaridad es a la que se llama efecto regulatorio *push/pull* (ver figura 1.2.3.1). Y la evidencia empírica muestra que un marco regulatorio de política ambiental tiene un fuerte impacto sobre la eco-innovación (Kemp; 1997).

Los determinantes que se observan en la figura 1.2.3.1, del lado de la tecnología (*technology push*) están la calidad del productos, los productos diferenciados, la eficiencia material y energética por nombrar algunos, en esta parte entrarían las nuevas tecnologías ambientalmente eficientes. Por el lado del mercado (*market pull*) se pueden incluir factores como la demanda de los consumidores, la creación de nuevos mercados, la competencia, la imagen, los costos laborales y la cuota de mercado, en esta parte indica Reenings (2000), entrarían las preferencias por productos ambientalmente amigables. Cabe enfatizar que la parte de la influencia regulatoria, lo que abarca a la ley ambiental, sanitaria, estándares de seguridad, certificaciones ambientales y muchas otras que hay que cumplir, entra como medio para regular el problema de la doble externalidad es por ello que puede ser *push* o *pull*. La eco-innovación no se dará por si sola por lo cual es necesario la presencia de este marco regulatorio[6].

La tercera peculiaridad es explicada desde un enfoque co-evolutivo, enfatizando las interacciones de los sistemas ecológicos, sociales e institucionales. Los enfoques evolutivos están más centrados en el análisis de los procesos de aprendizaje más que en equilibrios además de asumir la racionalidad en lugar de buscar la optimización y el equilibrio. Los sistemas sociales y los ecosistemas son mantenidos a través de numerosos mecanismos de retroalimentación. Es así, como la co-evolución ocurre cuando al menos un mecanismo de retroalimentación es cambiado, el cual inicia posteriormente un proceso recíproco de cambio es decir que existe una interacción constante entre los componentes del sistema (Reenings; 2000).

[6] Montalvo (2008) y Del Río (2009) presentan una descripción detallada de incentivos y barreras a la Eco-innovación

Figura 1.2.3.1 Determinantes de la Eco-innovación



Fuente: Reenings (2000)

Según esta última peculiaridad, el marco co-evolutivo parece ser el más apropiado para analizar eco-innovaciones por dos razones; incluye todos los subsistemas (social, ecológico, institucional) y resalta la importancia de sus interacciones. Sin embargo, este enfoque aún no ha sido perfilado hacia propósitos investigativos específicos de la eco-innovación, ya que en la literatura solo se ha mencionado el enfoque hablando específicamente de innovación tecnológica (Kemp; 1997). Por lo tanto, este tipo de investigación puede ser identificado para desarrollar enfoques evolutivos en economía de la innovación para sistemas ecológicos, institucionales y tecnológicos (Reenings; 2000), por medio de una contribución de la economía ecológica hacia la investigación en innovación, y evitar así los sesgos tecnológicos y el desarrollo insostenible.

Por otra parte, resultaría beneficioso relacionar modelos evolutivos con neoclásicos, tal como lo hizo Kemp (1997) pero sólo hasta cierta medida. Por ejemplo, introdujo la incertidumbre, características de tecnologías específicas y preferencias cambiantes del consumidor en referencia a los modelos neoclásicos y de elección racional y de optimización en la discusión evolutiva de los cambios de régimen tecnológico (Reenings; 2000). El conocimiento de todas estas peculiaridades, nos da una guía para conocer que como todo sistema cambiante, existen también "fallas por solucionar" con la finalidad de que haya un funcionamiento apropiado lo cual incluye contar con las condiciones

necesarias para la adopción de eco-innovaciones. Por consiguiente, en el apartado sucesivo se abordará el tema de los sistemas de innovación y las fallas que pudieren existir, lo que luego servirá de base para profundizar acerca de las barreras que pudieren presentarse y entorpecer el proceso de la eco-innovación.

1.3 La Eco-innovación y el enfoque de fallas de sistema

El tema ambiental ha tenido relevancia en el sistema de innovación hace relativamente muy poco tiempo y son autores como Andersen (1999), Kemp R.(2002), Weber and Hemmelskamp (2007) quienes empezaron con las primeras investigaciones dentro de este enfoque. La eco-innovación "podría requerir de conocimiento y competencias que no pertenecen a las competencias internas de las empresas" (Belin et al.; 2009) sino que más bien requiere de fuentes externas (interacciones) y de nuevas competencias, por ejemplo, aquellas relacionadas a procesos de producción o productos alternativos. Por lo tanto, las posibles interacciones que se deriven a partir de las redes de conocimiento que existen en un sistema de innovación, podrían ser un insumo relevante en el desarrollo de eco-innovaciones.

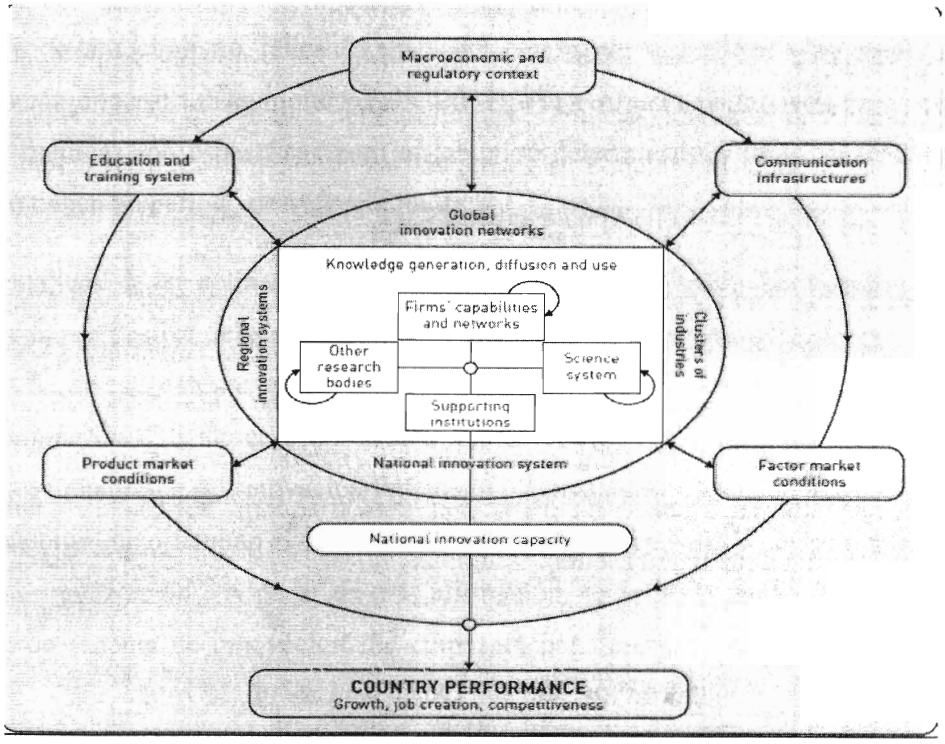
En apoyo al enfoque de sistemas de innovación, Coenen y Díaz-López (2010), mencionan que "el enfoque (de sistemas de innovación) ha sido muy ingenioso en identificar y analizar los actores, redes e instituciones que influencian la creación, difusión y adopción de nuevos productos, procesos y servicios. Este enfoque reconoce que las firmas en su mayoría no innovan solas pero sí en interacción con otros actores". Dicho de otro modo, la innovación es un proceso social y dinámico que no se da de manera individual sino colectiva es decir con la participación de diversos agentes. Por lo cual, la perspectiva de Sistemas de Innovación es la base del marco de la política de investigación e innovación que se lleva a cabo por muchas organizaciones hoy en día (OECD, 1999, 2000; EC, 2002).

Antes que todo, hay que tener muy clara la definición de sistema de innovación. Para Lundvall (1992) un sistema de innovación "está constituido por elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento útil y económico", los cuales Edquist (2005) definió más tarde como una red estructurada de actores. Es decir, un sistema de innovación está integrado por varios actores entre los cuales podemos mencionar de

manera general: las organizaciones, como empresas, universidades, centros de investigación, organismos, asociaciones industriales, capitalistas de riesgo, agencias, secretaría públicas entre otros; las instituciones, que dictan las 'reglas del juego' dentro del sistema, aquí entra lo que son las normas, hábitos y 'buenas prácticas' de cada sector. Cada actor cumple una función determinada las cuales en conjunto ayudará a que funcione el sistema con las interacciones y redes que se formen entre ellos (ver figura 1.3.1)

Adicional a los sistemas nacionales de innovación, existen varios enfoques de sistemas de innovación en la literatura, tales como los sistemas regionales de innovación, los sistemas sectoriales de innovación y producción, los sistemas tecnológicos, sistemas socio técnicos y sistemas de innovación tecnológicos. Es necesario resaltar que si bien es cierto, existen un sin número de actores que participan dentro de un sistema de innovación, en esta investigación se hace énfasis en las instituciones públicas como motor para fomentar a la eco-innovación.

Figura 1.3.1 Sistema Nacional de Innovación



Fuente: Managing National Innovation Systems (OCDE; 1999)

Para las instituciones se tomará la definición de Chaminade y Edquist (2004) quienes la definen como "conjuntos de hábitos comunes, normas, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre individuos, grupos y organizaciones. Es decir, las 'reglas del juego' que tienen un papel fundamental a lo largo de todo el proceso de innovación. A partir de esto, se define qué es una política de innovación, según Edquist (2006) son todas "las acciones públicas que influencian los procesos de innovación como el desarrollo y difusión de innovaciones (productos y procesos)" y añade que sus objetivos pueden ser tanto económicos (crecimiento económico, crecimiento de la productividad, incremento del empleo y competitividad) como no económicos (culturales, sociales, ambientales y militares) y dependen del contexto específico de cada país.

En ese sentido, la intervención pública en el proceso de innovación (ej. eco-innovación); se justifica considerando que, de otra manera, el mercado invertiría menos en las actividades innovadoras de lo que sería socialmente deseable (Nelson, 1959; Arrow, 1962). Además, existen cuatro razones fundamentales por lo que esta baja inversión podría ocurrir: derramas de conocimiento, fallas del mercado, escasez de la mano de obra especializada e información imperfecta (Jaumotte y Pain; 2005). Por otro lado, Montalvo (2002) menciona que las políticas son específicas para un objetivo determinado y tanto su tema como su contexto tienen un periodo de vigencia limitado.

La racionalidad de las políticas de innovación según indica la Comisión Europea (2002) en cuanto a la perspectiva del sistema de innovación, conlleva a un cambio en las bases de las políticas de investigación e innovación de "dirigirse a las fallas de mercado que empujan a una inversión insuficiente en I+D hacia una que se enfoque en asegurar que los agentes y vínculos en el sistema de innovación funcionen efectivamente en su conjunto y removiendo los obstáculos que dificultan el establecimiento de redes efectivas de sus componentes en el sistema de innovación". A partir de esta afirmación, se pone en evidencia la elección del enfoque de sistema de innovación. Se empezará por describir brevemente las fallas que pudiesen existir dentro de este sistema y su diferencia con las fallas de mercado.

Las fallas de mercado están fundadas en la teoría neoclásica. Según el fundamento de Arrow (1959) y Nelson (1962), los mercados pueden fallar en operar eficientemente por

una variedad de razones. Entre estas podemos encontrar a las externalidades, la información asimétrica, deficiencias institucionales, fallas de coordinación (BIS; 2011) que se mencionan a continuación.

- **Externalidades:** El problema más común relacionado a la innovación radica en la producción de información y conocimiento. Las externalidades pueden resolverse por medio de la creación de derechos de propiedad adecuados que puedan ser comercializados y por la creación de nuevos mercados. Un ejemplo para contrarrestar el problema de la doble externalidad y opción por lo cual muchas empresas han optado, son las eco-patentes y la creación del mercado de Bonos de Carbono.
- **Información asimétrica:** ocurre como un problema sobre todo en mercados financieros. Así, proveedores financieros pueden carecer de toda la información disponible sobre las características de innovación y de las posibilidades de éxito. Existe mucha información que podría evitar que las empresas inviertan en cierta innovación sobre todo cuando existen tiempos muy largos de obtención de retornos. En el caso de los productos y servicios eco-innovadores, es común que los consumidores/usuarios no están conscientes de todos los beneficios de este tipo de bienes, pero tampoco de aquello que deben esperar como mínimo para que cumplan con las características de sustentabilidad. La existencia del *green washing*[7] es precisamente una falta de información (a propósito o no) otorgada por proveedores de estos productos/servicios.
- **Deficiencias institucionales:** ocurren cuando las reglas existentes inhiben o evitan la inversión dirigida a la innovación. Derechos de propiedad inadecuados, regulaciones, regímenes de competencia con altos costos de entrada o de transición hacia nuevas tecnologías, marcos de gobernanza inapropiados o sistemas financieros inadecuados pueden crear barreras específicas para innovar.
- **Fallas de coordinación:** ocurren cuando un sistema de innovación carece de una organización apropiada para colectar, compartir y analizar información relacionada a las oportunidades de innovación. Por ejemplo, en los mercados de alta tecnología,

[7] Cuando una empresa u organización gasta más tiempo y dinero en alegar que es "verde" a través de la publicidad más que realmente en la implementación de prácticas de negocios que minimicen el impacto ambiental

existe una frecuente necesidad de crear nuevos vínculos que vayan desde la investigación y a lo largo de toda la cadena de suministro. Estas fallas se destacan en un enfoque de sistema para la innovación, donde pueden tomar forma de fallas de sistema.

Las fallas de sistema son fundadas en un enfoque evolutivo. La literatura menciona que existen impedimentos (barreras) que frenan el correcto desempeño de los sistemas de innovación, las que se conoce como debilidades que podrían desencadenar en "fallas de sistema" es decir, pueden desarrollarse de manera debilitada (Carlsson y Jacobsson; 1997). Cabe mencionar que este enfoque sistémico para la innovación, hace énfasis en la naturaleza y en el buen funcionamiento de los vínculos entre los componentes del sistema de innovación. En este enfoque evolutivo, la asimetría de información no es visto como una falla sino como algo "esencial para proveer novedad y variedad" (Chaminade y Edquist; 2006).

El fortalecimiento de estas complejas interdependencias es uno de los mayores desafíos de la política, por lo tanto, el gobierno tiene un rol fundamental en el tratamiento de las fallas de sistema. Los vínculos pueden ser económicos, de transmisión de conocimiento, uso conjunto de infraestructuras, entre otros; sin embargo, las conexiones no pueden ser especificadas por adelantado, para ello es necesaria la investigación empírica para descubrirlas. Algo muy importante de estas conexiones es el "tamaño" de las interacciones ya que en el número y en la medida en la que interactúen los agentes de una red se determinará la importancia de la conexión y el balance entre los componentes de dicha red.

Chaminade y Edquist (2006) justifican la intervención pública debido a la existencia de problemas sistémicos, los cuales se definen como "un problema que no es espontáneamente resuelto por las fuerzas de mercado y los actores". Es así que, los tomadores de decisiones deben adaptarse a los cambios en el sistema y a los problemas que se vayan presentando. Finalmente, concluyen que la intervención pública trae consigo dos importantes temas, primero que es necesaria cuando la incertidumbre y el riesgo son muy altos y los actores privados no encuentran incentivos para invertir en algo nuevo; y segundo, que la política debe ser selectiva y estar enfocada en productos específicos, actividades y capacidades

tecnológicas que mejor lleven a cabo los objetivos del gobierno ya sean estos económicos, sociales, ambientales y demás.

Algo que argumentan Norgren y Hauknes (1999) es que los "tomadores de decisiones necesitan ejecutar decisiones básicas entre fortalecer los sistemas existentes y facilitar la creación de nuevos sistemas". Esto es de gran importancia para transformar los sistemas actuales e incentivar la creación de nuevos sectores y nuevas tecnologías. De acuerdo a este argumento, refiriéndose al sector energético de México, se podría mejorar la infraestructura actual, además de fortalecer y difundir las tecnologías ya existentes y, por otra parte, incentivar nuevas tecnologías relacionadas a las energías renovables.

Un sistema de innovación, el cual tiene sus bases en la teoría evolutiva, tiene la función de apoyar a la innovación a conseguir sus objetivos durante todo su proceso debido a la variedad de actores que intervienen en él. Sin embargo, hay que mencionar que a pesar de que este enfoque de sistema de innovación ha tenido gran aceptación entre un gran número de investigadores académicos e incluso de organizaciones internacionales de gran relevancia como la OCDE, ha sido muy criticado "por no proveer las suficientes directrices prácticas para los tomadores de decisiones" (Edquist, 2004; Klein Woolthuis et al, 2005). Esta necesidad pone en evidencia la necesidad de un enfoque analítico que permita identificar qué factores están teniendo impacto en el desempeño del sistema de innovación[8].

En este sentido, Klein Woolthuis et al (2005) plantean una estrategia para que los tomadores de decisiones puedan diseñar, analizar y evaluar las políticas de innovación. Por supuesto, está basado en la existencia de fallas de sistema las cuales fueron clasificadas por varios autores como las siguientes (Carlsson y Jacobsson, 1997; Smith, 1997; Malerba, 1997; Johnson and Gregersen, 1994 y Edquist et al, 1998):

1. **Fallas de infraestructura:** Se refieren a la infraestructura física en relación a la innovación. Pueden ser de dos tipos:
    - Comunicación y energía (TICs, banda ancha, teléfono, suministro de energía, etc.).

[8] En este sentido, Jacobson (2008) propuso un esquema para analizar los sistemas de innovación tecnológicos, el cual podría ser usado "por investigadores así como por los tomadores de decisiones, para analizar sistemas de innovación específicos con el fin de identificar temas de políticas y establecer objetivos de política".

- Ciencia y tecnología (conocimiento y habilidades científicas y aplicadas, posibilidades de transferencia de conocimiento, patentes, capacitación, educación, transporte, laboratorios, parques científicos, etc.).

2. **Fallas institucionales:**

- **Fuertes** (escritas y formales)**:** estándares técnicos, ley de trabajo, reglas de manejo de riesgos, regulaciones de salud y seguridad, etc. y el sistema legal general relacionado a contratos, empleo, derechos de propiedad intelectual.
- **Débiles** (informales, que evolucionaron espontáneamente y pueden ser las reglas del juego implícitas): contexto de cultura política y valores sociales, ambiente de política macroeconómica y la forma en que se hacen los negocios (espíritu empresarial dentro de organizaciones, industrias, regiones o países, aversión al riesgo, confianza).

3. **Fallas de interacción:** relaciones de interacción y cooperación entre los actores del sistema de innovación, no sólo de empresas con empresas sino con el gobierno, institutos públicos de conocimiento y terceros tales como consultores especializados, pueden ser:

- **Fuertes:** actores individuales son guiados por otros actores en la dirección equivocada y consecuentemente fallan en cuanto a la provisión del conocimiento requerido entre ellos, se da por falta de intercambio de información con actores que hacen el papel de puente. Se pueden dar debido a tres causas: orientación interna (enfoque en sí mismo y en lo que se hace bien, no se presta atención al exterior), falta de lazos débiles (puentes hacia personas desconocidas) y dependencia en socios dominantes (habilidad de los socios para cambiar a socios alternativos o formas de hacer las cosas).
- **Débiles:** las posibilidades de aprendizaje interactivo e innovación son sub utilizadas y las empresas podrían fallar en la adaptación de nuevos desarrollos tecnológicos, debido a la falta de visión existente (efectos de *lock-in*).

4. **Fallas de capacidades:** Falta de competencias, recursos, flexibilidad, potencial de aprendizaje, para dar el salto hacia un nuevo paradigma tecnológico, adaptarse a las demandas del mercado y ser capaces de sobrevivir (también llamadas fallas de aprendizaje o de transición).

Estas fallas que se identifican varían de un autor a otro y utilizan un nombre diferente para dirigirse a ellos. Esa es una de las carencias fundamentales que se halla en la literatura lo cual dificulta la labor de diferenciar entre una falla y otra. Sin embargo, Klein Woolthuis et al (2005) se centraron en distinguir a los actores, de las reglas y fallas de sistema con el fin de que los tomadores de decisiones puedan tomar parte e interactuar en el proceso de diseño, implementación y evaluación de políticas. Esto, lo hace mediante un marco que le permite principalmente realizar tres actividades: analizar las fallas de sistema, justificar las elecciones de política y evaluar la política pública actual. Aunque esta propuesta no es la panacea para combatir estas fallas existentes, es una herramienta de soporte para los tomadores de decisiones (Ver cuadro 1.3.1).

Cuadro 1.3.1 Marco de política del SI

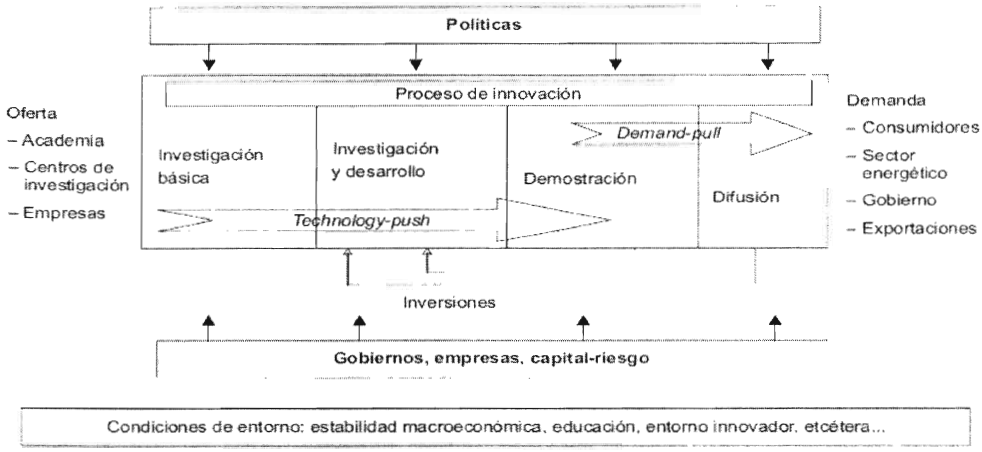
Actores / **Reglas (fallas de sistema)**	**Demanda** -Consumidores -Grandes compradores	**Empresas** -Grandes -Multinacionales -Pymes -*Start-ups*	**Institutos de Conocimiento** -Universidades -Institutos de tecnología	**Terceros** -Bancos, CR -Intermediarios, consultores -Organizaciones del sector, empresarios
Infraestructura				
Institucionales				
Interacción				
Capacidades				

Fuente: KleinWoolthuis et al (2005)

Es a partir de este enfoque que se analizarán los actores que intervienen en el proceso de eco-innovación, con el fin de detectar las respectivas fallas del sistema y a partir de ello, realizar una propuesta para mejorar las debilidades que estén entorpeciendo el correcto funcionamiento de un sistema de innovación hacia la eco-innovación en el sector energético mexicano. Cabe destacar que, tanto en el proceso de eco-innovación, como en el de las innovaciones tradicionales, la política juega un rol fundamental al tener como objetivo

lograr una adecuada sincronía entre las partes involucradas para el buen funcionamiento del sistema de innovación (ver figura 1.3.2).

Figura 1.3.2 Funcionamiento de un sistema de innovación



Fuente: Del Río (2011)

Todo este proceso mostrado en la figura 1.3.2 es complejo, dada la presencia de obstáculos que pueden estar presentes a todo nivel y en todas las fases del proceso. Es por esto que una forma de minimizarlos es que los componentes del sistema persigan los mismos objetivos, lo cual es una parte fundamental en el proceso de eco-innovación. Un enfoque de sistema estable sugiere que la identificación de las fallas ya sean de coordinación, diseño de instrumentos de política para vencerlos y desarrollo de agentes, son una base muy importante para la intervención pública y en la toma de decisiones. Es por ello, que dentro de un sistema de eco-innovación en el cual el papel del avance tecnológico juega un rol fundamental, no puede dejarse de lado la política pública. Esto, dado que varios de los agentes que intervienen están bajo la dirección del gobierno quien es el agente que finalmente tiene el control sobre las naciones.

1.4 Relación medio ambiente, energía e innovación: Enfoque sistémico

El tema medio ambiental y energético pareciera haberse tornado relevante en las últimas décadas debido a los efectos que ha producido el cambio climático sobre los recursos naturales. Sin embargo, existen otros factores igual o más relevantes como lo son: 1. La total dependencia del petróleo y la incertidumbre sobre un suministro futuro suficiente y barato, y 2. Los problemas de abastecimiento y consumo, especialmente conjuntando la densidad poblacional y la edad de los sistemas centralizados de generación, distribución y transmisión (lo cual resulta en sistemas altamente ineficientes, en relación a la eficiencia de las nuevas tecnologías y la generación distribuida de energía).

A partir de ello, surgen varias interrogantes en cuanto a la relación que existe entre el medio ambiente y la energía y los efectos que ocasionan en la economía en general y viceversa. Al respecto, se tiene que, desde los años sesenta ya existían varios economistas que comenzaron a "ocuparse de modo sistemático de los impactos de las actividades económicas sobre los ecosistemas, y que la crisis del petróleo despertó un interés inusitado por el estudio de los aspectos energéticos de los procesos económicos" (Aguilera y Alcántara; 1994). Es decir, la preocupación por estos temas no es tan reciente como parece, no obstante aparentemente no se le ha dado la prioridad que amerita.

Una relación fundamental que se hace entre medio ambiente, energía y economía, y cuyos orígenes se pueden observar muy claramente en la literatura, nace desde la visión de la economía ecológica.[9] Esta afinidad surge debido a que se subestimaba el agotamiento del capital natural y se necesitaba alentar a organismos internacionales a incluir el medio ambiente dentro de sus sistemas contables (Costanza et al; 1997). Es por ello, que esta rama de la economía nace no basada solamente en supuestos sino más bien en el consenso de los agentes que buscan implementar políticas económicas y ambientales que intenten incluir al medio ambiente dentro del contexto económico. Tal y como indican estos mismos autores, una forma de ejemplificarlo es dar a conocer que los economistas ecológicos están extendiendo sus balances de materiales y los paradigmas energéticos ecológicos, hacia la

[9] Nació durante los años 80 entre un grupo de académicos que se dieron cuenta que las mejoras en la política y la gestión ambiental y la protección del bienestar de las generaciones futuras, dependen de tratar estos temas juntos

parte económica "aplicando conceptos desde la economía para un mejor entendimiento de la naturaleza de la biodiversidad y argumentando desde la teoría biológica cómo los sistemas naturales y sociales han co-evolucionado juntos que ninguno puede ser entendido lejos del otro" (*Ibid*).

Ahora bien, hay que definir qué se entiende por sistema desde la visión de la economía ecológica. De Greene (1973) lo define como "un conjunto de integrantes o elementos en interacción activa organizada como una entidad limitada, para lograr un conjunto común u objetivo que transciende al de los integrantes aislados". De ahí que existe una diferencia abismal en relación a la economía ortodoxa la cual analiza al elemento humano como un único agente aislado que no interactúa con otros. Por contraparte, los sistemas están dados por los flujos y la retroalimentación por lo que necesitan estar en constante interacción con el exterior lo que los vuelve sistemas abiertos y no aislados.

Al respecto de la actividad económica, esta ha sido tradicionalmente representada como un flujo circular de dinero en el que intervienen familias y empresas (modelo ortodoxo), ignorando toralmente los aspectos físicos de esta actividad. Es decir, hablando en lenguaje de la termodinámica, esto es que el flujo de dinero no está siendo representado por alguna fuente externa de energía. Por otra parte el modelo termodinámico, consta de un flujo de materia la cual "es tomada del medio ambiente, empleada en la producción y el consumo y luego devuelta al medio ambiente como residuo" (Jacobs; 1996). De aquí surge un vínculo totalmente renovado entre economía y medio ambiente.

En este nuevo modelo el objetivo primordial es minimizar la generación de residuos y reducir los volúmenes de materia y energía utilizados en la actividad económica. Otra forma es devolverle a la naturaleza el dióxido de carbono, se da a partir de la energía solar permitiendo la descomposición orgánica y con el uso de tecnologías de recolección lo cual es de por si un gran reto en la actualidad. Es decir, que el "uso de energía para extraer y procesar recursos no solo dejará de ser una causa primordial de contaminación" sino que además su reciclaje será racional, lo cual denota una perspectiva medio ambiental. Es de esta manera que este esquema económico es muy realizable (Jacobs; 1996). Para ello, la intervención de nuevas fuentes continuas de energía es la solución para que se rompa el círculo vicioso de "entropía económica".

Siguiendo el enfoque de la coevolución que mencionaba Costanza (1997), se tiene que "en la medida que el sistema socioeconómico modifica los sistemas biológicos, se ve obligado a su vez a adaptar el primero a los cambios introducidos en el segundo de manera que sea capaz de comprender los efectos de las modificaciones sobre los ecosistemas" (Aguilera y Alcántara; 1994); por lo tanto se puede inferir que tanto los sistemas socioeconómicos como biológicos –en donde entra el medio ambiente- funcionan en forma de mecanismos de engranaje ya que al moverse el primero, enseguida hay cambios en el segundo. Esto es a lo que Naredo (1992) llamó "enfoque ecointegrador".

Siguiendo estos términos, se entiende que al hablar de una crisis ecológica se habla también de una crisis económica. Jacobs (1996) define a una crisis ecológica como "el resultado de la reducción de la abundancia del medio ambiente natural". Y a la vez entiende al medio ambiente como todo un "sistema" que nos rodea, lo cual se conoce como biosfera e incluye el agua, suelos, atmósfera, flora, fauna y la energía procedente del sol. Esta biosfera tiene funciones específicas que apoyan la actividad económica humana, estas son tres: proporcionar recursos (no renovables, renovables, continuos); asimilar nuestros residuos y brindar servicios medioambientales.

Estas reducciones de la abundancia del medio ambiente natural de las que hablaba Jacobs (1996), se dan entre otras cosas debido al alto porcentaje de residuos generados gracias a las actividades industriales, y al "agotamiento de la capacidad medioambiental de absorción de los residuos", es decir no solamente se está contaminando sino que se está mermando la capacidad natural del medio ambiente a absorber dióxido de carbono. Este ejemplo arroja una relación muy clara entre medio ambiente y economía debido a que la incapacidad de absorción de ciertas sustancias, disminuirá la capacidad de renovación de los recursos naturales debido a las condiciones climáticas que podrían afectar la capacidad de producción de la tierra, esto es un proceso cíclico y por lo tanto habría una escasez mundial de materias primas.

Respecto a esta relación y de manera adicional, Georgescu-Roegen (1971) argumenta que "todos los procesos económicos implican el uso de energía y la segunda ley de la termodinámica, la entropía". La primera, indica que la materia y la energía no se crean ni se destruyen, en este sentido Jacobs (1996) menciona que todo lo que sucedes es "la

transformación de materiales y energía de un estado a otro", en otras palabras los insumos se convierten residuos. Por lo tanto, toda la energía que se usa en la producción, tendrá que salir de alguna manera. La segunda, puede entenderse como la "falta de disponibilidad de materia o energía".

En términos de la actividad económica, este puede ser considerado un proceso mediante el cual los "materiales de baja entropía se convierten en materiales de alta entropía" (Jacobs; 1996). Y es esta actividad circular la que existe gracias a los servicios medioambientales que dan soporte a la vida. Por otra parte, esta relación no es del todo inocua ya que llevan consigo impactos como la contaminación, y de hecho, la economía podría disminuir estos impactos. Sin embargo, según la ley de la entropía, esto sólo es posible si se aplica energía adicional, lo cual implicaría la búsqueda de un impacto menor, esto sería, que la energía no provenga de combustibles fósiles a fin de no volver al mismo círculo vicioso.

No obstante, a pesar de existir esta estrecha relación no significa que los sistemas marchen de modo adecuado, por lo tanto habrá un mal desempeño del sistema económico en general. De aquí nace la necesidad de tener la capacidad de comprender estas fallas para poder adaptarlas de manera que no afecten a todo el sistema en general. Para ello es necesario "crear nuevas instituciones, reglas o normas sociales de comportamiento" (Aguilera y Alcántara; 1994) que estimulen las reformas necesarias y correctas al sistema actual en busca de un mejor funcionamiento.

Esta afirmación es la continuación de la propuesta de Kapp (1976) quien señalaba la importancia de encontrar un enfoque sistémico multidimensional, multidisciplinario e integrativo que permita "manejar las interrelaciones dinámicas entre los sistemas económicos y el conjunto total de los sistemas físico y social y, todo el sistema compuesto de relaciones estructurales". Ya que la ecología nos muestra que "el hombre no usa los recursos naturales de manera aislada" (Toledo; 1985) sino que utiliza eco-sistemas, los cuales son partes del sistema económico, por lo que un cambio en uno está directamente relacionado con un cambio en el otro.

Esta analogía proveniente de la economía ecológica se articula perfectamente con los supuestos que manejan los sistemas de innovación. Esto se da debido a que en los procesos

de innovación intervienen varios agentes que interactúan entre sí y que no están aislados a su entorno sino que más bien se complementan y se retroalimentan de los demás. Las decisiones individuales que se toman en un sistema de innovación, finalmente afectan a todo el sistema debido a que al igual que en el enfoque sistémico de la economía ecológica, si se mueve un elemento, los demás también lo hacen a través de las redes y vínculos existentes. Por otra parte, otra similitud que existe, es que los sistemas de innovación también tienen sus bases en la biología (aprendizaje, interacción, adaptación al cambio) de ahí que se mencionen estas similitudes con el fin de comprender la lógica de esta investigación.

Conocer esta perspectiva, aclara la visión de la relación existente entre el medio ambiente y la energía dentro del ciclo económico, lo cual acentúa la relevancia de discutir estos temas que en aunque en el pasado eran tratados como muy lejanos, en la actualidad se los toma en cuenta de manera muy estrecha, y por qué no decir que complementaria, ya que sus impactos finalmente se ven reflejados en el sistema económico. Adicionalmente, algo que sí queda muy esclarecido es que los enfoques sistémicos de la innovación y de la economía ecológica, resaltan la necesidad de políticas que corrijan las fallas (sistémicas) que de manera natural posee todo sistema. Es por ello que en los siguientes tres apartados de este capítulo se aborda el tema de la política ambiental, energética y de innovación en México, ya que son un insumo indispensable para tener un sistema de innovación que promueva la eco-innovación en el sector energético.

A manera de síntesis los temas teóricos tratados en este capítulo y los cuales darán pauta para el análisis final, se puede mencionar que la innovación y el medio ambiente a pesar de tener orígenes y fines distintos pueden juntarse en bienestar de la sociedad, la economía y del medio ambiente, lo cual se llama enfoque de sustentabilidad. Por otra parte, se concluye que la eco-innovación es un proceso dinámico, al igual que la innovaciones tradicionales, por lo tanto está influenciado por la relación entre varios agentes y la interacción que existe entre ellos. De aquí es donde nace la necesidad de tener un enfoque de sistema de innovación lo cual como se vio en este capítulo, resulta idóneo para comprender los vínculos.

CAPITULO II. FUNDAMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL, ENERGÉTICA E INNOVACIÓN

En este segundo capítulo se presentan tres temas principales. En el primer apartado se presenta la cronología y estructura de la legislación ambiental mexicana, aquí se mencionan las tendencias y la orientación de las políticas ambientales a lo largo del tiempo. En el segundo apartado se aborda a la política energética mexicana, su marco constitucional, legal, regulatorio y la tendencia que ha tenido la política a través de la historia. Finalmente en el apartado tres, se presenta la cronología de la política de innovación en México y su relación con los enfoques generacionales a través del tiempo.

2.1 Política Ambiental Mexicana: Principios y Etapas

Según Meny y Thoeing (1992) una política pública es "el resultado de la actividad de una autoridad investida de poder público y de legitimidad gubernamental". Desde el punto de vista analítico, las políticas son un conjunto de prácticas y normas que provienen de los actores públicos. Las políticas públicas a menudo se presentan como programas de acción gubernamentales en sectores específicos de la sociedad, por ejemplo, salud, vivienda, energía, medio ambiente, entre otros; y tienen por lo general, cinco características: un contenido, un programa, una orientación, un factor de coerción y una competencia social.

En relación a esta definición con el medio ambiente y dada la preocupación mundial de la relación del hombre con la naturaleza y los impactos del primero sobre la segunda, se han promulgado varios protocolos y acuerdos internacionales relacionados al tema como: cambio climático, diversidad biológica, protección de la capa de ozono, gestión de la tecnología, manejo del agua, entre otros. Como lo mencionan Carrillo y Hernández (2010), estos acuerdos, más allá de comprender una relación actividad humana-naturaleza, implican un "compromiso político de cooperar en materia de desarrollo y medio ambiente".

Es significativo mencionar que la participación de México en estos acuerdos ha sido activa, lo cual le permite tener una visión internacional en relación al tema ambiental. Esto, sumado a que ha tenido una activa participación en foros relacionados a la temática, lo cual se ve reflejado en lo que dice la Secretaría de Relaciones Exteriores de México, la cual menciona que el país ha firmado aproximadamente 80 tratados (bilaterales, multilaterales y

regionales) relacionados a temas de medio ambiente en general[10]. En este sentido, podemos mencionar que México fue uno de los primeros en firmar el Protocolo de Montreal en 1987 y lo ratificó en el año 1988[11]. El compromiso adquirido con este tratado, fue impulsar las tecnologías limpias y la transferencia de tecnología en conjunto con otros países en desarrollo. Por otra parte, en relación al Protocolo de Kyoto, fue firmado por México en 1992 y lo ratificó en el año 1993, bajo el nombre Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su tercera conferencia en 1997 fue firmado y el año 2000 ratificado ya con el nombre de Protocolo de Kyoto[12].

El interés de México en el tema ambiente también se puede corroborar en su participación activa en cuanto a proteger la capa de ozono. Es así, que en el *Protocolo de Montreal* en el cual, sin tener la obligación de comprometerse a las reducciones de sustancias fue el pionero (IV Reunión del Protocolo 1995) en presentar un cronograma de reducción del 10% para el año 2000, 10 años antes que el resto de los países en desarrollo[13]. Es por esto, que México se ha distinguido como uno de los países con mejor desempeño dentro de dicho protocolo. Por otra parte, en relación al tema de desarrollo sustentable, se destaca que México se unió a los lineamientos de la Agenda 21 para varios sectores: agricultura, biodiversidad, energía, atmósfera, desertificación y sequías, bosques, manejo de tierra, del agua, montañas, océanos y costas, químicos tóxicos y desperdicios.

Hay que destacar que en general los acuerdos establecidos no han sido cumplidos a cabalidad y existe la crítica de que la participación en estos se ha dado más bien por una postura de política exterior, donde los países en desarrollo buscan alinearse con los desarrollados más por esquemas económicos proteccionistas que por adoptar un esquema ambiental. Por otro lado, a pesar de la existencia de estos tratados, las políticas ambientales actuales se centran en minimizar el daño al medio ambiente, basándose en dos puntos principales: protección ambiental y gestión de los recursos (Carrillo y Hernández; 2010).

---

[10] Fuente: www.sre.gob.mx/tratados/

[11] Fuente: www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/ProtocolodeMontreal.aspx

[12] A finales del 2012, los precios de los bonos de carbono cayeron debido a un descenso de la demanda. En la actualidad, existen iniciativas de mercados voluntarios de los cuales, México participa en los mecanismos conocidos como NAMAs.

[13] Cabe destacar que se hace la diferenciación de los países en desarrollo y los desarrollados y en base a eso asumen compromisos dentro del protocolo con una diferencia de 10 años

Esto muestra que existen debilidades en el enfoque de las políticas ya que estos dos puntos dejan de lado muchas necesidades que giran en torno a la cuestión ambiental en nuestros días. Una de ellas, es la necesidad del desarrollo de tecnologías que incluyan tanto la parte ambiental como la tecnológica e innovadora. Por otra parte, una situación particular no solamente en México sino en los países en vías de desarrollo en general, es que destinan un presupuesto muy limitado a los rubros relacionados al medio ambiente y a la innovación tecnológica. Esto, entre otras cosas; se debe a que se le da prioridad al financiamiento de acciones que den atención a los problemas sociales y económicos que aquejan a estas sociedades como salud, educación, vivienda, protección social, entre otros, lo cual merma la posibilidad de dedicar recursos a la creación de capacidades tanto físicas como cognitivas. Sin embargo, ya en algunos países se están haciendo esfuerzos a través de la implementación de programas, fondos financieros y varios otros instrumentos que fomentan una participación mayor en el sector ambiental.

Los principios ambientales que de manera general, han regido a nivel internacional son seis, varios de ellos "han tenido cabida en la normatividad mexicana" (Godínez; 2007).

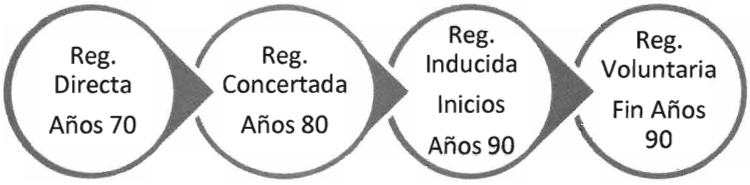
- Principio de desarrollo sostenible (LGEEPA[14] art. 3, fracción XI)
- Principio de "el que contamina paga" (LGEEPA art. 15, fracción IV; LAN[15] art. 14 bis 5, fracción XVII y 13 bis 3)
- Principio precautorio (LBOGM[16] art.9 fracción 4; LGEEPA art. 15, fracción VI)
- Principio de soberanía sobre los recursos naturales y la obligación de no causar daño ambiental a otros Estados o áreas fuera de la jurisdicción nacional (LGEEPA art. 15, fracción VII)
- Principio de cooperación ambiental (CPEUM, art. 89, fracción X)
- Principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas (no está expreso en la legislación mexicana pero está establecido en varios tratados internacionales)

A pesar de ser estos los ejes rectores o principios de la política ambiental internacional, su aplicación y adaptación, dependen tanto del contexto social, como cultural y económico en

[14] Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (publicada en 1988 y modificada en 1996)
[15] Ley de Aguas Nacionales (publicada en 1992 y modificada en el 2004)
[16] Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (publicada en el 2005)

el que se desenvuelve el país. Por otra parte, aunque estos principios son muy significativos, no son un requisito indispensable para aplicarlos (Godínez; 2007). En cuanto a las orientaciones de la política ambiental, en el caso de la mexicana, esta ha mantenido las mismas tendencias que la política ambiental internacional entre las cuales se distinguen etapas bien definidas: la de regulación directa, de regulación concertada, de regulación inducida y finalmente la voluntaria (Carrillo y Hernández; 2010) (ver figura 2.1.1).

Figura 2.1.1 Etapas de la política ambiental mexicana



Fuente: Elaboración propia en base a (Carrillo y Hernández; 2010)

La aparición de una nueva orientación no descarta a las anteriores, esto significa que si hoy en día estamos en la fase de regulación voluntaria, no quiere decir que no tenga elementos de regulación directa, como el control a las emisiones de CO_2, vertidos de aguas residuales, y otros que, aunque siguen persistiendo, no existe la capacidad de monitorear su correcto funcionamiento. Entre los problemas que ha presentado la política ambiental mexicana es que sus enfoques se crearon a partir de los problemas urgentes del momento y no incluyeron una solución integral que beneficie tanto al ambiente como a las empresas que adoptaban esos esquemas. Se usaron soluciones como las de "final del tubo" que, como su nombre lo expresa, contrarresta los efectos ya al final y no de manera integral desde el inicio de los procesos. Estas medidas sólo resultaron en costos más altos y menos efectividad.

En la actualidad, se enfatiza en la búsqueda de medidas de prevención más que de corrección y en el vínculo de las empresas con este proceso, a través de dirigir sus inversiones hacia esta dinámica, cuyos beneficios a largo plazo darán fruto tanto en el ámbito económico como ambiental. La prevención, en contraste con la corrección, ataca a las causas y no al efecto de contaminar, ya que busca evitarlo y no remediarlo; ambos

enfoques son totalmente opuestos, sin embargo, podrían complementarse. La cuestión de hoy es buscar soluciones integrales que tengan mayor amplitud y no sólo en una parte de los procesos.

En general, se ha identificado que la política ambiental a lo largo de los años, ha seguido tendencias internacionales, es decir, ha mantenido como eje rector los fundamentos de la economía neoclásica (economía ambiental) la cual prioriza temas de maximización de beneficios económicos dejando de lado el problema principal: el impacto sobre el medio ambiente. Es por esta razón, que se ha detectado la necesidad de incorporar la visión sistémica puesto que resulta más compatible con la propuesta de lograr un sistema de innovación que incluya una política con enfoque integral, en este caso la Eco-innovación. Conocer esta información sobre la política ambiental, servirá como complemento para la política energética que se tratará en el apartado sucesivo.

2.2 Política Energética: Marco Legal, Cronología y Estructura del Sector

> *"Toda política energética persigue objetivos generales y específicos; los primeros están asociados a las preocupaciones de desarrollo nacional y humano; los segundos, a los problemas que aparecen a lo largo de las cadenas de suministro" (Sheinbaum et al; 1999)*

El marco legal y regulatorio del sector energético en México, se deriva de la Constitución Política en sus artículos 25, 27 y 28 (marco constitucional). Sin embargo, este marco ha sufrido varias modificaciones, la última fue en el año 2008 cuando se reformaron varias leyes ya existentes y se expidieron otras nuevas. Se puede decir que los principios contenidos en la constitución política aluden a los siguientes ordenamientos legales[17] los cuales cuentan con un arreglo institucional desde el punto de vista económico.

[17] Fuente: Cámara de Diputados (www.diputados.gob.mx) y Comisión Reguladora de Energía (www.cre.gob.mx) consultadas el 02 de junio del 2012

- Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo (LR27 expedida en 1958; reformada en 2008)
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE expedida en 1975; reformada en 2012)
- Ley de la Comisión Reguladora de Energía (CRE expedida en 1995; reformada en 2008)
- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE expedida en 2008; reformada en 2012)

A partir de estas leyes se derivan varios otros reglamentos enfocados en sectores específicos por ejemplo: Gas Natural, Servicio Público, Energías Renovables, entre otros. En general, el marco jurídico básico del sector energético está constituido por las siguientes leyes, reglamentos y decretos (ver Cuadro 2.2.1).

Cuadro 2.2.1 Leyes, reglamentos, decretos y acuerdos del Sector Energético

LEYES	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal
	Ley de la Comisión Reguladora de Energía
	Ley de la Comisión Nacional de Hidrocarburos
REGLAMENTOS	Reglamento Interior de la Secretaría de Energía
	Reglamento Interior de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
	Reglamento Interno de la Comisión Nacional de Hidrocarburos
	Reglas de funcionamiento del Consejo Nacional de Energía
DECRETOS	Decreto por el que se aprueba el Programa Sectorial de Energía 2007-2012
	Decreto por el que se crea la Comisión Reguladora de Energía como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, Minas e Industria
	Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía
ACUERDOS	Acuerdo por el que se establecen los Lineamientos para la emisión del dictamen a que hace referencia el artículo 193 A del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria sobre los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo del Sector Energía

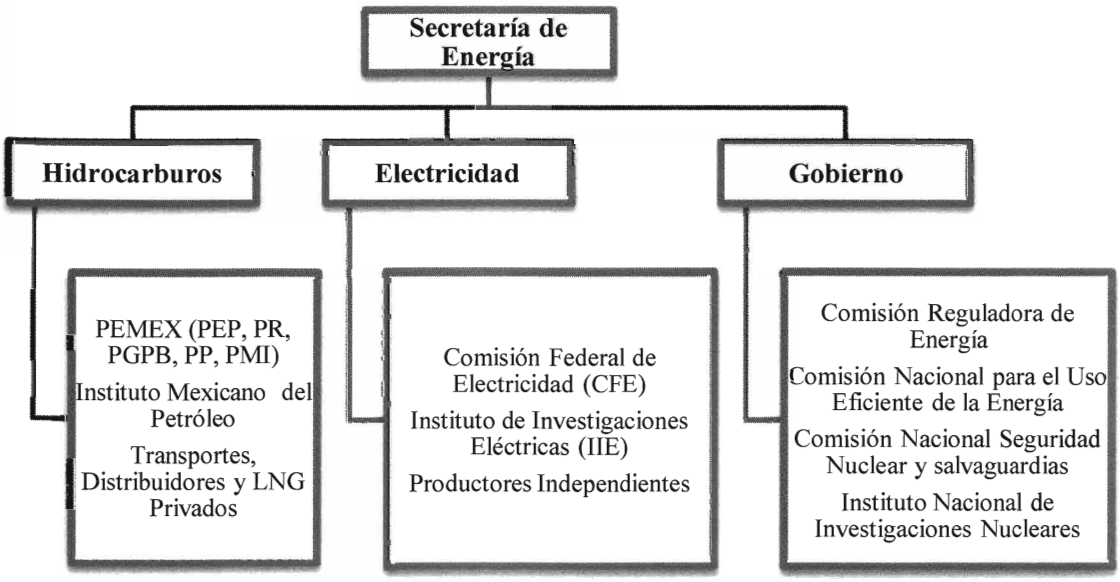
Fuente: Sener (www.energia.gob.mx)

El sector energético encabezado por la Secretaría de Energía, está dividido en tres áreas o subsectores: hidrocarburos, electricidad y gobierno, las cuales son parte de un sector central o paraestatal (ver figura 2.2.1). El subsector **hidrocarburos** lo encabeza la empresa Petróleos Mexicanos (PEMEX) que a su vez está conformada por cinco subsidiarias:

exploración y producción (PEP), refinación (PR), gas y petroquímica (PGPB), petroquímica (PPQ) e internacional (PMI) y por y el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) el cual es una entidad paraestatal que da apoyo tecnológica a PEMEX. Adicionalmente, se incluye en esta parte a los distribuidores, transportes y Gas Natural Licuado (LNG[18]) privados.

El subsector **electricidad** tiene como entidad principal a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y es la que genera casi el 100% de la energía eléctrica del país. CFE distribuía el 75% de la electricidad hasta que la Compañía Luz Fuerza y Centro (LFC) que distribuía el 25% restante (en el centro del país), desapareció. Actualmente es CFE quien cuenta con el 100% de la distribución de la electricidad. El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) da apoyo a CFE, PEMEX y otras entidades públicas y privadas. Aquí también se consideran a los productores independientes.

Figura 2.2.1 Estructura Organizativa del Sector Energético Mexicano



Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENER

El subsector *gobierno* está conformado por tres entidades que de diferentes maneras promueven al sector. Entre ellas encontramos a La Comisión Reguladora de Energía

[18] Liquefied Natural Gas

(CRE), la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)[19] y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS). Adicional a este grupo se encuentra el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) el cual está encargado de realizar investigación y desarrollo científico- tecnológico en el área de aplicaciones de la energía nuclear.

A lo largo de la historia, ha sido notable la ausencia de una política energética bien "definida y coherente", y esto no fue sólo una característica de México, sino a nivel internacional. Es así como, entre los años treinta y setenta la política tuvo como estrategia principal asegurar al país la autosuficiencia, el control de los recursos energéticos y su industrialización y distribución, en especial del petróleo y la energía hidroeléctrica que se consideraban primordiales para el proceso de industrialización en los años treinta (Wionczek; 1982). Y es entonces, en el año 1933, cuando se propone una iniciativa de ley para la creación de la CFE, la cual entró en vigor en 1937 como una respuesta a la política de cambio estructural de la presidencia de esa época. Y fue así como el sector energético, -incluido el petróleo y la electricidad- junto con la banca de desarrollo, apoyaron el programa de industrialización nacional (Reyes; 1999).

En la década de los años sesenta se nacionalizó la industria eléctrica y se añadió el artículo 27 a la constitución. Es a partir de estos años en que la capacidad instalada de la industria entró en un proceso de expansión. El estado adquirió las acciones de las empresas entre ellas LFC y el control del servicio lo adquirió la CFE junto con otras 19 filiales las cuales en los siguientes años continuaron con un "proceso de concentración monopólica" (Rodríguez; 1999).

En aquellos años, no se vio más allá de esos objetivos (industrialización) y fue apenas durante los años 1973-1974 cuando la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) modificó los precios internacionales del petróleo, cuando los países consideraron la necesidad de tener una política energética[20] de largo plazo (Wionczek; 1982). Y es entonces en el año 1975 cuando surge la Ley la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), a través de la cual se unifica el servicio en una sola entidad la CFE que desde ahí

[19] Antes Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE)
[20] No se debe confundir la política petrolera con política energética, la primera es solo una parte de la segunda.

ha estado a cargo de "todas las actividades relacionadas a la generación, conducción, transformación, distribución y venta de energía eléctrica".

A inicio de los años ochenta la existencia de las crisis financieras provocaron "fuertes presiones inflacionarias e inestabilidad cambiaria" (Reyes; 1999). Para hacer frente a estas situaciones de inestabilidad se impulsaron políticas de rehabilitación financiera y fue con este escenario con el cual se empezó a modernizar el sector eléctrico. La política energética en México, desde esta década, ha buscado la solución de los problemas cumpliendo los objetivos del sector energético, basándose en cinco líneas[21] principales de política energética, las cuales derivaron más que de otra cosa, de la integración con América del Norte (Sheinbaum et al; 2009).

A finales de los años ochenta, las políticas energéticas se enfocaron en "la expansión de la oferta de energía y en el desarrollo de los recursos humanos e institucionales necesarios para llevar adelante esas líneas de política". Pese a ello, los altos índices de consumo energético aún estaban basados principalmente en el petróleo, lo cual desencadenó en la creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) en 1989 y el Fideicomiso de Apoyo a los Programas de Ahorro de Energía (FIDE) (CEPAL; 2001). Estos últimos han participado en programas de ahorro energético en los últimos años, con el apoyo de la CFE, PEMEX, sector privado e institutos de investigación.

A partir de los años 1990, la política energética (al igual que la política ambiental), comenzó a evaluarse desde la perspectiva de *desarrollo sustentable* y desde entonces el tema de la energía ha estado presente en los debates sobre este tema. En el año 1992, las reformas a la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica permitieron la producción independiente, la cogeneración y la venta de excedentes de los auto productores y se crearon estímulos fiscales en este sector (CEPAL; 2001). Unos años después, en 1993 surge la Comisión Reguladora de Energía (CRE), con el fin de que se convierta en la máxima autoridad en asuntos energéticos. Sin embargo, las críticas no se hicieron esperar indicando que este organismo no era totalmente independiente sino que dependía aún de la SENER y se encargaría de asuntos relacionados a la privatización.

[21] 1. Cambio de modalidad de coordinación sectorial 2. Promoción del gas natural 3. Concentración de los recursos públicos en la extracción de petróleo crudo 4. Utilización de PEMEX y CFE como instrumentos al servicio de las políticas de estabilidad macroeconómica 5. Búsqueda de la seguridad energética en un ámbito regional

En 1994 se creó la Ley de la Comisión Reguladora de Energía (publicada en 1995) la cual convirtió a la CRE en un organismo descentralizado de la SENER. Esto contribuyó a que la CRE fuera capaz de llevar a cabo un marco regulatorio en los sectores de gas y electricidad[22]. En este año, la devaluación cambiaria llevó a que el gobierno optara por una política restrictiva de la demanda agregada, con lo cual el sector eléctrico se vio afectado en relación a la inversión pública y fue hasta el año 1997 cuando empezó a recuperar el nivel que tenían a inicio de los años noventa.

A finales de esta década, se liberalizó el sector cuando se intentó una reforma constitucional para crear un mercado eléctrico[23] a partir de la privatización de la CFE y LFC, pero la resistencia hizo que se incrementara la generación privada por medio de productores independientes. Como resultado del intento de debilitamiento de las empresas paraestatales, se ha tenido la incapacidad de realizar actividades de investigación y desarrollo propias, incluyendo los recursos humanos capacitados para enfrentar los retos a los que se enfrenta el sector.

Otro problema en cuanto a las finanzas del sector, surge de la carencia de reinversión de los ingresos dentro del mismo, ya que estos fondos son utilizados para "cubrir los hoyos de la evasión fiscal" (Sheinbaum et al; 2009). Por otra parte, la integración que ha habido en el sector, en el que la búsqueda de seguridad energética ha sido el objetivo principal, no ha permitido que el sector se desarrolle de una manera competitiva al interior del país, aprovechando los recursos renovables con los que cuenta; sino que más bien se ha basado en ampliar las exportaciones de crudo hacia Estados Unidos y en la importación de gas natural y derivados del petróleo.

Se puede identificar claramente que las etapas por las que atravesó el sector eléctrico nacional tienen dos nociones claramente distantes, la económica por una parte y por otra la cuestión social. Es así como la industria en su primera fase tuvo una orientación de "maximización de beneficios", dándole prioridad solo a ciertos sectores concentrándose únicamente en la industrialización y dejando de lado a sectores rurales que necesitaban de

[22] http://www.cre.gob.mx/articulo.aspx?id=10

[23] "La creación de un mercado eléctrico es una tarea delicada cuyo resultado práctico no está garantizado. En efecto después de una década de implantación de mercados eléctricos en el mundo, no hay una clara evidencia de su éxito o fracaso. En suma, un mercado eléctrico tiene ventajas potenciales pero no está exento de riesgos" (CEPAL; 2001)

la electrificación. En la segunda fase (a partir de la nacionalización) fue todo lo contrario, se priorizó el lado social dejando aparte la cuestión económica y es así como el Estado pudo beneficiar a más sectores de la sociedad[24] (Reyes; 1999).

La causa principal de los problemas en el sector surgen de una "política energética dolosa" que más que otra cuestión se ha enfocado a saquear financieramente a los organismos públicos creando inestabilidad para así "justificar las reformas de corte neoliberal" (Rodríguez; 2009). Por el contrario, beneficia solo a ciertos grupos de la sociedad lo que deja entrever la falta de compromiso de los gobiernos en la creación de instituciones rígidas que asignen los recursos eficientemente.

Dado lo que sucede en el ámbito internacional, es decir, las políticas de transición energética favorables a las fuentes de energía renovables, la política de energía actual de México, ha incluido entre sus objetivos, asegurar la disponibilidad de energéticos al menor costo y promover el crecimiento y desarrollo económico de las generaciones actuales y futuras. Para ello, hace unos años, se promueve la energía sustentable por medio del incentivo a cambios en el consumo de combustibles más limpios, desarrollo de nuevas tecnologías, programas para el aprovechamiento de nuevas fuentes de energía, ahorro y uso eficiente de los energéticos (SENER; 2001) (ver figura 2.2.2).

Figura 2.2.2 Política de energía en México

Fuente: Elaboración propia en base a SENER (2001)

[24] Esto se dio a través de la política de distorsión de precios, donde el precio de mercado fue menor a los costos de producción.

A manera de resumen se concluye que en México, a pesar de que en la Constitución se define a la electricidad como un área estratégica, las políticas implementadas por los últimos gobiernos, desde 1992, han sido contrarias a este mandato además que se han buscado los mecanismos para actuar en contra de la Constitución, creando legislaciones secundarias. Debido al incentivo del modelo de mercado y del diseño de políticas públicas que lo apoyan y debilitan a los organismos públicos, el sector eléctrico se caracteriza por una constante tensión entre las políticas neoliberales y el mandato constitucional (Vargas; 2010). Por lo tanto, el fortalecimiento institucional es un desafío para la política energética mexicana.

Es por ello que, mientras no exista una política energética integradora que incentive una mayor reinversión de los recursos propios incluyendo los proyectos en I+D y nuevas tecnologías, mayor seguridad energética, menor participación del sector petróleo en las finanzas públicas y una mayor participación en energías renovables las cuales respondan a los objetivos ambientales y sociales planteados en los diversos tratados ambientales en los que participa México y en las agencias internacionales de energía respectivamente; la sustentabilidad en el sector energético se vería mermada, por lo que esto se convierte en un reto primordial para México.

2.3 Política De Innovación: Cronología, Legislación y Taxonomía

En las últimas décadas se ha generado un interés especial en la innovación, por lo cual la creación de políticas que la respalden tanto a nivel macro como a nivel micro es vista hoy en día como un elemento importante para lograr la competitividad y el crecimiento económico de los países. Borrus y Stowsky (1999) señalaron que en la década de los noventa la tasa de retorno en los sectores económicos tradicionales fue del 10%, por contraparte para los de nuevas tecnologías, fue del 30%. Esto es una muestra que se está apostando en gran medida al avance tecnológico. Sin embargo, lograr competitividad y crecimiento económico es un desafío global ya que existen dificultades (fallas en el sistema) que limitan la consecución de dichos fines, es aquí donde entra el rol de las políticas de innovación que faciliten alcanzar los objetivos. Lograr este gran reto,

significará que los actores que intervienen en el proceso de innovación, estarán mejor preparados para "enfrentar las incertidumbres generadas por el actual entorno de competencia global y para adaptarse a las condiciones cambiantes de su entorno" (PNI; 2011).

Las políticas de innovación a lo largo de la historia han pasado a través de cinco generaciones, las cuales están articuladas a los cinco modelos de procesos de innovación. Estos modelos (taxonomía) de Rothwell (1994) son los siguientes:

- Primera generación: Modelo lineal *tecnology push* (1950s). Este modelo que fue el pionero de los procesos de innovación, se basaba en una serie de etapas lineales que iban desde la ciencia básica, diseño e ingeniería, manufactura, mercadeo y terminaba con las ventas (mercado). Aunque en la actualidad este modelo resulta obsoleto, ya que hace énfasis sólo en la investigación básica, en su tiempo fue un buen acercamiento hacia la comprensión del proceso de innovación.
- Segunda generación: Modelo lineal *demand pull* (1960s). Este modelo también compuesto de fases que siguen una estructura lineal, a diferencia del anterior, en sus inicios se enfocaba en la necesidad de los consumidores, es decir que el mercado dirigía hacia donde iban la investigación y desarrollo.
- Tercera generación: Modelo de acoplamiento entre ciencia, tecnología y mercado o modelo interactivo (1970s – 1980s). Este modelo da un mayor giro ya que el proceso de innovación se vuelve interactivo y la oferta y la demanda ya no actúan de manera aislada sino que se van juntando y complementando la una con la otra, existe un proceso de retroalimentación entre las partes, en otras palabras la investigación y desarrollo complementa al mercado.
- Cuarta generación: Modelo integrado (1980s). Este modelo más allá de tener interacción entre el lado de oferta y demanda, añade otras fases al proceso como la I+D y el desarrollo de productos y vuelve al proceso multidisciplinario ya que aquí toma en cuenta la visión de todos los implicados en cada fase, lo que lo vuelve integrador gracias a que puede tener más control. Se le conoce también como modelo mixto.

- Quinta generación: Modelo de integración de sistemas y redes (1990s). Este sistema surge a fines de siglo dada la necesidad de incrementar las alianzas y colaboración que contribuyan a mejorar los procesos de innovación. Este modelo que engloba a los cuatro anteriores es el que está vigente hasta la actualidad. Adicionalmente, desde el año 2003 nació una extensión de esta generación –por decirlo así- llamada el Modelo de Innovación Abierta (*Open Innovation*) el cual sugiere que las empresas pueden comercializar las ideas internas a través de canales externos (y viceversa) con el fin de generar valor para la organización (Chesbrough; 2003).

Estas cinco generaciones pueden ser claramente observadas desde la perspectiva histórica de la legislación en innovación en México (Ver cuadro 2.3.1). Es así que durante la primera y segunda generación (1950s-1960s), las políticas estaban enfocadas en la investigación básica y no tenían aún una especificación definida, hasta ese entonces la legislación que se había creado había hecho énfasis en la creación de academias e institutos científicos.

Cuadro 2.3.1. Legislación de Innovación en México

Año	Legislación	Descripción
1930	Creación de la Academia Nacional de Ciencias	Congregar los científicos del país
1935	Creación del Consejo de Educación Superior y de Investigación Científica	Vincular las instituciones de educación superior y las encargadas de las actividades científicas
1942	Creación de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación (CICIC)	Impulsar la investigación de las ciencias exactas y naturales
1946	Creación del Instituto Nacional de Investigación Científica	Reemplazó a la CICIC. Brindar apoyo con becas de estudios avanzados. Promovió la creación del CONACYT
1970	Creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Responsable de elaborar políticas de ciencia y tecnología en México
1972	Ley sobre Registro de la Transferencia de Tecnología y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas	
1984	Se constituye el Sistema Nacional de Investigadores (SNI)	Estimular y apoyar al capital humano involucrado
1985	Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico	Da origen al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT)
1992	SEP asigna al CONACYT la coordinación del subsector ciencia y tecnología (SEP-	Integrado por 29 centros de investigación. SEP es máxima

	CONACYT)	autoridad en elaborar políticas de ciencia y tecnología
1993	Reforma al art. 3 de la constitución	Es obligación del Estado apoyar las actividades de la investigación científica y de desarrollo tecnológico
1998	Creación de la Red Nacional de Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología (RENACECYT)	Foro civil donde se sugieren iniciativas para promover el desarrollo tecnológico a nivel estatal
1999	Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (LFICyT)	Resultado de la descentralización de las actividades de investigación científica y tecnológica
2002	Ley de Ciencia y Tecnología -Creación del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico -Ley Orgánica del CONACYT -Identificación del CONACYT como director del sector de ciencia y tecnología -Creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT)	Regular los apoyos y mecanismos del Gobierno Federal para el impulso de la investigación científica y tecnológica
2009	Reforma a la Ley de Ciencia y Tecnología	Incorporar a la innovación como eje rector, establecer un marco jurídico para la creación de Unidades de Vinculación y Transferencia de Conocimiento, así como regulaciones para que los investigadores obtengan mayores beneficios de la PI

Fuente: Elaboración propia en base a CESOP (2006)

Durante la tercera generación, se creó el órgano rector de la política de ciencia y tecnología y se creó legislación que hacía énfasis en la transferencia de tecnología, patentes y marcas, lo cual muestra que se empezaba a tener mayor interés tanto en la investigación básica como en el mercado de modo que la primera complementara a la segunda. En la cuarta generación (1980s) y gracias a la creación de legislación que incentivaba la coordinación y promoción del desarrollo tecnológico se establecieron mecanismos que integraran y coordinaran tres esferas importantes para la economía: sector productivo, sector educativo y sector público. Finalmente en la quinta generación (1990s-actualidad) se ve un importante

giro ya que se descentralizan las actividades de ciencia y tecnología y se empiezan a crear redes a través de las unidades de vinculación que apoyen los procesos de innovación.

Conocer estos modelos generacionales y la perspectiva histórica de la política de innovación en México, nos da una pauta para saber que una política de ciencia, tecnología e innovación debe tener como objetivo solucionar problemas económicos, sociales, tecnológicos y hoy en día también ambientales. Es por esta razón que, toda política de CTeI debe incluir estrategias con un enfoque multidisciplinario ya que será la encargada de orientar a los sectores hacia un sistema de innovación integral, colaborando a la resolución de las fallas naturales que posee todo sistema al facilitar la infraestructura, inversión en I+D+i y los flujos de conocimiento y aprendizaje entre los agentes que intervienen en cada una de las actividades relacionadas al proceso innovador.

Figura 2.3.1 Estructura del Sector Ciencia y Tecnología de México

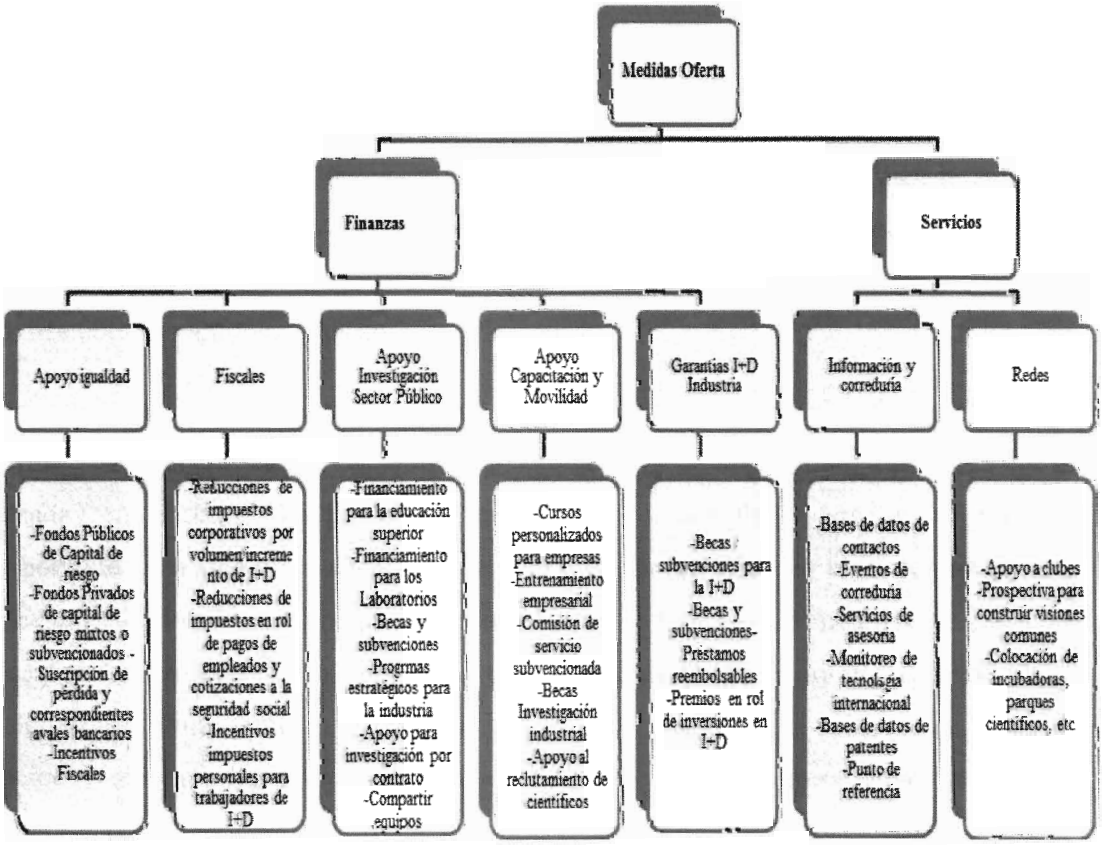
Fuente: CONACYT

México no se ha quedado atrás y realiza esfuerzos continuos para conseguir una política integral y multidisciplinaria, para ello cuenta con una estructura organizacional que persigue estos objetivos (figura 2.3.1). En esta estructura encabezada por la presidencia de la república, comisiones de ciencia y tecnología del congreso, además de los órganos encargados de las políticas de CTeI a nivel federal, estatal y municipal, a las comunidades

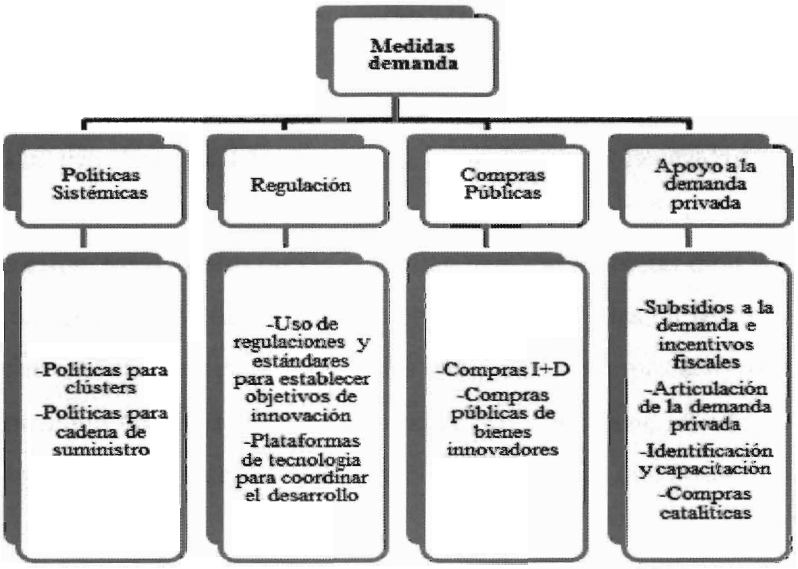
científicas, centros públicos de investigación, organismos internacionales, propiedad intelectual y empresas.

Ahora bien, la estructura organizacional no puede funcionar *per se*, por lo que necesita de reglas que la guíen hacia la persecución de los fines planteados. En este sentido, la política entra a jugar un papel imprescindible al actuar por medio de instrumentos que faciliten la entrada al mercado de las nuevas tecnologías. Estos instrumentos pueden ser del lado de la oferta, de la demanda e incluso una combinación de ambas, siempre y cuando se apliquen en el momento indicado (Zundel et al; 2005). Al respecto de estos instrumentos o medidas, Edler y Georghiou (2007) notaron que se le había dado poca atención a las medidas del lado de la demanda, al contrario de las medidas de oferta debido a las fallas de sistema que pretenden corregir. Por ello hicieron una taxonomía de las medidas de oferta y demanda con el fin de comprender mejor el enfoque de cada una de ellas. (Ver figura 2.3.2)

Figura 2.3.2 Taxonomía de las Políticas de Innovación



Fuente: Edler y Georghiou (2007)



Fuente: Edler y Georghiou (2007)

Esta clasificación de las medidas será un insumo para analizar las políticas que contribuyan a un sistema de innovación para la eco-innovación en el sector energético mexicano. Para ello, será ineludible lograr un balance entre ambos tipos de instrumentos (Kemp; 2011) puesto que la eco-innovación es un tipo de innovación que abarca también la parte medio ambiental por lo cual merece una atención especial. Fomentar la eco-innovación por medio de un mix de políticas de innovación que incluyan el sector medio ambiente y energía sería lo más óptimo para lograr los objetivos deseados.

A manera de sintetizar este capítulo, se tiene que mencionar que el enfoque sistémico nos permite conocer que la política ambiental, energética y de innovación, a pesar de que están basadas en distintos fundamentos, pueden llegar a complementarse y ser un insumo importante para lograr un sistema de eco-innovación efectivo en el sector energético de México. Adicionalmente, resulta necesaria una combinación de medidas de política que integren a estos sectores, lo cual es uno de los grandes desafíos para el país. Pese a ello, se debe estar al tanto también, de que las políticas no actúan por sí solas y que todos como sociedad tenemos obligaciones que cumplir como agentes pertenecientes a un sistema económico global.

CAPITULO III. PANORAMA ACTUAL DEL SECTOR ENERGÉTICO

Este tercer capítulo se divide en tres apartados. En el primero se menciona un breve panorama del escenario energético internacional, aquí se hace énfasis en el tema del pico de producción del petróleo que han alcanzado los países y la necesidad de una transición energética profunda. El segundo trata acerca de la problemática de los energéticos en México y los esfuerzos urgentes que se necesitan para contrarrestar dichos problemas. En el tercer y último apartado, se mencionan las energías renovables en México y en el mundo. En esta parte se realiza una descripción de las tecnologías que más aceptación han tenido en el país y la posición de México frente a otros países, además se recalca la importancia de transitar hacia ese tipo de energías debido a todas las ventajas que poseen.

3.1 Escenario energético internacional

El sector de la energía es uno de los sectores más importantes para el desarrollo de los países. El suministro y el acceso a los energéticos, favorecen el bienestar general de la población, ofreciéndoles un nivel de vida digno al ser un servicio básico indispensable además de ser un insumo imprescindible para realizar las actividades de toda la cadena de producción, generando así crecimiento económico, el cual está enfocado en la búsqueda de competitividad internacional. Por lo tanto, el tema de la energía no puede hacerse a un lado cuando se habla de innovación.

La transición energética no sólo se da por factores energéticos, existen factores externos como económicos, políticos, sociales e incluso culturales que también estimulan este proceso. De manera general, se tiene que el factor económico se relaciona por los precios, la escasez y la necesidad de encontrar mejoras en los procesos; lo político por los apoyos gubernamentales que se establecen al respecto; lo social debido a que la sociedad es parte fundamental del proceso al ser instrumentos indispensables y a la vez beneficiarios directos de esta transición. Finalmente, la parte cultural se relaciona debido a la tendencia al cambio de la que podría ser poseedora la sociedad.

Los impactos que tiene el desarrollo de energéticos en el mundo, sobre el medio ambiente, pueden ser dividido en dos fases: 1- la extracción y producción de los hidrocarburos y 2- el uso en sus aplicaciones principales; en esta última se encuentra la generación de energía

eléctrica (Fernández; 2010). La generación de energía eléctrica en sí, está en el segundo lugar de emisiones por sector y lamentablemente sigue en aumento. Adicionalmente, resulta importante recalcar que el impacto sobre la biodiversidad de nuestro ecosistema depende de tres factores: población; cantidad de consumo por persona y la eficacia con la que los recursos naturales se convierten en bienes y servicios[25].

El interés en cuanto al suministro de energéticos está aumentando cada vez más debido a la creciente demanda. Esto se debe entre otras cosas, a que la mayoría de las actividades de nuestra vida diaria está relacionada con el uso de energía. Ello se suma a la preocupación por el cambio climático y sus consecuencias, lo cual ha atraído la atención sobre el tema, el cual cada vez más es mencionado en congresos ambientales, foros de ciencia y tecnología y encuentros internacionales sobre energía y medio ambiente.

Un ejemplo reciente fue la Cumbre de los G20[26] el cual tuvo lugar en México y en el cual la temática energía se hizo presente. En la actualidad, el objetivo principal de toda agenda del sector es la búsqueda de nuevas fuentes energéticas que contribuyan a racionalizar el consumo de energía a nivel global, en otras palabras, hablamos de eficiencia y seguridad energética. Sin embargo, para conseguir estos objetivos se necesitan esfuerzos en conjunto para cambiar la cultura de la sociedad ya que no basta solamente con apagar la luz y ahorrar energía de este modo, esto se trata de algo más profundo, es una cuestión de cambios de hábitos en nuestra vida diaria en general.

En los próximos 25 años, la Agencia Internacional de Energía, ha estimado que la demanda total de energía a nivel mundial se incrementará en casi un tercio. Esto implicará una inversión en infraestructura energética mucho mayor de alrededor de 38 billones de dólares[27]. Esto deja notar que es necesaria la inmediata intervención pública con inversión en investigación hacia nuevas fuentes de energía (renovables), ya que como se tratará más adelante en este capítulo, las energías renovables no pueden desarrollarse por sí solas.

---

[25] La huella ecológica es un sistema de medición que representa la demanda versus la disponibilidad de recursos medida en hectáreas globales (hag)

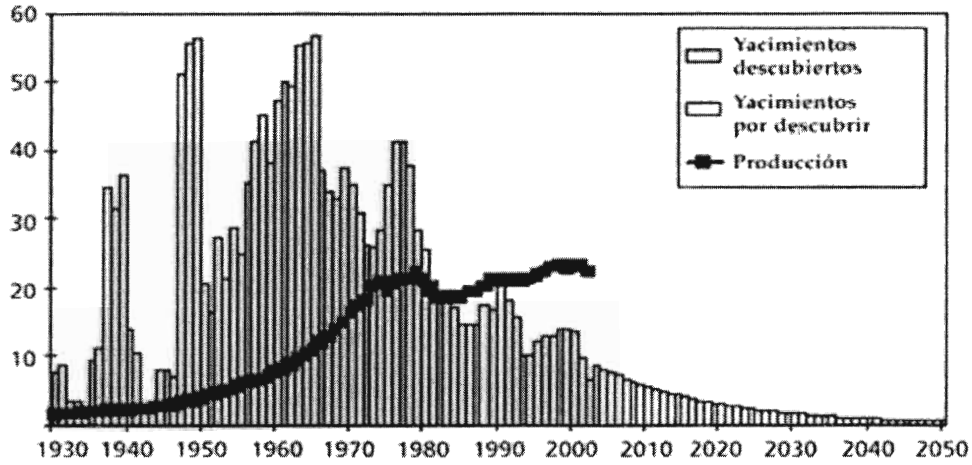
[26] El Grupo de los Veinte, o G20, es el foro más importante de cooperación en las áreas más relevantes de la agenda económica y financiera internacional. Reúne a las economías avanzadas y emergentes más importantes del mundo.

[27] Agencia Internacional de Energía, World Energy Outlook 2011, París, Francia, 2011

Es pertinente conocer que todos los recursos naturales del país y del mundo están llegando a un punto crítico y tal como lo predijo Hubbert (1956) la producción de petróleo llegaría a un punto tan alto que pronto empezaría a caer, esto es a lo que llamó "pico de producción de petróleo" el cual representó gráficamente como una campana. La pregunta clave que surge de todo esto es, en qué punto de la campana nos encontramos, si ya estamos en ese pico o lo que es más crítico aún, si ya estamos en el declive.

Al respecto existen varios puntos de vista, este mismo autor menciona que ya se han consumido más de la mitad del *stock* de petróleo por lo que ya estamos en declive. Al respecto la Asociación para el Estudio del Pico de Petróleo y el Gas (ASPO) aseguraban que el pico del petróleo se dio en el 2007, sin embargo resulta muy difícil tener un dato cuantitativo certero sobre la producción debido a sesgos que pueden haber por parte de los productores en las cuotas de producción (Ver figura 3.1.1).

Figura 3.1.1 Pico del Petróleo



Fuente: ASPO, Boletín Nº 57 - Septiembre 2005

La realidad es que los hidrocarburos son los que actualmente llevan la delantera en satisfacer la demanda de energéticos a nivel mundial y se ha estimado que su aportación al sector se verá disminuida del 81% en el 2010 al 75% en el 2035 según el *World Energy Outlook* (IEA; 2011). En contraparte, se indica que el gas natural será el que se mantendrá durante más tiempo y seguirá en aumento. Es importante saber que las crisis petroleras de los años setenta, originaron altos precios en el suministro lo cual estimuló en cierta parte la

preocupación por satisfacer la demanda con energéticos 'limpios' como lo son las energías renovables (Gutiérrez; 2011). Está estimado según el documento mencionado, que las tecnologías provenientes de este tipo de energía incrementarán de 3% en el 2009 al 15% en el 2035.

Cabe destacar que el sector de la energía es interdependiente (SENER; 2011). Es por ello que ningún país posee todos los recursos disponibles para enfrentar el gran desafío de la seguridad y eficiencia energética. Precisamente, esto es un trabajo en conjunto de cooperación nacional e internacional en cuanto al acceso a recursos naturales, financieros y tecnológicos para resolverlos. Entre los principales temas que preocupan en el sector energético y que son parte de la agenda mundial se encuentran[28]:

1. La volatilidad de los precios del petróleo.
2. La integración del mercado mundial de gas natural licuado y la incorporación de amplias reservas de gas de esquisto (*shale gas*) en Estados Unidos.
3. El desarrollo y la expansión de la capacidad instalada en energías renovables.
4. La promoción de tecnologías y políticas de eficiencia energética.
5. El aprovechamiento de la energía nuclear.
6. La protección del medio ambiente con el uso de nuevas tecnologías de energía limpia.
7. El fortalecimiento de los mecanismos de diálogo y cooperación energética.

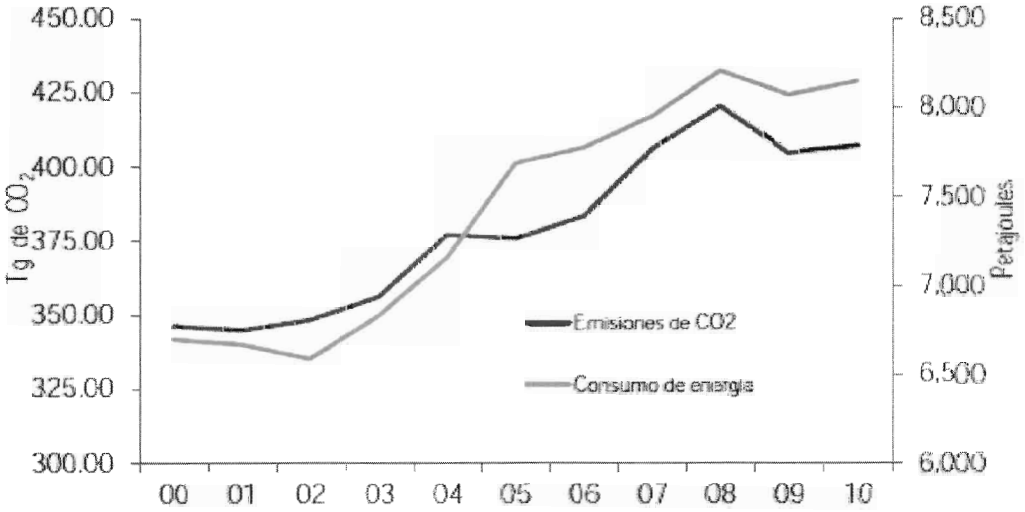
Este escenario general, resalta la imperante necesidad de tener una política energética efectiva a nivel mundial que vaya a la par de la política económica e industrial de los países, que garanticen la seguridad y la eficiencia energética alineada con las buenas prácticas para la reducción de gases de efecto invernadero. Además, que exista transversalidad al incluir a todos los sectores económicos, un factor clave para lograr estos objetivos son las energías renovables. Es así que en pro de dichos objetivos, el sector público ha desarrollado diversas iniciativas a nivel mundial para fomentar la investigación de estas nuevas fuentes, las energías alternativas y renovables son el mejor ejemplo.

[28] Fuente: Estrategia Nacional de Energía México (SENER; 2011)

3.2 El problema de los energéticos en México

Una parte fundamental de México son sus recursos naturales, entre ellos la disponibilidad de grandes cantidades de hidrocarburos con los cuales ha satisfecho la demanda de su población no sólo del país sino de los países a quienes exporta. Se estima que la demanda de energía se incrementará en 3.4% promedio anual hasta el año 2026, lo cual sugiere que es de suma urgencia planificar la modernización de la infraestructura del sector (SENER; 2012). Por otro lado, el pico del petróleo (Hubbert; 1956) en el caso de México, Pérez (2008) mencionó que fue alcanzado a finales del 2003, fecha a partir de la cual comenzó a declinar la producción.

Figura 3.2.1 Evolución del consumo nacional de energía y las emisiones de CO_2 del sector energético mexicano



Fuente: SENER e INE (Balance Nacional de Energía 2010)

Sea como fuere, lo que si es cierto y es una realidad latente en nuestros días, es el agotamiento de los hidrocarburos además de que aún existe un alto grado de miopía ante esta alarmante realidad. En el caso específico de México (y del mundo), el consumo energético nacional es directamente proporcional a las emisiones de $C0_2$ (Ver figura 3.2.1). Cabe mencionar que México ha tomado conciencia y está despertando de esta "ceguera" y en este sentido, el gobierno ha incluido la energía como un eje estratégico del Plan Nacional de Desarrollo, además que ha creado programas y proyectos especializados, como

por ejemplo, Programas para el Aprovechamiento de Energías Renovables, Programas Sectoriales, Programas de Financiamiento al Sector Energético y Ambiental, Programas de Eficiencia Energética, por nombrar algunos.

Por otra parte, es de conocimiento general y se oye repetidamente en la literatura, que México cuenta con una posición privilegiada gracias a su importante disponibilidad de energéticos. Sin embargo, a través de los años México le "ha apostado a una única fuente de generación de energía, pero con una limitada visión de alcance de sus hidrocarburos, sin previsión anticipada de otras fuentes de energía" (Flores; 2011). De aquí que, toda la energía utilizada proviene de fuentes primarias (petróleo), cubren el 85% de la demanda energética del país lo cual lo convierte en el núcleo del problema.

Dada esta alta dependencia que se tiene en el petróleo y que no se han buscado estrategias adecuadas que den solución al agotamiento de esta fuente de energía, es apremiante encontrar nuevas fuentes de energía que lo remplacen. Sin embargo, no es una tarea fácil, uno de los motivos es que se necesitan fuentes energéticas que puedan sostener la economía como lo ha hecho el petróleo a lo largo de los años, no sólo de México sino de todos los países que basan sus economías prioritariamente en este rubro. Seguir con el petróleo es seguir apostándole a lo mismo, esto no es más una opción para el país, ya que se debe tener en cuenta la escasez que se avecina por el agotamiento de los recursos en un futuro cercano, por lo tanto hay que diversificar las fuentes energéticas.

En el caso de México, aún si se encontraren nuevos yacimientos, el gobierno no tiene los suficientes recursos financieros ni tecnológicos para invertir en la búsqueda y explotación de estos, ya que los últimos que se han encontrado están a una gran profundidad y no se cuenta con la tecnología especializada para extraerlos, por lo que resultaría muy costoso. De ahí que podría convenir más, invertir en nuevas fuentes de energía por medio de la creación de capacidades tecnológicas propias del país y dejar de ser importadores de tecnología extranjera. En otros términos, es tiempo de que México se inserte en el proceso de transición energética, proceso mediante el cual se contribuirá a "mitigar el impacto ambiental del sector y contribuir a combatir los efectos del cambio climático" (SENER; 2011). Esto significa reducir los niveles de carbono que emanan de los combustibles fósiles y reemplazarlos por energías limpias.

Una pregunta que puede surgir entre la comunidad es por qué la energía es tan importante para México y para el mundo. La importancia con la que se debe tratar a la energía va más allá del simple consumo, ya que la energía mueve todo en la tierra. De hecho, un alto consumo energético está relacionado directamente con el desarrollo económico de un país y su nivel de producción. Si se sigue esta lógica, los países desarrollados serían quienes más consumen, sin embargo actualmente son ellos los primeros interesados en reducir su consumo y entrar en la era de la eficiencia y seguridad energética, esta diferencia es notoria, por ejemplo, si analizamos los países que pertenecen y no a la OCDE (ver cuadro 3.2.1).

Cuadro 3.2.1 Emisiones Países miembros y no miembros de la OCDE

Países OCDE

País	Emisiones ($MtCO_2e$)	Generación (GWh)	tCO_2e/MWH
Australia	213.79	230,217	0.929
Grecia	35.94	52,022	0.691
EUA	2,215.53	3,965,847	0.559
Reino Unido	176.87	351,388	0.503
Mexico[2]	112.46	225,079	0.500
Holanda	20.56	41,708	0.493
Alemania	252.02	516,149	0.488
Italia	96.44	210,170	0.459
Turquía	69.55	159,610	0.436
Portugal	18.42	42,406	0.434
Japón	377.83	972,884	0.388
España	94.94	264,321	0.359
Canadá	104.21	554,622	0.188
Austria	7.02	49,245	0.143
Francia	26.37	541,355	0.049
Suecia	0.20	129,969	0.002
Noruega	0.12	115,918	0.001
Islandia	0.00	8,493	0.000
Suiza	0.00	58,377	0.000
OCDE Norte América	2,433.16	4,745,548	0.513
OCDE Asia Pacífico	766.25	1,611,876	0.475
OCDE Europa	890.03	2,803,242	0.318
Total OCDE	4,089.43	9,160,666	0.446

Países No-OCDE

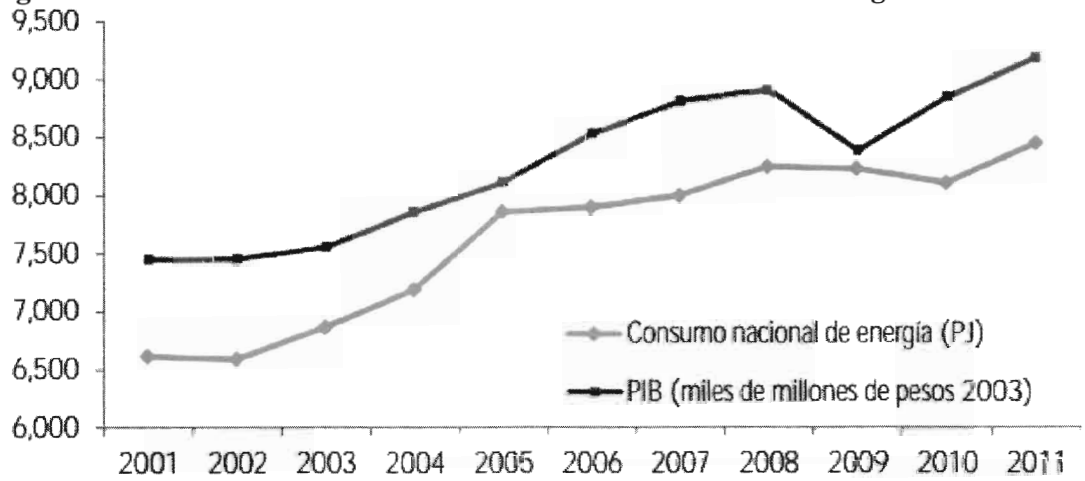
País	Emisiones ($MtCO_2e$)	Generación (GWh)	tCO_2e/MWH
India	587.77	699,041	0.841
China[4]	2,103.89	2,535,892	0.830
Sudáfrica	195.93	244,920	0.800
Israel	39.16	49,843	0.786
Indonesia	88.13	127,362	0.692
Arabia Saudita	107.24	176,124	0.609
Chile	16.53	49,941	0.331
Ecuador	4.02	13,404	0.300
Ucrania	55.13	186,055	0.296
Argentina	25.55	105,765	0.242
Venezuela	19.00	101,544	0.187
Perú	4.11	25,499	0.161
Colombia	6.29	51,566	0.122
Uruguay	0.79	7,684	0.103
Brazil	20.49	403,032	0.051
Costa Rica	0.11	8,252	0.013
Rusia	0.00	953,086	0.000
Asia (excluyendo China)	1,038.49	1,599,645	0.65
Medio Oriente	400.07	639,982	0.63
África	342.47	565,908	0.61
América Latina	142.66	905,800	0.157
Total No-OCDE	4,181.10	7,847,524	0.533
Total mundial	8,306.56	18,306,725	0.454

Fuente: Tracking industrial energy efficiency and CO2 emissions 2007, IEA, 2008

Esto deja una importante lección a los países en vías de desarrollo, y a la vez les ayuda a ampliar la visión y observar nuevas ventanas de oportunidad para que puedan prepararse y enfrentar nuevos desafíos. En el caso de México, está en el sexto lugar entre los países de la OCDE que más emisiones dejan en el medio ambiente de los diecinueve enlistados. Esto muestra que es urgente tomar acciones correctivas al respecto.

Al respecto de la producción de un país y su consumo, en México se tiene que durante el periodo 2000-2010, en el comportamiento de variación anual del PIB y del consumo de energía eléctrica, ambas variables se movieron en la misma dirección (ver figura 3.2.2). Esta situación solamente ratifica la importancia del sector energético en la economía de un país y es un incentivo para que los países se preocupen en su esfuerzo por la búsqueda de nuevas fuentes de energía y de la eficiencia en cuanto a costos de producción lo cual también le da competitividad al país.

Figura 3.2.2. Producto Interno Bruto vs. Consumo nacional de energía en México



Fuente: INEGI (Sistema de cuentas nacionales de México) y SENER

Pese a ello, el desarrollo de proyectos en base a tecnologías limpias, aún sigue siendo mucho menor que el de tecnologías convencionales. Esto debido a las restricciones existentes en el sector por ejemplo, la elevada dependencia e importancia intrínseca que se le da a los hidrocarburos, no permiten que se vea a las tecnologías renovables como capaces de ofrecer el mismo alcance y cobertura. Lo cual conlleva a que el mismo mercado esté restringido y que no exista una enérgica demanda de este tipo de tecnologías.

Al existir una débil demanda o al tener una ausencia de ésta, poco se apostará en la creación de nuevas fuentes de energía, lo cual puede ser motivo de que muchas se queden en sus etapas iniciales y no se conviertan en innovaciones, esto añadido a la falta de infraestructura para la generación de energías renovables, a lo cual podemos atribuirle un problema tecnológico. Es por ello, que una reforma energética incluiría entre otras cosas que un alto porcentaje de los ingresos petroleros, sea destinado a la investigación científica

en el sector energético –específicamente en renovables- antes de que los yacimientos se agoten. Esto en teoría está establecido en la LAERFTE, no obstante, México en materia de renovables, aún está retrasado respecto a países europeos debido a la falta de un mayor apoyo al cumplimiento de los reglamentos establecidos. Aun así, en la última década se les ha empezado a otorgar la importancia que requieren.

A modo de resumen del presente apartado, se tiene que en la medida en que crecen las economías, su población, y su estilo de vida, cada vez se requiere de más cantidades de energía. Por lo tanto, todo aquello que se haga o se deje de hacer desde ahora, determinará la capacidad de satisfacer los requerimientos energéticos del país en el futuro (Estrada; 2011). Debido a esto, México requiere urgentemente un cambio radical de paradigma energético que se base en dos puntos fundamentales. El primero, que permita enfrentar el agotamiento de las fuentes convencionales (petróleo y gas natural[29]) y en segundo lugar, que estas nuevas tecnologías conserven al medio ambiente con el fin de lograr un desarrollo sustentable y un entorno de seguridad energética.

Lo cierto es que la naturaleza por sí sola nos ofrece más de una opción para la generación de energía. Sin embargo, para lograr este aprovechamiento, son necesarios los recursos naturales disponibles, el capital humano y las capacidades tecnológicas adecuadas, para que en conjunto se descubran estas nuevas fuentes desde la fase de investigación hasta la implementación de las nuevas tecnologías que se creen a partir de los recursos ya existentes. Esto se vuelve un reto debido a que es muy probable que exista un rechazo a transitar hacia energías de bajas emisiones, sin embargo, lograr economías de escala podría ser un buen incentivo para transitar a ese tipo de energías.. México es un país con un enorme potencial y su futuro depende de todos, sin embargo, este es uno de los principales y más difíciles desafíos a los que se enfrenta el mundo entero: la provisión de energía sustentable. Para ello, se necesita como primera estrategia, lograr una mayor eficiencia energética antes de la instalación de más plantas y centrales, por más limpias que sean.

[29] En realidad, el problema actual del gas natural no es la cantidad, sino más bien la infraestructura para su distribución

3.3 Las energías renovables en México y en el mundo

Dada la demanda creciente de energéticos que está cada vez más en aumento, y debido a la inquietud actual por disminuir los impactos del cambio climático; se vuelve imperativo que la búsqueda por un espacio para que el mercado de tecnologías "verdes" relacionadas al sector energético vaya en aumento. Esto es una ventana de oportunidad en cuanto al desarrollo energético que no se debe dejar pasar, en otras palabras, el futuro le pertenece a las energías renovables y a todas las tecnologías que de ellas se deriven.

Una incógnita que surge en torno a las renovables es qué tipo de productos o servicios pueden cubrir la demanda de una manera eficiente, sustentable, confiable y a la vez competitiva para este mercado. Es por ello que hoy en día las diversas aplicaciones que tienen las energías renovables se han venido acrecentando hasta abarcar casi todos los usos finales de la energía en el mundo (SENER; 2010). A pesar de ello, no todo está dicho y no todo está hecho, lo que sí es una realidad es que el tiempo se agota y hay muchos esfuerzos que continuar, los desafíos tecnológicos son enormes, más que nada por la urgente necesidad de reducir las emisiones de dióxido de carbono y demás tipos de gases de efecto invernadero.

En la actualidad, las diversas alternativas de energías renovables cuentan con un extenso potencial para disminuir la alta dependencia en los combustibles fósiles. De hecho, varios estudios realizados en México acerca del potencial de energías renovables existentes, han reafirmado este argumento al mencionar que el país cuenta con los recursos necesarios para satisfacer la demanda de energía (Olivera y Colín; 2011). Para ejemplificarlo, un estudio de Greenpeace (2011), mencionó que si tan sólo se usara todo el potencial solar de los estados de Chihuahua y Sonora se podría generar toda la energía eléctrica que demanda el país en su totalidad, esta afirmación resulta realmente impresionante.

Al parecer, hoy en día todo el mundo habla acerca de las energías renovables como una buena opción energética, sin embargo hay que cuestionarse que si son una excelente alternativa debido a los beneficios inocuos que posee en cuanto a impactos en el ambiente, por qué su desarrollo no ha sido prioridad para los gobiernos en turno de todos los países incluido México. Varios factores podrían responder esta interrogante, para Lund (2008), un factor importante es el precio, al respecto menciona que "el reto principal es reducir el

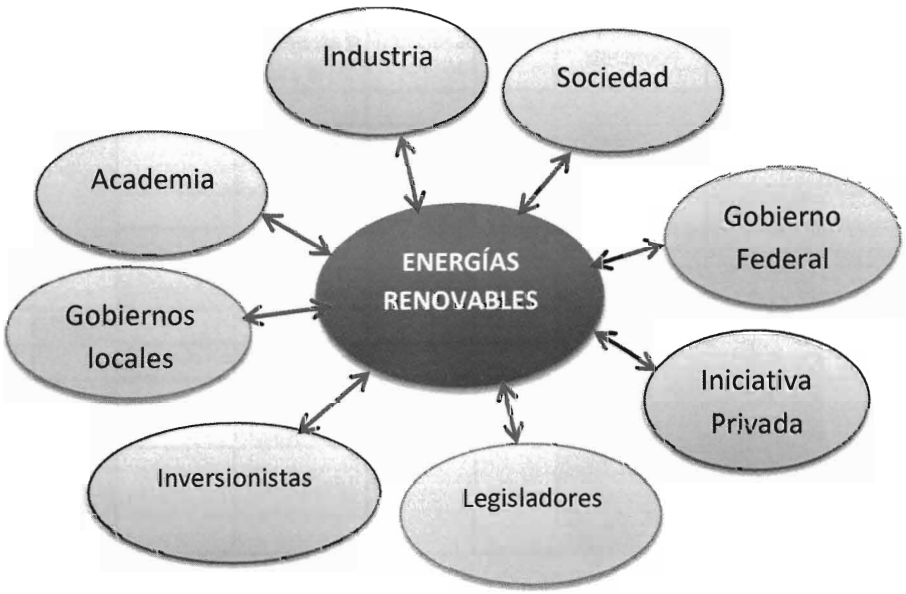
precio de las energías renovables a un nivel competitivo". Sin embargo, se sabe que no es tan fácil bajar un precio porque sí, ya que en el caso de las tecnologías renovables, la disminución de los precios de las tecnologías renovables ha estado sujeta a dos cosas principalmente: incentivos directos de gobiernos, y pura dinámica de mercado, incluyendo el ciclo de vida económico de las innovaciones tecnológicas. Y esto puede resultar no ser de suficiente interés para las empresas ya que lo que buscan es recibir beneficios económicos extra.

Es por ello, que este mismo autor, propone que se baje el precio pero que "se compense con subsidios que faciliten la entrada al mercado de las energías renovables" o por contraparte, que "se penalice el uso de fuentes de energía tradicionales" por no cumplir con normas de responsabilidad social. Sin embargo, este modelo de incentivos directos, en la práctica no fue eficiente en Estados Unidos ni en Europa, por lo tanto es muy complicado que suceda lo contrario en Latinoamérica donde el incentivo que tiene más peso son los precios bajos. Toda esta postura de los incentivos denota un vínculo muy fuerte entre las energías renovables y las políticas públicas, ya que por sí solas sería muy difícil que lleguen a desarrollarse y más aún a difundirse.

En México, son varios los agentes involucrados en el desarrollo, fomento, producción y todas las demás actividades que se llevan cabo alrededor de las energías renovables (ver figura 3.3.1). Cada uno cumple una función específica alineada a los objetivos de la Estrategia Nacional de Energía. Esta diversidad de actores, ayudará a identificar los temas de más relevancia para todo el sector por medio del consenso, uno de los principales es la transición de las energías convencionales hacia las energías renovables.

Pese a ello, es una realidad que a pesar de que la SENER identifica todos estos actores dentro del sector energético, esto no se cumple a cabalidad en la práctica porque muchos de estos jugadores tienen intereses diferentes, he ahí la importancia de crear un interés común e iguales objetivos por el que todos trabajen. La misma diversidad y naturaleza de cada una de los actores y para los fines que fueron creados o que persiguen, conlleva a que cada uno opere de forma independiente. Si existiere una comunicación eficiente entre los actores, (impuesta por una política por ejemplo), no habría esfuerzos individuales que posiblemente con el tiempo se llegue a saber que fueron en vano.

Figura 3.3.1 Actores involucrados con las energías renovables



Fuente: SENER (2007)

Las fuentes de energías renovables han tenido varias definiciones, en México la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables la (LAERFTE) la cual, las define como "aquellas que residen en lo fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, y que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua, es decir son utópicamente inagotables. Por lo tanto tienen una larga vida y se clasifican de acuerdo a su origen primario, por el nivel del desarrollo de la tecnología y por la aplicación de la energía (Ver cuadro 3.3.1)[30].

[30] Existe una controversia en cuanto al término energías renovables ya que la energía en sí no puede renovarse, lo que se puede renovar son sus fuentes. Sin embargo, el uso del lenguaje ha llevado a las fuentes renovables de energía a denominarse simplemente energías renovables.

Cuadro 3.3.1 Clasificación de las energías renovables

	Origen primario de la energía			Nivel de desarrollo de las tecnologías			Aplicaciones		
	Energía del sol[1]	Calor de la corteza terrestre	Movimiento relativo de la luna y el sol	Tradicional	Nueva	En proceso de desarrollo	Electricidad	Calor[2]	Combustibles líquidos[2]
Eólica	■				■	■	■		
Radiación Solar	■				■	■	■	■	
Hidráulica	■			■			■		
Bioenergía	■			■	3	■	■	■	■
Geotermia		■		■		4	■	■	
Olas	■					■	■		
Mareas			■			■	■		
Corrientes oceánicas	■		5			■	■		
Otras corrientes oceánicas[6]	■					■	■		

(1) La mayoría de las fuentes de energía tienen a la energía del sol como origen de forma indirecta. Por ejemplo en el caso de la eólica, la radiación calienta masas de aire que a la vez provocan su movimiento.

(2) Todas las fuentes renovables pueden ser utilizadas para generar electricidad, y a partir de ésta producir calor o energía para el transporte, pero aquí se muestran sólo aquellas fuentes que pueden tener estas aplicaciones de manera directa.

(3) La bioenergía se utiliza tradicionalmente como combustible desde hace milenios. Sin embargo, existen tecnologías para su generar electricidad o para producir biocombustibles

(4) La geotermia tiene varias tecnologías en desarrollo como las rocas secas y la geotermia submarina

(5) Las corrientes oceánicas se deben a diversos factores: viento, diferencias en temperaturas, diferencias en salinidad, rotación de la tierra y mareas

(6) Otras energías oceánicas incluye el gradiente térmico oceánico y el gradiente de concentración de sal

Fuente: www.renovables.gob.mx

Por otra parte, la Secretaría de Energía en su Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables analiza a cinco de fuentes renovables: eólica, solar, mini hidráulica, geotérmica y biomasa, por ser las más desarrolladas en el país, y de las cuales se tratarán sus aspectos principales a continuación.

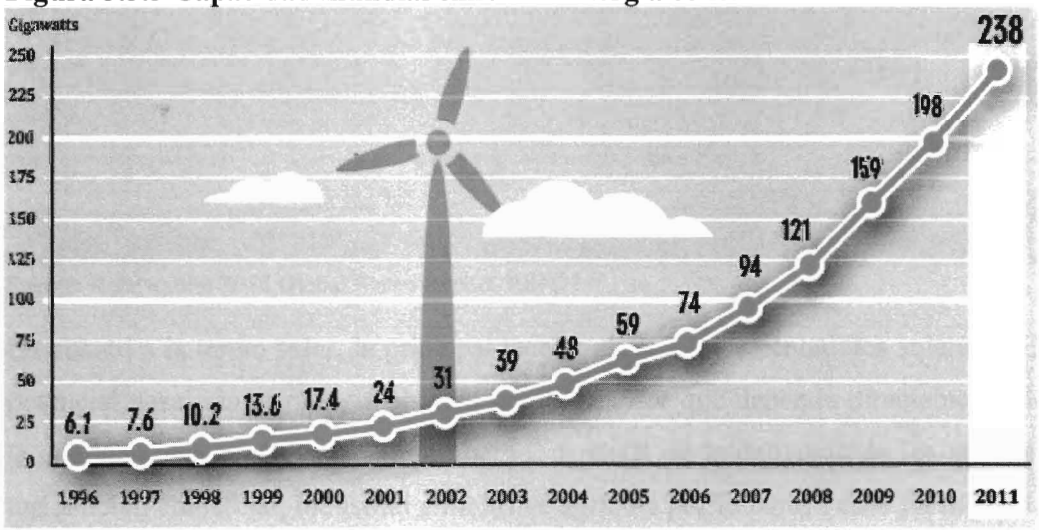
- **Energía eólica:** son turbinas que transforman la energía cinética en energía mecánica, son de muchos tamaños desde 500W hasta más de 7MW. En las últimas dos décadas esta tecnología ha tenido avances significativos por lo cual sus costos se han reducido y las ha vuelto competitivas. En el mundo la capacidad instalada para el año 2011 fue de 238 MW (ver figura 3.3.3), en México fue de cerca de 500

MW, por otra parte, la capacidad efectiva para finales del 2011 fue de 429 MW. El precio de la energía eólica es CNG=$0.80 pesos por kWh. Los proyectos de energía eólica para servicio público (CFE) son los siguientes:

- Oaxaca I, II, III, IV (Temporada Abierta)
- La Venta I, II, III
- Proyecto de autoabastecimiento Parques Ecológicos de México
- Turbina de la CFE en Guerrero Negro, Baja C.Sur
- Pequeñas aerobombas

Además, existe mucho potencial (hasta 10,000 MW) en las regiones de La Rumorosa, Baja California, Nuevo León, Tamaulipas, Yucatán, Quintana Roo, Sonora y Chihuahua los cuales se dieron a conocer a través de un estudio del Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos[31]. En un esfuerzo por descubrir áreas potenciales el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) instaló anemómetros para encontrar puntos específicos potenciales.

Figura 3.3.3 Capacidad mundial existente Energía eólica 1996-2011



Fuente: Renewables 2012 Global Status Report, REN21

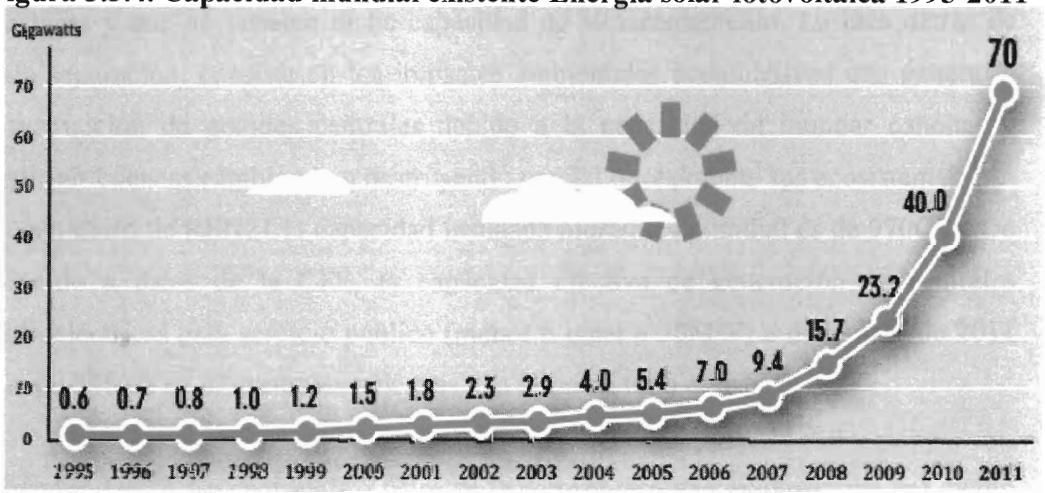
- **Energía solar:** aprovecha la energía solar mediante dos tipos de tecnologías: fotovoltaicas y termo solares. Las primeras convierten la energía solar en eléctrica a través de celdas fotoeléctricas de silicio, las cuales reaccionan fácilmente con la luz

[31] Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable (SENER; 2009)

(efecto fotovoltaico); y las segundas, usan la energía solar para calentar fluidos por medio de dispositivos ópticos que calientan los fluidos a través de colectores solares. La segunda tecnología tiene ventajas sobre la primera en cuanto a que ésta puede almacenar la energía en forma de calor.

Para el año 2010, la capacidad instalada fotovoltaica a nivel mundial fue de 70 MW (ver figura 3.3.4), en el caso de México la capacidad fue de 26,6 MW. El precio de la energía solar es CNG=$1.9 pesos por kWh. Uno de los principales proyectos es la planta híbrida que se encuentra en San Juanico, Baja C. Sur. El potencial solar de México es inmenso sobre todo en estados como Sonora y Chihuahua.[32]

Figura 3.3.4. Capacidad mundial existente Energía solar fotovoltaica 1995-2011



Fuente: Renewables 2012 Global Status Report, REN21

En cuanto a la termo solar, la principal tecnología son los calentadores solares[33]. El potencial para esta tecnología al igual que la anterior que depende directamente de la energía solar, es elevado. Sin embargo, depende de la demanda de los sectores residencial, comercial, industrial e inclusive agrícola por lo tanto existe un mercado muy grande para este tipo de tecnología es por ello, que ha sido la que más aceptación ha tenido en la sociedad.

- **Minihidráulica:** Consiste en transformar la energía potencial o cinética del agua en electricidad. Las modalidades de generación principales incluyen la acumulación de

[32] Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable de México (SENER; 2009)
[33] Para la generación eléctrica las tecnologías que utilizan son las de canal central parabólico, CSP, mortor Stirling, y otras

energía en forma potencial por medio de una represa con sus compuertas en la sección inferior de la cortina, el desvío parcial de un cauce de río en zonas con un gradiente de altura aprovechable o el aprovechamiento directo o natural a flor de cauce.

La clasificación por tipo de central hidráulica de acuerdo con su potencia nominal se define de la siguiente manera, con base en su mayor aceptación en el mundo: Micro; ≤100 kW; Mini; 100 < kW < 1,000; Pequeña; 1 ≤ MW < 30. En México, la LAERFTE establece como renovable a los proyectos hidroeléctricos con capacidad hasta 30 MW, o proyectos hidroeléctricos de más de 30 MW con almacenamientos menores a 50 mil m3 de agua o que tengan un embalse con una superficie menor a 1 hectárea y que no rebasen dicha capacidad de almacenamiento. La idea detrás de esta separación, consiste en los impactos ambientales acumulativos que genera la construcción de grandes centrales debido a la necesidad de inundar cañones y redirigir cuencas cambiando o destruyendo parcial o totalmente sus ecosistemas[34].

Según datos de REN21 la capacidad instalada hidráulica mundial es de 970GW. De acuerdo a datos de la CFE, la capacidad efectiva de generación de centrales hidroeléctricas para servicio público (menor o igual a 30MW) a diciembre de 2011 fue de 286.66 en 42 centrales ubicadas a lo largo de todo el país.

- **Geotérmica[35]:** La geotermia o calor de la corteza terrestre se aprovecha por medio de la perforación de pozos donde se capta a través de tuberías el vapor sobrecalentado por las cámaras magmáticas para hacer girar una turbina e impulsar un generador eléctrico o bien para aplicaciones térmicas como calefacción de interiores, balnearios y procesos industriales o agroindustriales. Existen cinco tipos de recursos geotérmicos, y cada uno está asociado con tecnologías específicas para su aprovechamiento: (a) hidrotermales, (b) roca seca caliente, (c) geo presurizados, (d) marinos y (e) magmáticos[36].

---

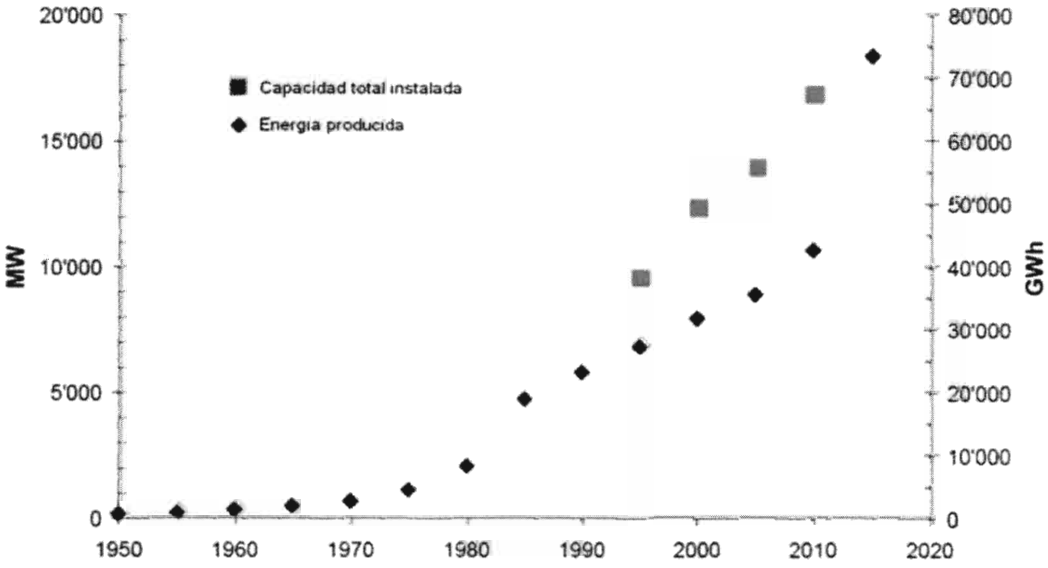
[34] Fuente: www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=1650&lang=1

[35] La generación de electricidad mediante recursos geotérmicos contribuye a minimizar efectos de degradación del medio ambiente y a mitigar problemas de cambio climático y calentamiento global. Los proyectos geotermoeléctricos emiten concentraciones de CO2 menores a las producidas por plantas convencionales de combustibles fósiles

[36] Los primeros son los que se explotan actualmente en México y en otros países, mientras que los otros cuatro se encuentran en proceso de investigación y desarrollo; en el caso específico de los recursos de roca seca caliente, ya existen tecnologías comerciales y se encuentran en crecimiento.

Los recursos geotérmicos o hidrotermales se dividen a su vez en recursos de alta o de baja entalpía (cantidad de energía que un sistema puede intercambiar con su entorno). Los primeros se pueden utilizar para la generación de electricidad por su alto contenido de energía calorífica, mientras que los segundos se utilizan normalmente sólo para aplicaciones térmicas. De acuerdo a REN21, la capacidad instalada mundial es 11 GW, en el caso de México, según datos de CFE la capacidad efectiva de generación geo termoeléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2011 fue de 886.6 MV a través de cuatro campos geotérmicos: Cerro Prieto en Baja California; Los Azufres en Michoacán; Los Humeros en Puebla y Las Tres Vírgenes en Baja California[37].

Figura 3.3.5 Evolución mundial de la producción de energía eléctrica a partir de recursos geotérmicos



Fuente: SENER[38]

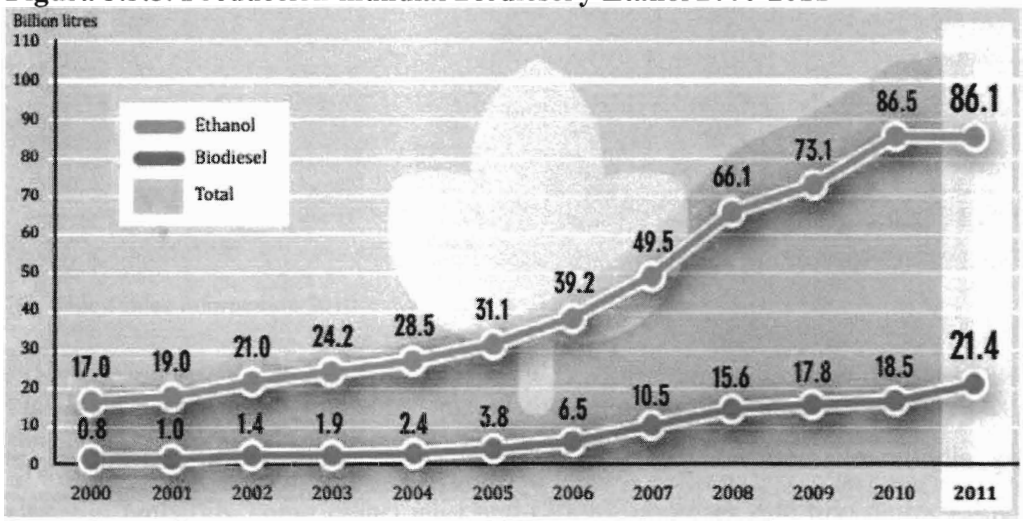
- **Biomasa:** Genera energía por medio de la combustión directa de materia orgánica para convertirla en combustibles gaseosos como el biogás o líquidos como biodiesel o bioetanol. Las tecnologías más usadas son los fogones de leña utilizados para la calefacción y cocción, las cuales en las últimas décadas han sido mejorados para

[37] Fuente: Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026 disponible en http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf

[38] (http://www.renovables.gob.mx/res/Mat_Difusi%C3%B3n/EnergiasRenovables/Escenario_Futuro_Geotermia.pdf)

reducir el impacto del humo sobre la salud y del consumo de leña sobre el medio ambiente. La biomasa es utilizada para producir calor y en algunos casos, electricidad. Además para producir combustibles como el bioetanol y biodiesel, los cuales se pueden mezclar con gasolina y diésel tradicional para usarlo como combustible sin necesidad de hacerle alguna adaptación adicional a los vehículos. La producción mundial de biodiesel y etanol en el año 2011 alcanzó los 21.4 y 86.1 billones de litros respectivamente (ver figura 3.3.5). En el caso de México, los moto generadores a biogás para el año 2010 alcanzaron los 10,650KW de capacidad instalada, cuyo destino final de la energía eléctrica producida fueron las granjas pecuarias y el alumbrado público. El precio del biogás y gasificación de basura es de CNG=$1.8 pesos por kWh.

Figura 3.3.5. Producción mundial Biodiesel y Etanol 2000-2011

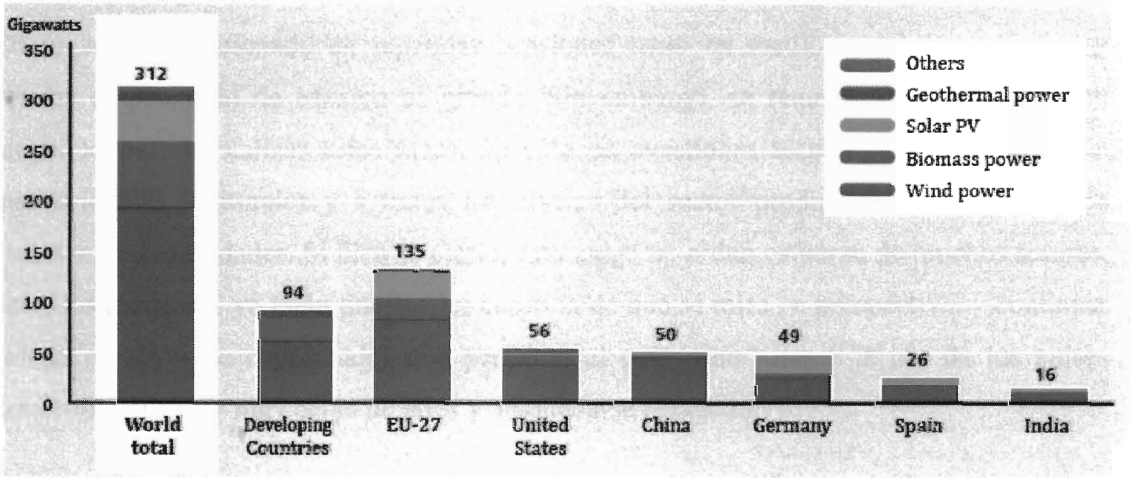


Fuente: Renewables 2012 Global Status Report, REN21

En México esta tecnología puede provenir de combustibles de madera, agro combustibles y biogás de rellenos sanitarios, sin embargo aún está muy subdesarrollada, de hecho el primer estado en adoptar proyectos de este tipo, es Nuevo León, donde se aprovecha el biogás liberado por un relleno sanitario en una planta de 7MW de capacidad instalada, además el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey firmó un convenio con una empresa para producir biodiesel proveniente de la grasa animal.

Es muy importante tener en cuenta estos datos, ya que las tendencias mundiales en general, han mostrado que el mercado para energías renovables está en constante aumento, por lo cual hay oportunidades para el desarrollo de tecnologías en esta nueva área de oportunidad. Es así como países como Estados Unidos, China, India y la Unión Europea en general han incursionado fuertemente en estas tecnologías, siendo hoy en día importantes pioneros en cuanto al desarrollo tecnológico y por qué no mencionar de la visión de las tendencias de mercado que a la par se generan (ver figura 3.3.6).

Figura 3.3.6. Capacidad mundial de Generación con Energías Renovables



Fuente: IEA Renewables Information 2010

Las cifras de la figura 3.3.6 muestran que el mercado para tecnologías energéticas es creciente, lo que traería consigo nuevas fuentes de empleo y un mercado mundial para exportarlas. Sin embargo, como menciona Lund (2008), impulsar este tipo de tecnologías necesita de "estrategias diferentes, las cuales pueden ser influenciadas por factores internos y externos tales como disponibilidad de recursos, sistema de innovación, nivel de las industrias, entre otros". La idea central es crear mercados domésticos que fortalezcan las industrias domésticas que puedan exportar a mercados globales tal como lo hizo Noruega por ejemplo, al impulsar los paneles fotovoltaicos. Esta situación muestra una vez más la importancia de la política que haga el nexo entre la parte energética y la industrial.

En este sentido, una preocupación de la política energética es la de impulsar la transferencia de tecnologías hacia la industria. Cabe recalcar que son necesarias medidas específicas para

incrementar no sólo la transferencia hacia la industria, sino asegurar su crecimiento. Ahora bien, surge la pregunta, cómo funciona un sistema tecnológico energético que lo hace sensible a las políticas públicas que se emitan en el sector. Al respecto Lund (2008) menciona que un sistema energético es el conjunto de tecnologías y que una tecnología es una combinación de varios componentes y soluciones técnicas. En otras palabras, se puede concluir que un sistema energético completo funcionará de mejor manera si cada uno de sus componentes también lo hace, he ahí la importancia de un buen funcionamiento de las políticas.

Como se ha mencionado en repetidas ocasiones tanto en medios, revistas, artículos y demás, el potencial de México es grande. Sin embargo, se requieren cambios de gran magnitud para cristalizar estas ideas, no sólo en cuestiones tecnológicas, sino también institucionales, culturales y a todos los niveles del sector productivo del país para la creación de capacidades. Si bien es cierto, esto exige un arduo esfuerzo de muchos actores, pero, los cimientos ya están puestos, es cuestión de que se mire en prospectiva, y continuar con la creación de capacidades que permitan al país, sino estar a la par de los países desarrollados, estar muy cerca de ellos y no quedarse rezagado.

Como último punto de este apartado, cabe mencionar que la transición hacia nuevas fuentes de energía no implica solamente del desarrollo de tecnologías que finalmente serán insumos para el país, se trata también de la creación de nuevas cadenas de valor debido a las nuevas interacciones entre los actores y los muchos que irán surgiendo en el camino. El desarrollo de nuevas fuentes de energía renovable se lo debe ver en términos de la contribución que harían a otros agregados macroeconómicos como son la generación de empleo, incrementos en el PIB y comercio exterior.

De este modo, así como hoy se exporta energía convencional, se debería pensar en exportar tecnologías renovables, ya que cuando el mercado global crezca, se demandará cada vez más este tipo de tecnologías por ello es necesario ser pioneros o al menos seguidor, para poder ganar una parte de la cuota de mercado. Ya depende del país, y más que nada de sus administraciones en turno y del esfuerzo de los involucrados, colocar la nación en una mejor posición frente al resto del mundo y sólo hay dos caminos, seguir haciendo lo mismo y continuar como rezagados o hacer un cambio de fondo y estar entre los líderes.

CAPITULO IV. INVENTARIO DE POLÍTICAS CON POTENCIAL PARA PROMOVER LA ECO-INNOVACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

En este cuarto capítulo se hace un inventario hasta el año 2012, de las principales políticas que de uno u otro modo tienen potencial para incentivar la Eco-innovación en el sector energético. Estos son programas gubernamentales de tres sectores en particular: Energía, Medio Ambiente e Innovación, además se incluyen otros sectores relevantes que directa o indirectamente se ha considerado que contribuyen a las eco-innovaciones. Los objetivos de presentar este inventario son: 1- contribuir al tema de políticas de Eco-innovación, avanzar en el conocimiento existente e ir más allá de lo que ya hizo la OECD en el 2008; y 2- esclarecer si en realidad están alineados al Plan Nacional de Desarrollo para observar si existe transversalidad de las políticas entre estos sectores. Esto ayudará a tener una visión más amplia para identificar la relación entre estos y las posibles deficiencias que pudiesen existir en el desempeño de estos programas. Estos resultados serán un insumo para el capítulo final en donde se hacen propuestas para un mejor funcionamiento de la Eco-innovación en el Sector Energético de México.

4.1 Sector Energía

Antes de entrar en materia del sector energético, cabe mencionar que todos los programas sectoriales existentes fueron construidos en respuesta a las disposiciones de la Constitución, que es la base sobre la cual se construye toda legislación en México, y a partir de la cual surge el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual es el rector para la creación de estrategias que impulsen el desarrollo del país en todos los sectores que consideren de mayor relevancia las administraciones de turno.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012[39] vigente y el cual fue sustentado en base al proyecto Visión México 2030[40], está diseñado bajo los siguientes ejes rectores:

1. Estado de Derecho y Seguridad
2. Economía competitiva y generadora de empleos

[39] http://pnd.presidencia.gob.mx/
[40] Ejercicio de prospectiva el cual pretende ser una guía par alcanzar el desarrollo integral del país

3. Igualdad de oportunidades
4. Sustentabilidad ambiental
5. Democracia efectiva y política exterior responsable

Estos cinco ejes tienen como prioridad el Desarrollo Humano Sustentable, es decir que los ciudadanos gocen de una vida digna, mejorando sus condiciones de vida sin comprometer la condición de vida y el patrimonio de las próximas generaciones. A partir de los ejes dos y cuatro, se podrían vincular claramente los tres sectores: Energía, Medio Ambiente e Innovación.

En cuanto al sector energético, los programas existentes y vigentes siguen los lineamientos provenientes de la Ley de Planeación la cual establece "las normas y principios básicos conforme a los cuales se llevará a cabo la Planeación Nacional del Desarrollo y encauzar, en función de ésta, las actividades de la administración Pública Federal" y el Plan de Desarrollo 2007-2012 el cual "precisará los objetivos nacionales, estrategia y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país"[41]. A partir de estos, surge el Programa Sectorial de Energía 2007-2012, cuyos responsables e instrumentos de ejecución, los determina la Secretaria de Energía.

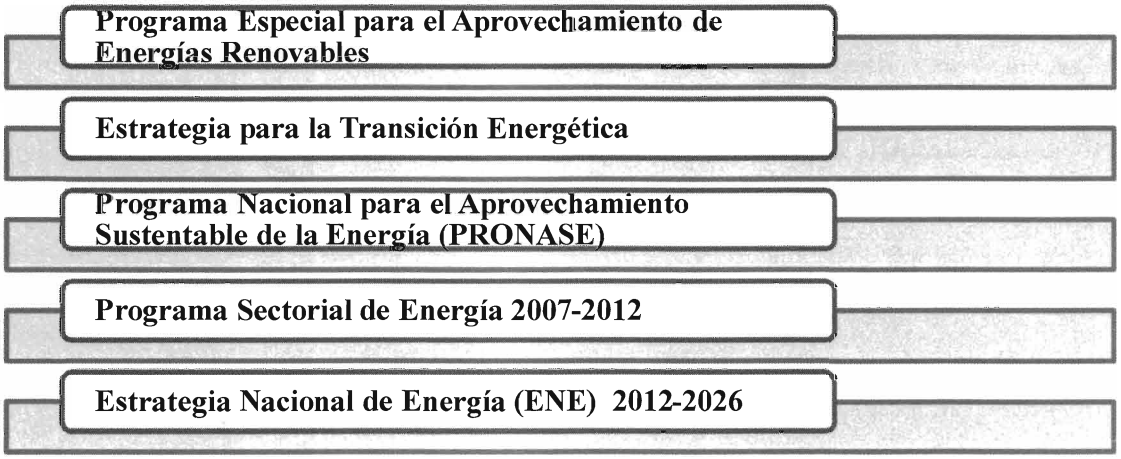
Este programa, que cuenta con la visión para el año 2030 en el cual se plantea "un sector energético que opera con políticas públicas y un marco fiscal, laboral y regulatorio, que permite contar con una oferta diversificada, suficiente, continua, de alta calidad y a precios competitivos; maximiza la renta energética; asegura, al mismo tiempo, un desarrollo sostenible en términos económicos, sociales y ambientales; y logra que el sector aproveche las tecnologías disponibles y desarrolle sus propios recursos tecnológicos y humanos. Asimismo, promueve el desarrollo eficiente de mercados nacionales y la participación en mercados internacionales, donde las empresas del Estados son competitivas, eficientes financiera y operativamente, con capacidad de autogestión y sujetas a rendición de cuentas"[42].

Se podría pensar que es posible vincular el sector energético directamente con el eje de sustentabilidad ambiental, sin embargo, sus objetivos se alinean de alguna manera con

[41] Ley de Planeación (Última reforma publicada DOF 09-04-2012)
[42] SENER: Programa Sectorial de Energía 2007-2012

todos los ejes estratégicos (Ver anexo 1). Por otra parte, la Ley para el aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE)[43] establece, entre otras cosas que la SENER tiene el deber de elaborar programas en apoyo a esta ley como lo son el Programa Especial de Aprovechamiento de Energías Renovables, Estrategia para la Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía. Adicionalmente el Sector Energético cuenta con el Programa Sectorial de Energía y la Estrategia Nacional de Energía (ver figura 4.1.1).

Figura 4.1.1. Programas del Sector Energético



Fuente: Elaboración propia en base a información de SENER

El **Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables** es un instrumento creado con la finalidad de establecer las políticas públicas en cuanto al tema, es decir determinar los objetivos en cuanto al uso de este tipo de energías estableciendo las acciones necesarias para alcanzar dichos objetivos. Como apoyo a este programa se han impulsado varios proyectos (ver cuadro 4.1.1) los cuales están respaldados por su respectivo marco jurídico (ver detalles en Anexo 2).

[43] publicada en el DOF en noviembre del 2008

Cuadro 4.1.1. Proyectos del Programa Especial para el Aprovechamiento de ER

Proyecto	Descripción	Marco jurídico
Proyecto de Servicios Integrales de Energía **(Tiene apoyo del Banco Mundial)**	Electrificar 2500 comunidades rurales que por estar dispersas y tener escaso número de viviendas, es difícil que accedan a la red eléctrica nacional. Se utilizarán las ER que se adapten mejor a la geografía de cada zona.	-Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica - Contrato de Interconexión para Fuentes de Energías Renovables -Ley del Impuesto sobre la Renta -Ley para el aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y -Legislación Ambiental y de los Recursos Naturales
Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala (PERGE)	Reducir los gases de efecto invernadero y las barreras para conectar las tecnologías de ER a la red eléctrica nacional. La finalidad es desarrollar un proyecto de ER interconectado con base de 100 MW.	
Programa Transversal de Vivienda Sustentable **Responsables:** SENER, SEMARNAT y el Consejo Nacional de Vivienda	Insertar buenas prácticas de construcción en las viviendas de interés social y favorecer la sustentabilidad ambiental del país. Se incluyen tres ejes transversales en el convenio: Energía, Agua y Residuos Sólidos.	
Hipoteca Verde **Responsable:** Instituto Nacional de la Vivienda	Crédito para los Trabajadores para adquirir una vivienda ecológica. Se generará un ahorro económico gracias a las eco-tecnologías instaladas en las viviendas.	

Fuente: Elaboración propia en base a información de la SENER

El factor común en estos programas además de estar enfocadas en tecnologías renovables, es su orientación a la parte de interés social ya que pretende que las personas con menor poder adquisitivo tengan acceso a las energías limpias.

La **Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía** es un instrumento en el cual se describen las políticas, programas, proyectos y acciones que tienen como objetivo incrementar el uso de energías renovables y tecnologías limpias para la generación, además de promover la sustentabilidad con el fin de reducir la dependencia de combustibles fósiles (Cuadro 4.1.2). El factor

común que une a estos proyectos es que están enfocados en ayudar a la población a que transiten hacia las energías renovables, haciendo énfasis en el ahorro económico que representa a las familias, para cuantificarlo un ejemplo muy claro es el Programa de sustitución de electrodomésticos que desde el 2009 ha ayudado a que las familias ahorren entre el 30-60% del consumo.

Cuadro 4.1.2. Proyectos de la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

Proyecto	Descripción
Programa Luz Sustentable[44] **Responsables:** Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) y Comité Técnico del Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía	Reemplazar lámparas convencionales por lámparas fluorescentes compactas auto alastradas (LFCAS) que reduzcan el consumo de los hogares, los subsidios del Gobierno y las emisiones de gases de efecto invernadero. Se complementa con la Norma de iluminación para lámparas incandescentes.
Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público Municipal **Responsables:** SENER, CONUEE, CFE y Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS)	Reducir el consumo de energía eléctrica a nivel nacional mediante el apoyo a municipios en la adopción de tecnologías que incrementen la eficiencia energética, para lograr un efecto económico positivo. Se otorga asesoría técnica y financiamiento de la banca de desarrollo que apoyan acciones de modernización
Programa de Introducción de Bioenergéticos **Responsables:** SENER, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Promover el desarrollo de los Bioenergéticos con el fin de coadyuvar a la diversificación energética y el desarrollo sustentable como condiciones que permitan garantizar el apoyo al campo mexicano. Se otorgaron 18 permisos para producción, almacenamiento, transporte y comercialización de bioenergéticos (tipo etanol anhidro y biodiesel) y se recibieron dos avisos de plantas de producción de biodiesel con capacidad de producción menor o igual a 500 litros diarios

[44] El objetivo de este programa es sustituir 45.8 millones de lámparas en dos años 2011 y 2012, para lograr así un ahorro anual de consumo de 4,169 gigawatts-hora y 1,632 megawatts de demanda. Al 05 de agosto de 2012 se sustituyeron 32 millones 783 mil 388 lámparas ahorradoras www.sener.gob.mx/webSener/portal/Default.aspx?id=2282. Sin embargo, no se consideró la disposición final de las LFCAS y el mercurio que contienen por lo tanto esto va en contra de las eco-innovaciones, por lo tanto el programa se considera incompleto. Por contraparte, Es importante remarcar que para el 2014 ya no se comercializarán focos incandescentes en el país, lo cual sí es una política de eco-innovación

Sustitución de Electrodomésticos para el Ahorro de Energía "Cambia tu viejo por uno nuevo" Responsables: SENER, NAFIN, CFE, FIDE[45].	Reemplazar refrigeradores y equipos de a/c con 10 años de uso o más, por nuevos. Tiene dos tipos de apoyo: directo (bono para cubrir parte del electrodoméstico) y financiamiento (crédito con tasa preferencial a 4 años plazo, cobrado en las facturas de energía eléctrica)

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en SENER

Entre otros proyectos[46] existentes en el área energética están el esquema de pequeña producción (CRE y SENER) en el cual SENER publicará el programa de incorporación de energías renovables para realizar licitaciones tipo subasta (simplificadas) las cuales se gestionarán ante hacienda. El auto abasto de Municipios, Gobiernos Estatales y Gobierno Federal el cual permite atraer capital externo para que sea gestionado fuera de los libros de CFE. Para este caso existe interés de diferentes instituciones financieras para impulsar proyectos, es particularmente el caso de los fondos de retiro a través de los CKDs[47]. La Gestión de NAMAs, basado en mitigación de emisiones, es un 'Fondo Verde internacional' el cual está capitalizado y en espera de acciones de política pública para financiar proyectos de gran escala. Son la continuación de los mercados de carbono, es decir, no es un fondo en sí. Si la CFE participa como respaldo de proyectos de Energía Renovable en auto abasto puede captar una cantidad importante de recursos a través de este fondo. Al respaldar los proyectos de energía renovable CFE puede gestionar NAMAs y de esta manera captar ingresos por bonos de carbono. Sin embargo, sus usos son más amplios y pueden incluir otras tecnologías como la captura de carbono y acciones forestales y es la Secretaría de Economía quien gestiona los recursos.

El **Programa Sectorial de Energía (2007-2012)** es emitido por la Secretaría de Energía (SENER) y tiene como base la Visión México 2030[48] y la Ley de Planeación. Contiene

[45] El programa empezó en el 2009 y al 12 de febrero del 2012 se sustituyeron sustituido millón y medio de electrodomésticos www.sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2130. Sin embargo, no se consideró la disposición final de las LFCAS y el mercurio que contienen por lo tanto esto va en contra de las eco-innovaciones, por lo tanto el programa se considera incompleto

[46] Fuente: Entrevista a Ing. Francisco Montaño, Asesor en Energía Renovable y Sustentabilidad Dirección General Comisión Federal de Electricidad (CFE)

[47] Certificados de Capital de Desarrollo

[48] La Visión México 2030 es un proyecto de país de largo alcance y una propuesta que da certeza sobre el destino que queremos alcanzar como nación; tiene como propósito identificar objetivos compartidos para el futuro del país y ofrecer una metodología para evaluar los avances en el logro de esos objetivos.

todos los objetivos, estrategias y organismos involucrados dentro del sector. Su principal objetivo es promover el desarrollo sustentable en materia energética, cuyo plazo está fijado en la Visión 2030. En la Visión 2030 se establecen ejes rectores que apoyan el desarrollo sustentable en términos económicos, sociales y ambientales. Estos objetivos y estrategias que acompañan al Programa Sectorial de Energía, se conectan perfectamente con la introducción de nuevas tecnologías energéticamente eficientes, ya que su impacto no solo es ambiental, sino también económico y social. En la parte económica se considera el ahorro que tienen las familias y lo social debido a que el desarrollo de estas alternativas de energía, generará nuevas fuentes de empleo.

Cuadro 4.1.3. Proyectos del Programa Sectorial de Energía

Proyecto	Descripción
Programa de Mejoramiento de Gestión	Apoya la consecución de los objetivos del Programa Sectorial por medio de las mejoras en la calidad de bienes y servicios, de los impactos de los programas y políticas, de la información disponible, entre otros.

Fuente: Elaboración propia en base a información de la SENER

La **Estrategia Nacional de Energía (ENE 2012-2026)** es una herramienta de prospectiva de gran relevancia en la política energética del país. Tiene como objetivo delinear el rumbo del sector energético mexicano con un horizonte de 15 años, para lo cual ha creado sus propias políticas con el fin de alinearse a su visión, a través de recolectar información de todos los organismos del sector a fin de integrar sus perspectivas en conjunto.

Desde el 2008 se fortalecieron las funciones de la Secretaria de Energía a través de un decreto que reformo el artículo 33[49] de la Ley Orgánica de Administración Pública Federal (LOAPF) y es así como esta ha impulsado los asuntos relacionados a la política energética del país. Además, la SENER es apoyada por el Consejo Nacional de Energía (CNE), Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y otros organismos externos al sector además de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) tanto en la elaboración de esta estrategia como en la política energética en general.

[49] Art. 33 "El ejecutivo Federal enviará al Congreso, en el mes de febrero de cada año, para su ratificación en un plazo máximo de 30 días hábiles, la Estrategia Nacional de Energía con un horizonte de quince años, elaborada con la participación del Consejo Nacional de Energía."

Por otra parte, se cuenta con la cooperación del Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología (FCCyT) con el objetivo de incentivar la participación ciudadana del sector público y privado, ya que la construcción de toda prospectiva debe incluir la visión de la sociedad en general, con el fin de buscar el interés común. Es por ello, que año a año se realizan las modificaciones pertinentes según las necesidades prioritarias que se presenten en el transcurso del periodo. A partir de este ejercicio de prospectiva se concluyó que son tres los ejes rectores que guíen los lineamientos de política energética, en el corto y en el largo plazo; por lo tanto, son el núcleo central en el que se basarán las políticas del sector. Estos son: Seguridad Energética, Eficiencia Económica y Sustentabilidad Ambiental.

Estos tres ejes en general, engloban objetivos relacionados a la diversificación, eficiencia, precios, consumo, impactos ambientales y aprovechamiento de los energéticos adicionado a la satisfacción de las necesidades. Esto sin dejar de lado las relaciones con mercados internacionales para lo cual se debe elevar la competitividad con infraestructura y las buenas prácticas en el sector. En este sentido, también se han emitido diversas normas en pro del uso adecuado de los recursos, tales como las Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética[50], que pueden ser aplicables en todos los sectores de la economía. Dichas normas establecen los patrones de eficiencia a usar en diferentes equipos por ejemplo, iluminación, motores, bombas y aparatos residenciales, los cuales se basan en estándares internacionales que los productos deben seguir para garantizar su eficiencia energética.

Finalmente, y según la información recabada en este apartado, se resalta que los programas que se han implementado en el sector energético están dirigidos a todos los sectores económicos y productivos del país. Cada uno cuenta con una herramienta específica que de uno u otro modo favorece e incentiva la eficiencia energética, lo que finalmente se ve reflejado en beneficios para la sustentabilidad ambiental. Se pueden citar como ejemplos los casos particulares de los tres sectores de mayor consumo energético: transporte, industrial y residencial. El primero, promueve las llamadas normas de eficiencia vehicular[51]

---

[50] Ver anexo 3

[51] Existe un proyecto de norma publicado el 12 de Julio, 2012, que intenta regular el rendimiento de combustible y emisiones de CO2 de los vehículos pasajeros nuevos, incluyendo tanto vehículos y camionetas *pick up* como camionetas deportivas. México sería el primer país en América Latina en tener estas normas. http://respiramexico.org.mx/wp-content/uploads/2012/08/ficha-tecnica-actualizada-agosto-2012.pdf

ya que el sector representa la segunda fuente de gases de efecto invernadero y la aplicación de estas normas incentivaría a que se fabriquen vehículos que tengan un menor consumo de combustibles fósiles. El segundo, cuenta con las normas de eficiencia energética que pueden ser adoptadas por todos los sectores de la industria. Finalmente, el sector residencial cuenta con programas focalizados a tomar conciencia y ahorrar el consumo por medio de la sustitución de focos por lámparas eficientes o de los electrodomésticos obsoletos por nuevos, energéticamente eficientes, entre otras medidas.

4.2 Sector Medio Ambiente

Los programas desarrollados en este sector tienen como finalidad hacer todos los esfuerzos en la creación de capital humano que ayuden a cumplir con el eje de Sustentabilidad Ambiental. Este eje incita a contribuir en tres puntos principales: aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, protección del medio ambiente y conocimiento y cultura de sustentabilidad ambiental.

A partir del PND surge el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, cuyos objetivos, estrategias y metas están alineados al objetivo 8 del PND (Ver anexo 4). Este programa está a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y será la encargada de definir los objetivos, estrategias y metas dentro de este programa. Esta Secretaría está apoyada por organismos del sector, entre ellos la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Comisión Nacional Forestal, el Instituto Nacional de Ecología y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en cuanto al aprovechamiento sustentable, investigación y conservación de recursos naturales; la Comisión Nacional del Agua y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en cuanto a la gestión de los recursos hídricos.

Este programa sectorial aporta a la consecución de metas dentro de la Visión México 2030, entre las que podemos mencionar: el acceso a servicios públicos, por medio de abastecimiento de agua potable; medio ambiente, por medio de tratamiento de aguas residuales; bosques y selvas, por medio de superficies reforestadas; y la protección de áreas naturales, por medio de proteger partes del territorio nacional bajo la etiqueta de "Áreas

Naturales Protegidas". Existen varios programas a cargo de la SEMARNAT y varios que aunque no están a su cargo directamente, son coordinados por esta (Ver cuadro 4.2.1).

Cuadro 4.2.1. Proyectos del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Proyectos a cargo de la SEMARNAT	Proyectos externos coordinados por la SEMARNAT
Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012	Programa Nacional Hídrico
Programa de Derechos Humanos del Sector Ambiental (PDHSA)	Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Programa de los Pueblos Indígenas y Medio Ambiente 2007 – 2012	Programa de Sustentabilidad Hídrica del Valle de México
Hacia la igualdad de género y la sustentabilidad ambiental 2007 – 2012	
Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados	
Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
Programa Regional Ambiental de la Frontera Norte (PAFN) 2008-2012	
Programa de Jóvenes hacia la Sustentabilidad Ambiental 2009-2012	

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en SEMARNAT

De manera adicional, hay que mencionar que la SEMARNAT ha creado subsidios o apoyos directos para varios de sus programas los cuales destinan recursos económicos para personas de escasos recursos (Ver cuadro 4.2.2).

Cuadro 4.2.2. Apoyos para Programas de la SEMARNAT

Igualdad de Género y Sustentabilidad Ambiental
Pueblos Indígenas y Medio Ambiente
Programa de Desarrollo Institucional Ambiental y Ordenamientos Ecológicos
Programa de Empleo Temporal (PET)
Fomento a la conservación de la Vida Silvestre (UMA)
Proyectos de Educación Ambiental, Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Comunicación Educativa Ambiental

Liderazgo Ambiental para la Competitividad
Desarrollo y Ordenamiento Ambiental por Cuencas - Cuenca Lerma Chapala
Prevención y Gestión Integral de Residuos
Pro Árbol (CONAFOR)
Procodes (CONANP)
Programa Agua Limpia (CONAGUA)
Agua Potable y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU)
Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales
Fondo concursable para el tratamiento de aguas Residuales
Programa Forestal Federal Meseta Purépecha
Programa Especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la Selva Lacandona

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en SEMARNAT

Toda esta serie de programas y apoyos, están fundamentados en el gran problema actual que afecta a todo el mundo: cambio climático. El cambio climático es el reto más relevante a nivel global, por ello el gobierno ha impulsado medidas para ayudar a mitigar sus efectos. Sin embargo, hay que señalar que no sólo trae consecuencias negativas, sino también es una ventana de oportunidad para el desarrollo sustentable y para impulsar y desarrollar nuevas estrategias, capital humano y tecnologías enfocadas en el problema, por ejemplo, en los procesos limpios, conservación de los recursos, mejora de la calidad del aire y también de la seguridad energética, de aquí que se encuentre la relación con el sector energía. Hay que recalcar que el cambio climático, junto con la parte económica y la actual dependencia del petróleo son los fundamentos más relevantes para la búsqueda de eficiencia energética, por lo cual se considera pertinente mencionarlo en este trabajo (Ver cuadro 4.2.3).

Cuadro 4.2.3. Cronología del Programa Especial de Cambio Climático

Proyecto	Descripción	Marco jurídico
2005 – Creación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC)	Encargada de la formulación de políticas	-Administración Pública Federal con base en la Constitución Política de los Estados Mexicanos - Ley de Planeación
2005-2006- Estrategia Nacional de Acción Climática (ENAC)	Datos de las emisiones de GEI con datos del 2002	-Ley Orgánica de la Administración Pública Federal -Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al

2007 - Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC)	Políticas, estrategias y líneas de acción para la elaboración	Ambiente -Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
2009 – 2012 Programa Especial de Cambio Climático (PECC)	Se construyó en base a los dos anteriores	

Fuente: Elaboración propia en base a información de SEMARNAT

Para elaborar el Programa Especial de Cambio Climático se integraron cuatro elementos los cuales ayudarían a tener una visión integral para combatirlo; una visión de largo plazo, mitigación, adaptación y varios elementos de política transversal. Para la primera, México se propone metas para el 2050, cuyo objetivo para esa fecha es haber reducido en un 50% los GEI, lo cual lo hará en tres fases del 2008 al 2012 hará una evaluación de la situación actual del país para establecer una prioridad en la toma de decisiones, la segunda del 2013 al 2030 la utilizara para fortalecer las capacidades que sean necesarias para lograr los objetivos y la fase final del 2030 al 2050 será para la fortalecimiento de las capacidades adquiridas en todos esos años.

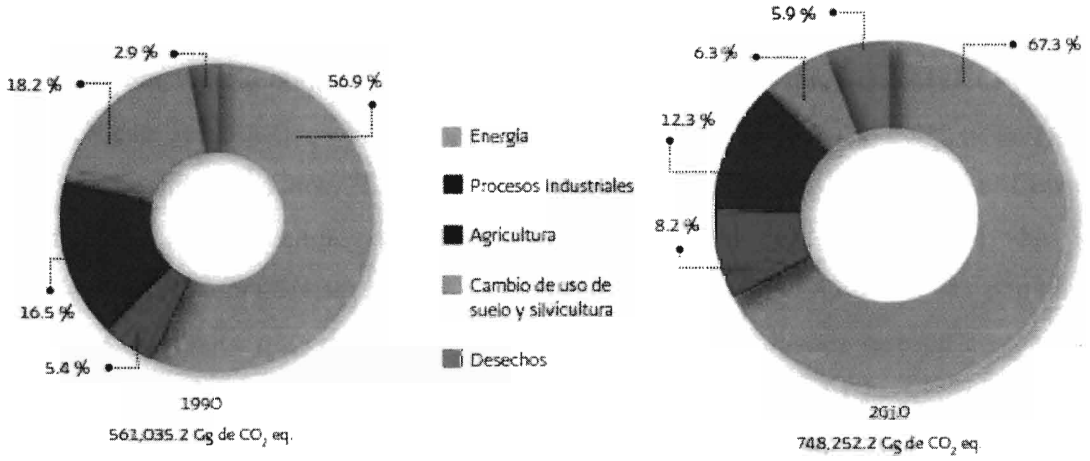
Además, en vista de los problemas de contaminación y la preocupación por la calidad del aire, se han implementado programas con el afán de que sus habitantes gocen de un aire de calidad, el cual con el paso del tiempo se ha visto afectada por diversos contaminantes. Es así que en el caso del Valle de México, se han implementado varios programas como lo son el de Contingencia Ambiental y el Hoy no circula[52], dados los altos índices[53] de contaminación ambiental que se han presentado en la última década. Estos programas están a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente. Proyectos de este tipo pueden ser aplicables en ciudades con alta actividad industrial, entre ellos podemos mencionar a las ciudades de México, Monterrey, Salamanca y Guadalajara.

En relación a la mitigación, México intenta crear un modelo en que haya crecimiento económico, sin que esto se vea reflejada en un aumento de los GEI. Para ello, tomará varias

[52] Fuente: http://www.sma.df.gob.mx
[53] El índice utilizado es el Índice para Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)

medidas en colaboración con varias dependencias gubernamentales (SENER, SEDESOL, SEMARNAT, SAGARPA, SCT, INFONAVIT, NAFIN, SHCP, SE), gobiernos locales, así como del sector privado Estos gases provienen, entre otros, de la producción de combustibles fósiles y la generación de energía eléctrica. Según los inventarios[54] de emisiones de estos gases, en el último año que se presentan datos (2010), las emisiones tuvieron un incremento del 33.4% respecto al año base (1990) y una tasa de crecimiento anual de 1.5%. En este inventario se pudo constatar que al igual que el último reporte, la categoría energía, resultó ser el principal emisor con el 67.3%[55] (Ver figura 4.2.1).

Figura 4.2.1 Participación de las categorías en las emisiones de GEI



Fuente: México. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2012)

Las actividades que se toman en cuenta para el cálculo de los GEI en el ramo de la energía son las industrias de la energía: electricidad pública, consumo del propio sector, producción de coque; industrias manufactureras y de construcción: siderúrgica, metales no ferrosos, química, celulosa y papel, proceso de alimentos, bebidas y tabaco, cemento, minería, vidrio, automotriz, construcción, huele entre otras; transporte: aviación civil, terrestre, ferroviario, marítimo, comercial, residencial y agropecuario[56]. Por estos motivos, y dado que la producción de energía es altamente contaminante del medio ambiente, y por lo ya

[54] El art. 4 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) al cual México está suscrito, indica que se deben elaborar inventarios nacionales de las emisiones

[55] Fuente: México. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2012) disponible en /www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=685

[56] Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2006 http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_energia_2006.pdf

mencionado en este apartado, las políticas y programas de ambos sectores deben tener transversalidad, es decir, estar alineadas en la persecución de sus objetivos. No se puede hablar de calidad del aire ni de un ambiente sustentable y hacer a un lado al sector energético, puesto que la energía está presente en todos los ámbitos de nuestro diario vivir.

4.3 Sector Ciencia, Tecnología e Innovación

La innovación en México, está directamente relacionada con el Plan Nacional de Desarrollo. A partir de este, nacieron los cinco objetivos del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2008-2012 (Ver anexo 5). El PECiTI es el único documento que rige la política científica, tecnológica y de innovación en México, y donde se especifican sus objetivos, metas, actores involucrados y retos en general para que se lleven a cabo sus propósitos. El órgano responsable de elaborar las políticas es el Consejo Nacional de Ciencia Tecnología (CONACyT), y cuya meta desde su creación, ha sido consolidar un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que responda a las demandas prioritarias del país que dé solución a problemas y necesidades específicos, y que contribuya a elevar el nivel de vida y el bienestar de la población. Las políticas de CyT están regidas por la Ley de Ciencia y Tecnología.

El (CONACyT), para lograr el objetivo ya mencionado ha establecido áreas estratégicas y prioritarias, entre las cuales están:

- Posgrado y Becas
- Desarrollo Tecnológico e Innovación
- Desarrollo Científico
- Desarrollo Regional
- Planeación y Cooperación Internacional
- Fondos de Investigación

En cuanto al Desarrollo Tecnológico e Innovación, esta área tiene por objetivo el fomento de la investigación, fortalecimiento de las capacidades de desarrollo tecnológico e

innovación tecnológica de las empresas; facilitar la vinculación con el sector académico, así como con la industria, además de promover los programas de CONACyT para que estos cuenten con mecanismos para la transferencia tecnológica en los sectores productivos y de servicios; y de apoyar para que los recursos humanos especializados se inserten en estos sectores[57]. Para lograr estos objetivos cuenta con programas, proyectos y apoyos nacionales o internacionales dependiendo del ámbito en que se lleven a cabo (Ver cuadro 4.3.1)

Cuadro 4.3.1. Instrumentos del área de Desarrollo Tecnológico e Innovación

Proyectos/Programas
AVANCE
Estímulos Fiscales
Fondo Nuevo Para Ciencia y Tecnología
Programas de Estímulo para la Innovación
IDEA
Proyecto de Innovación IBEROEKA
FONCICYT
Cooperación Tecnológica Bilateral
Estancias Sabáticas en la Industria
Redes de Innovación
Fondo de Innovación Tecnológica (FIT)
Fondo Sectorial de Innovación (FINNOVA)
Fondos Sectoriales de Energía
Portal de Cooperación Tecnológica Internacional (PCTI)

Fuente: Elaboración propia en base a información de CONACYT

Si bien es cierto todos estos programas están enfocados al área tecnológica en general, sin importar del sector que fueren, es importante recalcar que para estar alineados al sector central de análisis de esta investigación, se hará mayor énfasis en aquellos programas específicos del sector energético. Es por ello que de los programas/proyectos/fondos mencionados se han elegido dos tres: el Fondo de Innovación Tecnológica, los Fondos Sectoriales de Energía y el Portal de Cooperación Tecnológica Internacional.

[57] Esto lo hace en conjunto con la Dirección Adjunta de Posgrados y Becas (www.conacyt.gob.mx)

El **Fondo de Innovación Tecnológica**[58] es un fideicomiso que depende de la Secretaría de Economía (SE) y el CONACyT con el fin de apoyar a las empresas micro, pequeñas y medianas (MIPyMEs) y empresas tractoras. Particularmente está basdo en dar apoyos al desarrollo de nuevos productos, procesos de manufactura materiales o servicios. Los principales sectores a los que apoya son siete: sistemas de manufactura avanzada, tecnologías para la salud, agroalimentario, biotecnología, nanotecnología, tecnologías móviles y multimedia, tecnologías limpias y energías renovables.

Los **fondos sectoriales**[59] son fideicomisos que las dependencias y las entidades de la administración pública federal conjuntamente con el CONACyT pueden constituir para destinar recursos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente. Estos fondos están dirigidos a las universidades e instituciones de educación superior públicas y particulares, centros, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas que se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas que puedan brindar soluciones científicas y/o tecnológicas a las problemáticas de los sectores.

Entre los fondos sectoriales para el sector energía podemos mencionar tres (ver cuadro 4.3.2). Es significativo mencionar que estos fondos están alineados con el Programa Sectorial de Energía (2007-2012), ya que hacen referencia a los cinco puntos tratados en dicho programa: Sector Hidrocarburos, Sector Eléctrico, Eficiencia Energética, Energías Renovables y Biocombustibles, Medio Ambiente y Cambio Climático y Programa de mejoramiento de la gestión.

Cuadro 4.3.2 Fondos Sectoriales de Energía del CONACyT

Involucrados	Tema Prioritario	Áreas estratégicas	Marco Jurídico
CONACYT – SENER	Sustentabilidad Energética	1.-Fuentes renovables de energía, 2.- Eficiencia energética, 3.- Uso de tecnologías limpias, y 4.-Diversificación de fuentes primarias de energía	Art. 25 y 26 de la Ley de Ciencia y Tecnología (LCYT)

[58] http://www.conacyt.gob.mx/FondosyApoyos/Sectoriales/DesarrolloTecnologicoInnovacion/FIT/Paginas/default.aspx
[59]Fuente: www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/Paginas/default.aspx

CONACYT – SENER	Hidrocarburos	1.-Investigación científica y tecnológica aplicada (explotación, exploración y refinación de hidrocarburos y la producción de petroquímicos básicos) 2.- Adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico; 3.-Formación de recursos humanos especializados en la industria petrolera, a fin de complementar la adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico que impulsará el Fideicomiso.	
CONACYT – CFE	Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía	1.- Optimización de activos (infraestructura de generación, transmisión y distribución) 2.-Disponiblidad, uso eficiente de combustibles y fuentes alternas y renovables de energía 3.-Disponibilidad y uso eficiente del agua 4.-Tecnologias de información y telecomunicaciones 5.-Capacitación especializada	

Fuente: Elaboración propia en base a información del sitio web de Conacyt[60]

Se puede notar a partir del cuadro 4.3.2, que si bien existen apoyos desde el sector de ciencia y tecnología al sector energético, aún siguen presentes los fondos para hidrocarburos, lo que deja muy claro que aún se sigue apoyando su exploración, por lo tanto, los combustibles fósiles aún siguen siendo primordiales para el país. Esto es hasta cierto punto razonable, dada la alta dependencia histórica que se ha tenido en el petróleo. Sin embargo, este tipo de detalles en cuanto a los fondos sectoriales, podría revertirse y fomentar mayormente a los fondos de sustentabilidad energética.

Por otra parte, un problema identificado en los fondos de CONACyT y SENER es que estos cuentan con recursos por aproximadamente $1,500 millones de pesos anuales, los cuales no encuentran proyectos de gran impacto por lo que existe un amplio potencial para

[60] Fuente: www.conacyt.gob.mx/fondos/Paginas/default.aspx

que sean utilizados en proyectos específicos de CFE[61]. Esto muestra que aún hace falta desarrollar más tecnologías a fin de que esos fondos no sean destinados para fines diferentes para los que fueron creados. Además, la creación de mejores mecanismos de promoción de los fondos, o mejorar el mecanismo de gestión/comprobación, ya que en la realidad actual muchos empresarios no aplican a estos, debido a que el trámite es engorroso, lo que incluye la dificultad de comprobación y las tardanzas en la gestión y entrega de recursos[62].

Adicional a estos tres fondos, es de suma relevancia mencionar un fondo existente entre CONACyT-INE-SEMARNAT, el **Fondo Sectorial de Investigación Ambiental** en base a la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (LFICT) pero posteriormente al entrar en vigencia la Ley de Ciencia y Tecnología (LCyT) empezó a operar bajo estos lineamientos. Este fondo es un instrumento que apoya a las líneas de acción del Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT). El objetivo principal es fortalecer la investigación científica y tecnológica en el sector ambiental. Cabe mencionar, de manera muy general, que los tres fondos sectoriales descritos en el cuadro 4.3.2 tienen como punto común, el enfoque en el desarrollo de tecnologías renovables y en la formación de capital humano especializado para desarrollarlas. Los cuales podrían complementarse con este fondo en la parte de la investigación básica en medio ambiente.

El **Portal de Cooperación Tecnológica Internacional** se justifica dada la presencia de acuerdos de reciprocidad que existen entre los países para incrementar su conocimiento, creación y movilidad de recursos especializados y creación de capacidades tecnológicas. El medio ambiente y la energía, encajan de manera perfecta en esta cooperación debido a que es una preocupación global y no individual de los países. Es así como México en un esfuerzo por fortalecer el vínculo entre sus institutos de investigación internacionales, sobre todo de la Unión Europea, se ha unido a varios acuerdos. Y este portal es el encargado de reunir todos estos acuerdos (Ver cuadro 4.3.3).

---

[61] Fuente: Entrevista a Ing. Francisco Montaño, Asesor en Energía Renovable y Sustentabilidad Dirección General Comisión Federal de Electricidad (CFE)

[62] Fuente: Entrevista a empresa consultora *Green Momentun Inc.*

Cuadro 4.3.3 Acuerdos del Portal de Cooperación Tecnológica Internacional

Acuerdos	Descripción	Áreas prioritarias
Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología entre México y la Unión Europea (FONCICyT)	Tiene un convenio de financiación compartida y lo que busca es la implementación de redes en los proyectos de investigación científica	Energía no nuclear y el medio ambiente (proyectos como sistemas de refrigeración con energía solar térmica y de tratamiento de aguas residuales[63])
Oficina de Cooperación México-Unión Europea en Ciencia, Tecnología e Innovación (UEMEXCyT2)	Dar a conocer en México las oportunidades de cooperación en Investigación y Desarrollo Tecnológico existentes y así facilitar la cooperación en Ciencia y Tecnología entre la Unión Europea y México	
Séptimo Programa Marco (7PM)	Instrumento financiero de la UE que incentiva la investigación con la perspectiva de los objetivos de la Agenda de Lisboa de la UE	Cooperación, ideas, personas y capacidad en temas de ER y medio ambiente
Programas Bilaterales (España y Francia)	Fortalecimiento de la cooperación tecnológica por medio de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con entidades extranjeras	Creación de redes, formación de recursos humanos y vinculación entre universidades y centros mexicanos y extranjeros
Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CyTED) Iberoeka	Vincular las empresas entre sí, en el área de investigación y desarrollo tecnológico para incrementar la competitividad de dichas industrias	Empresas iberoamericanas (México ha participado con proyectos de energías renovables y de medio ambiente[64])

Fuente: Elaboración propia en base a información de CONACYT

Todos estos proyectos de cooperación están centrados principalmente en impulsar proyectos de energías renovables por medio de apoyos financieros compartidos con la finalidad de compartir los riesgos que conllevan. Además de dar a conocer los proyectos internacionalmente a través de la creación de redes científicas que también puedan contribuir con mejoras.

[63] Fuente: http://www.pcti.gob.mx/es-es/foncicyt/proyectos/Paginas/default.aspx
[64] Fuente: www.cyted.org

Como conclusión de este apartado, se tiene que el sector de ciencia, tecnología e innovación, tiene muchos programas y proyectos alineados al PND enfocados al desarrollo tecnológico en general, además de varios enfocados específicamente en las energías renovables. Esto muestra que también el sector científico tiene interés por los temas energéticos a nivel nacional y también busca la forma de crear alianzas internacionales, lo cual es una muestra de que no quieren quedarse rezagados y que quieren trabajar en conjunto y alinearse al cuarto objetivo del plan nacional de desarrollo, la búsqueda de la sustentabilidad ambiental.

4.4 Otros Programas

No sólo los sectores implicados directamente al sector energético, cuentan con programas focalizados al incentivo de proyectos de sustentabilidad y eficiencia energética, por ello es oportuno mencionar programas de otros sectores que también benefician y estimulan de distintas maneras, el desarrollo de este tipo de proyectos (Ver cuadro 4.4.1).

Cuadro 4.4.1 Programas de otros sectores que apoyan al medio ambiente, energía e innovación

Programas/Proyectos	Descripción	Responsable
Programa Nacional de Innovación	Establecer políticas públicas que promuevan y fortalezcan la innovación en los procesos productivos y de servicios, para incrementar la competitividad de la economía nacional en el CP, MP y LP a través de la vinculación entre educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación	Secretaría de Economía (SE)
Programa de apoyo a proyectos sustentables	Dar apoyo financiero a empresas que promuevan el uso y conservación de los recursos naturales de una forma eficiente, entre los temas que consideran prioritarios están el aire, agua y el ahorro y uso eficiente de la energía	Nacional Financiera (NAFIN)

Programa de Financiamiento de proyectos de mecanismo de desarrollo limpio (MDL)	Dar apoyo financiero a empresas mexicanas de cualquier sector que desarrollen proyectos de sustentabilidad ambiental ya sea por medio de créditos o a través del **Fondo Mexicano de Carbono (FOMECAR)** hasta por un plazo de 20 años	Banco de Comercio Exterior (BANCOMEXT)
Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)	Canalizar recursos económicos (privados, públicos o mixtos) para proyectos del sector agro además de ER ya que tienen interés en el uso de ER en los procesos agropecuarios y pesqueros	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
FONAGA VERDE Programa Especial del Fondo Nacional de Garantías de los Sectores, Agropecuario, Forestal, Pesquero y Rural (FONAGA)	Incentivar la participación de los Intermediarios Financieros en el financiamiento de proyectos de inversión relacionados con la producción de fuentes renovables de energía y de biocombustibles, cubriendo de manera mutual los primeros incumplimientos que eventualmente llegaran a presentarse por parte de los acreditados	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) y SAGARPA
Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (PROCALSOL)	Instalar un millón ochocientos mil metros cuadrados de calentadores solares de agua en México entre el año 2008 y el 2012, impulsando el aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua en los sectores residencial, comercial, industrial y de agronegocios a través del fortalecimiento de los mecanismos actualmente en operación y del diseño e implementación de esquemas nuevos e innovadores	- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) - Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ)

Programa Piloto para la Competitividad de las MiPyMES a través de Prácticas Sustentables[65]	Asesorar a micro, pequeñas y medianas empresas mexicanas acerca de las ventajas competitivas que les otorgaría incluir la variable sostenibilidad en sus negocios. Los resultados servirán de insumo en la formulación de política pública y de instrumentos financieros que contribuyan al desempeño ambiental.	-Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) del Banco Interamericano de Desarrollo -Instituto Global para la Sustentabilidad (TEC Monterrey)

Fuente: Elaboración propia en base a información encontrada en cada una de las entidades

Resulta realmente interesante estar al tanto de que no únicamente los sectores medio ambiente, energía e innovación, están involucrados en otorgar apoyos a proyectos de energías renovables y que existen varios organismos fuera de estas tres esferas como secretarías, banca de desarrollo, banca de comercio exterior, instituciones educativas y otras que también están insertados en esta transición energética. Esta información es de suma importancia para apoyar la propuesta de esta investigación sobre la posibilidad de crear un sistema de eco-innovación en el sector energético, gracias a las diversas organizaciones, instituciones y redes multidisciplinarias que se están instaurando para su promoción.

Finalmente, para concluir este capítulo, resulta inevitable mencionar que todos los sectores mencionados de uno u otro modo, buscan apegarse a los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 mencionados al inicio del capítulo. Esto sucede debido a que el desarrollo humano sustentable es el principio fundamental de las políticas públicas del país. Por lo tanto, muchos programas lo hacen sin importar el sector al cual pertenecen y esto resulta en una gran ventaja para el país, sobre todo hablando de sustentabilidad ambiental e innovación tecnológica.

Por otra parte, surge una interrogante de cómo los sectores mencionados en este apartado podrían converger en un mismo objetivo para poder desarrollar eco-innovaciones favoreciendo específicamente a las energías renovables. Toda esta preocupación por el medio ambiente y por combatir los GEI que contienen los programas de los sectores aquí mencionados tiene como base el Programa Especial de Cambio Climático y son

[65] Este programa se dará en colaboración con Walmart de México y Centroamérica, FEMSA y Banorte, y beneficiará a 3000 MiPYMES y buscará ser escalable y replicable en otros países de AL desde septiembre 2012.

transversales en relación al eje de sustentabilidad ambiental del PND. Pese a ello, la convergencia entre estos sectores no se da de manera directa; por ejemplo en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales no existe entre sus objetivos uno específico de energías renovables que a la vez esté relacionado con el Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación. Este tipo de conexiones específicas son las que se ha identificado, que es necesario realizar, por ejemplo, establecer un objetivo específico en cuanto a energías renovables en cada uno de los sectores para que de esta forma adquieran una responsabilidad compartida.

Por otra parte, el programa de Medio Ambiente en su agenda verde menciona estar enfocada en la gestión de ecosistemas y del aprovechamiento de recursos naturales. No obstante, no se menciona algo acerca de creación de tecnologías renovables o eco-innovaciones. Más bien se hace énfasis en la prevención de la contaminación debido a las emisiones que se producen con la producción y uso de la energía, en incentivar el ahorro en el consumo energético y en la recuperación de las energías residuo. En la agenda gris de este programa sí se mencionan apoyos para generar fuentes de energías renovables con el fin reducir emisiones de gases de efecto invernadero. En resumen, el fomento a energías renovables no es parte de la agenda verde del programa, por lo tanto deberían ser incluidos.

En cuanto al programa sectorial de energía, tiene bien definidos sus esfuerzos en cuanto a energías renovables, y entre ellos son dos los objetivos específicos los que se relacionan directamente con el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación: Promover el uso y producción eficientes de la energía y fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables. Es así como el programa de Innovación ha creado estrategias que apoyen a estos objetivos, como por ejemplo, el desarrollo del Programa Nacional de Energías Renovables, apoyos en las actividades de investigación y capacitación de recursos humanos en la materia, intercambio de conocimientos y tecnologías y esquemas de financiamiento para el aprovechamiento de fuentes renovables de energía. Hay que recalcar que en este programa sí se hace una separación muy clara entre los esfuerzos por las energías renovables y en aquellos por mitigar las emisiones de GEI aunque tengan relación.

En realidad, aunque existan esfuerzos por lograr la transversalidad de las políticas de medio ambiente con el resto de sectores, y el impulso al involucramiento de varios organismos públicos, hacen falta incentivos para el sector privado, que le permitan observar la posibilidad de ser más competitivos al ser sustentables y pioneros en la creación de nuevos mercados verdes[66]. Justamente la propuesta de este trabajo incluye la creación de políticas a partir de estos sectores que apoyen un sistema de innovación enfocado en las eco-innovaciones. Esto sería un gran instrumento para crear tecnologías que no solo sirvan como fuente de energía eléctrica (servicio público), sino que también lleguen a convertirse en tecnologías que lleguen al usuario final, como por ejemplo, electrodomésticos de la vida cotidiana que funcionen con algún tipo de energía renovable y cuyo ciclo de vida cumpla con los principios de sustentabilidad. Finalmente, cabe mencionar que en este capítulo se intenta remarcar un análisis a nivel de la planeación nacional en materia de las energías renovables y mediante el cual se pudo constatar que a pesar de existir una planificación, aún existe una significativa distancia entre lo que se ha propuesto a nivel de estos programas y lo que en realidad se ha avanzado en el sector. Dichas falencias encontradas servirán de insumo para emitir diversas recomendaciones en el capítulo final.

[66] Debe ser analizado con profundidad y es motivo de una investigación por sí misma, la primera propuesta es presentada por Díaz López y Rolon (2013)

CAPITULO V. HACIA UN SISTEMA DE ECO-INNOVACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO DE MÉXICO

En este capítulo final, compuesto de cuatro apartados, se introduce el tema del sistema nacional de innovación mexicano y se retoman las herramientas planteadas a lo largo del trabajo y se aplican haciendo énfasis en el caso de las energías renovables. En el primer apartado, se mencionan las características principales del sistema de innovación y los agentes que intervienen. En el segundo, se presenta la situación actual de la eco-innovación en México y se describen los actores que pudieren intervenir en la creación de un sistema de eco-innovación. En la tercera parte, se hace un análisis del sistema de innovación y se identifican las fallas que están limitando el desarrollo de eco-innovaciones en el sector energético, haciendo énfasis en las energías renovables, esto, sin dejar de lado aquellos estímulos que la están promoviendo. En esta parte se utilizan los hallazgos obtenidos de las entrevistas. Finalmente, en el último apartado y utilizando como referencia los resultados del apartado anterior, se menciona una propuesta con medidas correctivas las cuales podrían contribuir a la obtención de un sistema de Eco-innovación efectivo en el sector energético.

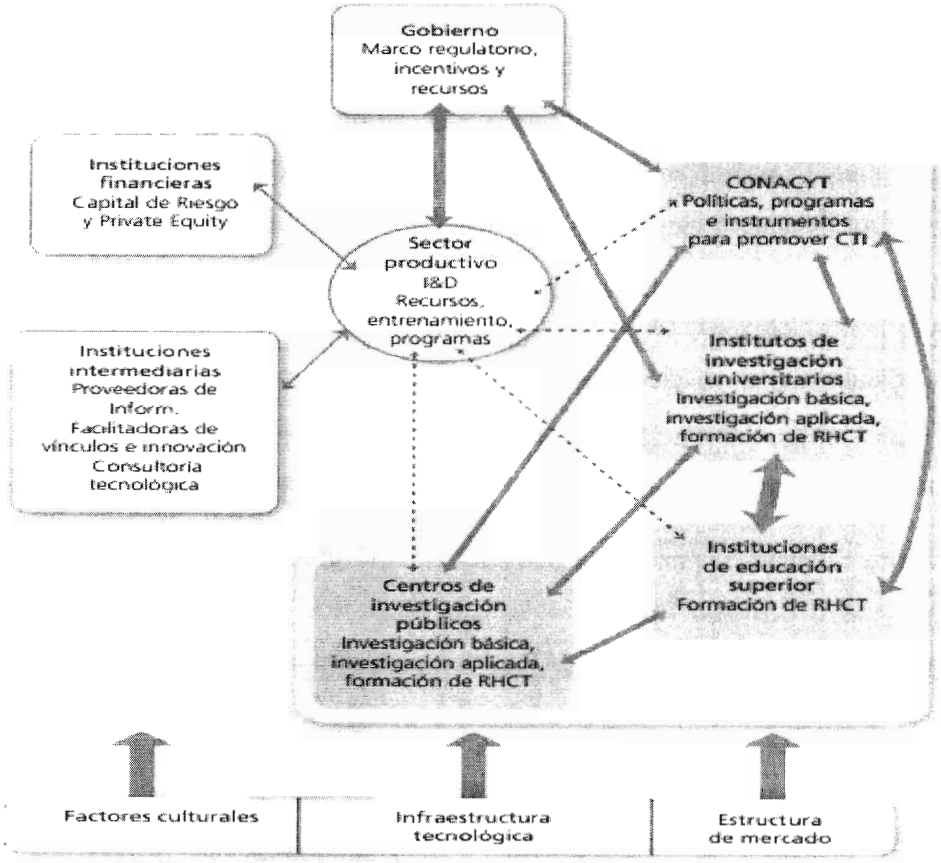
5.1 El Sistema Nacional de Innovación en México

El enfoque de Sistemas de Innovación ha sido ampliamente usado por expertos multidisciplinarios, organismos internacionales y formuladores de políticas. Sin embargo, este enfoque, desde la perspectiva empírica, presenta "problemas metodológicos" y es por esa situación que el concepto se utiliza más "como una herramienta analítica para guiar la reflexión y la definición de políticas públicas y estrategias empresariales de aprendizaje e innovación" (Villavicencio y López; 2009).

La principal particularidad de un SNI son las redes e interacciones que se establecen entre los agentes que participan dentro de este. En el caso de México, la literatura indica que los principales agentes son: organismos gubernamentales, centros e institutos públicos de investigación, institutos de educación superior, empresas, instituciones intermedias e instituciones financieras (Ver anexo 6).

Pese a la existencia de estos agentes y de lo importante de las interacciones que debe haber entre estos, se ha identificado que esta es una debilidad en el sistema de innovación mexicano, ya que estos vínculos aún son muy discretos. Estas debilidades están dadas por dos características particulares del SNI mexicano: 1-el sector productivo actúa como un agente aislado dentro del sistema y 2- la mayoría de las interacciones tienen lugar entre instituciones públicas (Ver figura 5.1.1). Estas relacionen no deben sorprender ya que provienen de esquemas lineales obsoletos en donde sólo se pensaba en políticas para la ciencia y tecnología mas no en la vinculación con otros agentes para su aplicación empresarial. Sin embargo, hoy en día sabemos que el modelo de hoy es el de mayor interacción entre los agentes sean internos o externos (aquí entra el concepto de innovación abierta).

Figura. 5.1.1 Principales agentes y vínculos del Sistema de Innovación Mexicano



Fuente: Dutrénit et al (2010)

Una estructura fuerte y eficiente en un sistema de innovación es de gran envergadura para el apoyo a la innovación. Al respecto la OCDE (2010) menciona que "los bajos niveles de innovación en México pueden atribuirse a la existencia de un marco poco propicio y a deficiencias en la gobernabilidad del sistema mexicano de innovación. Esto explica la persistencia de un nivel insuficiente de inversión tanto pública como privada en la materia. El nivel de competencia sigue siendo bajo en sectores estratégicos para la innovación como las telecomunicaciones, la producción y distribución de energía y el transporte" (OCDE, 2010). Este argumento refleja que si bien, la tendencia de la participación del sector público ha predominado siempre, no se puede depender siempre de una política asistencialista en este sentido, más bien hay que incentivar la inversión por parte de los privados para que estos incorporen a las estrategias del negocio las estrategias de innovación (por ejemplo: la eco-innovación).

En cuanto a la investigación básica ha mostrado un limitado grado de avance, a pesar de que se ha dado apoyo a la formación de recursos humanos a través de 28 centros de investigación (CONACyT) a lo largo de toda la república (OECD; 2008). Estos centros públicos cuentan con una autonomía para el desarrollo de las tecnologías y para establecer vínculos con el sector privado e inclusive compartir derechos de propiedad intelectual en tecnologías específicas. Esto podría llegar a ser una gran ventaja para los centros, ya que muchas veces no existen los recursos suficientes para lograr que esas tecnologías sean comercializadas y lleguen al mercado. De ahí la importancia de la vinculación de los agentes[67]. Sin embargo, a pesar de la existencia de esos vínculos, esto aún no está establecido dentro de un marco regulatorio para los centros públicos de investigación.

Otra cuestión que se observa es que varios investigadores actúan por iniciativa propia en el desarrollo de tecnologías y no por seguir una necesidad del mercado o por algún un incentivo de política, por lo tanto esto hace que sus desarrollos no salgan del laboratorio y que incluso no lleguen a patentarse debido a una falta de sistema de gestión tecnológico o de innovación, lo cual incluye la propiedad intelectual.

Además, entre algunos investigadores lamentablemente aún existe cierto rechazo a la creación de *spin-offs*, muchos empresarios se interesan en las tecnologías pero debido a que

[67] En base a experiencia durante el ATTP Summer Internship 2011 (CIQA)

los investigadores sienten que no se llega a un acuerdo que beneficie a ambos, estos no llegan a concretarse. Un motivo fundamental es la carga burocrática que esto representa lo cual en muchos casos frena estas alianzas, esto es un ejemplo de una deficiencia institucional. Esta situación también se presenta en las universidades en las que tienen un departamento de energía especializado, donde el interés por adquirir la propiedad de la tecnología y de llegar a comercializarla realmente no es su objetivo primordial[68], en muchos casos y es lamentable decirlo, desde el punto de vista del avance en la innovación, lo más relevante para los investigadores es mantener un nivel en el Sistema Nacional de Investigadores.

Pero esta realidad no es una falta de los investigadores, es el mismo sistema el que ha convertido esto en un círculo vicioso en el cual, en muchos de los casos, los únicos incentivos y reconocimientos que se otorgan son por las publicaciones que realicen y no por llegar a patentar y comercializar las invenciones[69]. A pesar de esto, algo que resulta muy curioso es que esta situación no se da con todos los investigadores de los centros de investigación ya que hay muchos que si tienen vínculos con la industria y desarrollan tecnologías que le son solicitadas lo cual correspondería a una demanda de mercado, incluso muchos centros de investigación sí han desarrollado *spin-offs*.

Además, algunos centros de investigación, al igual que universidades ya están insertándose en plataformas para conseguir salida de tecnologías que si bien no es una regla general, ya se nota la presencia de intermediarios como las Oficinas de Transferencia Tecnológica y la tendencia a la creación de redes en algunos casos. Por contraparte, resulta curioso que hay casos en que el investigador está interesado en explotar comercialmente su tecnología, pero resulta que la academia no se lo permite debido a que "no está establecido en sus políticas".

La política de ciencia y tecnología ha privilegiado con mayor énfasis la investigación básica, desarrollo tecnológico e innovación. Sin embargo, parece que eso no ha sido suficiente para superar la gran brecha que existe entre investigadores y empresarios, en el

---

[68] Fuente: Entrevista a Jefe Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana

[69] Existe la ley de Ciencia y Tecnología, pero no se cumple a cabalidad en la realidad. "Todo cpi que disponga de recursos autogenerados debe estar en condiciones de otorgar ingresos adicionales a sus investigadores provenientes de la enajenación
de bienes, de la prestación de servicios o de las regalías por la aplicación o explotación de derechos de propiedad intelectual
(lct, art. 56).

sentido que los primeros cubran las necesidades de los segundos y que los segundos puedan ofrecer mayores beneficios a los primeros. Esto suele pasar debido a que los investigadores sienten que se subestima su trabajo, esto sigue pasando a pesar de los esfuerzos de política al incentivar el trabajo colaborativo entre universidad y empresa para poder acceder a fondos gubernamentales, lo cual denota que hacen falta mucho más esfuerzos. El sistema de premios a la vinculación academia-empresa debería reforzarse, por ejemplo, no se premia igual la publicación de una patente que la de un libro.

A partir de estas características surge la necesidad de mejorar estas debilidades de vinculación existentes entre el sector académico y productivo. Para ello se resalta la introducción de terceros que intervengan elaborando las conexiones necesarias con todos los actores del sistema, y no solo que los conecte sino que mejore la calidad de vínculos, mida la efectividad de interacciones a todo nivel y lo más relevante, que estos vínculos sean duraderos y puedan subsanar fallas y que no sean tan solo momentáneos. En esta parte la iniciativa privada, por ejemplo, oficinas de transferencia, consultoras, financieras, capital de riesgo, asociaciones empresariales juegan un rol vital en el fortalecimiento de estas redes de conocimiento.

5.2 La Eco-Innovación en México

El tema de la Eco-innovación en México, no es un tema que ha sido tratado con amplitud; aunque existen programas, leyes, proyectos y demás enfocados en el medio ambiente como se mencionó en el inventario realizado en el capítulo anterior, no existe hasta la actualidad un programa o un plan de acción etiquetado específicamente como Eco-innovación. El único documento oficial identificado en la literatura que trata sobre la Eco-innovación en México es el que realizó la OECD en el 2008 y que es parte de una serie de perfiles de países que están apoyando las innovaciones ambientalmente amigables y en el cual se llega a la conclusión de que "no existe una definición estricta de eco-innovación" (OECD; 2008). Por ello, se pretende que con el inventario presentado en el capítulo anterior se realice una contribución más a este tema.

Los resultados del estudio de la OECD apoyan al hecho de que, a pesar de la existencia de programas existentes relacionados a la Eco-innovación, los términos como innovación ambiental, tecnologías limpias y tecnologías sustentables aún son muy confusos. Por lo tanto, esto muestra la necesidad de desarrollar un sistema de Eco-innovación que integre todos estos conceptos en cada uno de los agentes que intervienen en el proceso. A pesar de que existe esta falta de claridad en los términos, se pudo identificar que existen empresas que están inmersas en la parte de tecnologías ambientales. Una de ellas es Microsoft México, la cual se planteó un esquema para lograr la sustentabilidad ambiental, la cual tiene como enfoque reducir, administrar y replantear los procesos relacionados a la energía. Asimismo, se firmó un convenio en el cual se comprometió a ser neutral en emisiones de carbono. Por otra parte, la empresa Alestra, ubicada en la industria de tecnologías de información, en su esfuerzo por contribuir a la reducción de emisiones de dióxido de carbono, desarrolla sus tecnologías de acuerdo a estándares internacionales[70].

Es importante hacer mención de las empresas que están tomando medidas en relación al tema de la eco-innovación para constatar que la preocupación de algunos empresarios no ha sido del todo nula. Sin embargo, medirla es de por sí una ardua tarea, pese a ello se han identificado esfuerzos por establecer estándares de medición a nivel de empresas por medio de certificaciones (eco-etiquetas, normas ISO y EMAS). En el caso de las eco-etiquetas es el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC), (avalado por la Comunidad Europea) el organismo encargado de incentivar a las empresas a certificarse en cuanto al eco-etiquetado con el fin de incrementar su competitividad a nivel internacional[71].

En cuanto a las normas ISO (14001), para el caso de México, existen las NOM (Normas oficiales mexicanas) y las NMX (Normas técnicas mexicanas) como la (2004/NMXSAA-14001-IMNC-2004); que no son equivalentes a las ISO dado que no tienen un reconocimiento internacional; sin embargo, establecen algunos límites de control para la operación de las empresas en México. El vínculo oficial con las normas se da por medio de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), a través de la Dirección General de Normas (DGN)[72] y con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA),

[70] Fuente: Información obtenida en la Cumbre de Negocios Verdes (Tecnológico de Monterrey, 21 de septiembre 2012)
[71] Fuente: http://www.imnc.org.mx/
[72] Fuente: http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/273/14000.html

en el caso de las NOM. Si bien es cierto que esta herramienta genera valor a las compañías que lo adoptan, es difícil esclarecer si su interés es realmente el medio ambiente o sólo lo usan como una estrategia de imagen ante las demás empresas del sector o por motivos externos por ejemplo, las presiones gubernamentales de ser una empresa socialmente responsable y poder acceder a licitaciones para conseguir recursos estatales. En México, hasta el año 2010 (último año reportado en INEGI) 2,234 fueron los establecimientos certificados con ISO 9001:2000 y 14001[73].

Por otra parte, en relación al *EcoManagement and Audit Scheme (EMAS),* en México, se considera que los aspectos fundamentales del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) son el consumo de agua, residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y el consumo de energía eléctrica[74]. En cuanto a este último aspecto, la meta para el 2012 es reducir su consumo en un 4% y en un 5% en el 2013. Además, existe el Programa Nacional de Auditoria Ambiental (PNAA) a cargo de la PROFEPA, el cual es voluntario y ayuda a mejorar tanto el desempeño ambiental como los procesos de producción, y por lo tanto, la competitividad de las empresas que se adhieran al programa[75]. Al 2012, son 2,487 las instalaciones mexicanas que cuentan con un certificado vigente, denominado "Industria Limpia", las que entre sus logros obtenidos tuvieron un ahorro de electricidad por 6 millones de kWh, un ahorro de agua por 196 millones de m^3, disminuyeron las emisiones de CO_2 en 19 millones de toneladas y redujeron sus residuos en 6 millones de toneladas.

Estas iniciativas que ya han sido adoptadas en México, muestran que el país está insertándose en la materia de eco-innovaciones y que existe un interés por cuantificarlas. Esto resulta enriquecedor para conocer la labor que hacen muchas empresas, ya que son agentes importantes a considerar para la creación de un sistema para la eco-innovación. Sin embargo, también hay que recalcar que estas certificaciones son voluntarias por lo tanto, no todas las empresas las poseen. He aquí un nicho para la existencia de un marco regulatorio - uno de los determinantes de la eco-innovación- que impulse a las empresas a entrar en estas certificaciones que si bien no son la panacea, pueden contribuir a que las empresas incluyan lineamientos ambientales en sus estrategias.

---

[73] Fuente: http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=19007
[74] Fuente: http://www.dgit.gob.mx/images/areas/calidad/SGA-SNEST/MANUAL_SGA/ANEXO_9_LISTA_DE_ASPECTOS_AMBIENTALES_SIGNIFICATIVOS.pdf
[75] Fuente: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/3934/1/mx/que_es_el_programa.html

No obstante, la inversión en investigación y desarrollo, aun es incipiente en comparación con otros países, los miembros de la OCDE son un ejemplo. Sumado a eso, hay que enfatizar una vez más que el sector público es el que predomina, es decir que dichos fondos son gubernamentales, y que aún faltar estimular al sector privado a que se inserte en esta nueva oleada verde. El esfuerzo que se necesita es conjunto; un buen ejemplo es la ETAP (*Environmental Technology Action Plan*) que fue la primera iniciativa de los países de la Unión Europea y cuyo principal objetivo era "promover el desarrollo de procesos ambientalmente benéficos, productos y tecnologías que apoyen y complementen las políticas ambientales" (OCDE; 2009). Este fue reemplazado por el EcoAP (*Eco-Innovation Action Plan*) desde diciembre de 2011 el cual según la Comisión Europea, "es un paso adelante significativo para la eco-innovación, ya que lleva a la UE más allá de las tecnologías ecológicas y promueve una completa gama de procesos, productos y servicios eco-innovadores" [76]. Este ejemplo se puede asemejar a la propuesta de esta investigación que es la creación de un sistema de eco-innovación que tenga un objetivo común en el cual se involucren -sino es el caso de varios países- varios sectores transversales al energético.

Cuando se habla de eco-innovación se habla de algo bueno y positivo para la sociedad ya que tienen un impacto positivo no solo en la sociedad sino también en el medio ambiente. Aunque la eco-innovación había sido un tema poco mencionado a nivel internacional, ahora ha empezado a sembrar fuertes bases en Europa donde se ha incrementado el "nivel de concienciación social y empresarial acerca de los problemas ambientales y de sus posibles remedios" esto ayuda a incrementar un enfoque más directo acerca de las oportunidades que existen en el tema de protección y minimización de los daños hacia el medio ambiente en todos los niveles, científico, empresarial y de manera global a nivel social (Ihobe; 2009).

Pese a todos estos esfuerzos realizados, no existe algún país que cuente con una política etiquetada como de eco-innovación, existen esfuerzos por incentivarlos como la ya mencionada EcoAP. Por citar un ejemplo al respecto, se tiene el caso del País Vasco, el cual propuso lograr un cambio verdadero y aprovechar todo su potencial. Es así como han comenzado a crear comunidades de Eco-innovación, lo cual se ha podido llevar a cabo gracias a la colaboración que va desde la investigación básica hasta la política pública. En

[76] "Es un amplio marco político que establece las direcciones para la política y la financiación de la eco-innovación" Fuente: ec.europa.eu/environment/ecoap/about-action-plan/objectives-methodology/index_es.htm

el País Vasco, la eco-comunidad de energía (una de las siete que posee) es una de la más avanzadas, gracias a la colaboración del sector empresarial con su Ente Vasco de Energía (EVE). Vale la pena mencionar a dos empresas vascas reconocidas internacionalmente como lo son Iberdrola[77] y Gamesa[78] las cuales también tienen proyectos en México y que han apostado a la creación de sistemas de energías bajos en carbono, lo que le ha dado este renombre y lo que ha llevado a que esta eco-comunidad lleve la delantera (Ihobe; 2009).

Esta situación, nos permite informarnos que la transición hacia la eco-innovación hace rato despertó la atención de la agenda política de algunos países, como los europeos en los cuales existen industrias completas con cadenas de suministro totalmente integradas. Esto está sucediendo pese a que el nivel de difusión de la eco-innovación -generalizando un poco- aún no es tan elevado. A partir de esto, surge una pregunta especial ¿por qué en México no existe un apoyo de tal envergadura? La respuesta es muy amplia ya que existen varios factores que influyen en esta decisión y a distintos niveles, una de ellas, y la que se considera de mayor peso, es la falta de un marco regulatorio rígido que las impuse. Ahora bien, a pesar de que no existe una política específica de Eco-innovación, existen considerables esfuerzos de muchas organizaciones que están proyectándose en este sentido y aquí se han identificado agentes que intervienen con sus esfuerzos para apoyar la Eco-innovación en México (Ver figura 5.2.1).

Las regulaciones son las instituciones que más impacto tienen en la eco-innovación (Hayes, Tojo et al; 2008). Por lo tanto, las instituciones son una parte fundamental para el buen funcionamiento del sistema. Al respecto, los instrumentos existentes en los sectores mencionados en esta investigación han sido un buen aliciente para promover la eco-innovación, no obstante, aún resultan deficientes.

---

[77] En el 2010, esta empresa consiguió la construcción del parque eólico La Venta III, en Oaxaca, con capacidad de 103 megavatios y en el 2012 se le ha adjudicado la primera planta solar fotovoltaica ubicada en Cerro Prieto Baja California (Iberdrola Ingeniería y Construcción México)

[78] Es el principal proveedor de Iberdrola en México, lo que consolida a esta empresa como su principal proveedor mundial incluyendo su tecnología en todas las instalaciones eólicas

Figura 5.2.1 Principales Agentes que intervienen en la Eco-innovación en México

Fuente: Elaboración propia en base a revisión documental

En relación a los centros de investigación muchos de ellos están haciendo sus mejores esfuerzos para incluir líneas de investigación y medio ambiente, hay algunos que tienen excelentes trayectorias, muy bien planteadas, por contraparte también están los que sus esfuerzos aún son incipientes. Conocer ambos aspectos muestra las dos caras de la moneda en cuanto a las instituciones relacionadas a la investigación. Esta situación refleja que la disponibilidad para llevar las tecnologías más allá de las fronteras académicas no es del todo nula, y es aquí donde existe una oportunidad para que la política pública haga su mejor labor en cuanto a alentar a que estas relaciones se sigan dando en mayor proporción que en la actualidad.

En síntesis, se ha identificado que, aunque no existe una política de eco-innovación como tal, que sea transversal a varios sectores prioritarios, y que posea objetivos en común, las políticas ambiental, energética y de innovación están trabajando con proyectos a favor de la eco-innovación. Por lo tanto, estarían en la capacidad de integrarse con una visión conjunta y los mismos objetivos (en favor de las energías renovables por ejemplo) y no ser tratadas con visiones diferentes como se ha analizado hasta ahora. Esto favorecería la creación de una cultura de sustentabilidad, tanto al hablar de tecnologías como también de

los nuevos negocios que a partir de estas se emprendan. Es una realidad que aunque existan las mejores políticas y las mejores intenciones hacia una transición, esto no sirve de nada si la sociedad se opone al cambio –inherente a toda sociedad y sistema- por lo tanto, esto es realmente un reto para el sector energético.

Para resumir las ideas de este apartado, se destaca que la Eco-innovación, a pesar de no ser parte de una política estricta en el país, cuenta con los insumos necesarios para ser creada y tiene un gran potencial dada la coyuntura ambiental actual. Además, ya están establecidos los cimientos de fomento a la ciencia, tecnología e innovación que se ha generado en el país desde los diferentes sectores clave que podrían ser los involucrados más pertinentes en el proceso. Por contraparte, a pesar de que la vinculación entre academia e industria aún es incipiente, poseer los insumos necesarios ya es un gran paso hacia adelante. Algo significativo para el proceso de la creación de una política de eco-innovación es que la transversalidad de los sectores que lleguen a involucrarse, no se dé solamente en relación a la mitigación del cambio climático y uso eficiente de la energía, sino que también debe incluir al desarrollo tecnológico como eje rector.

5.3 Análisis del Sistema de Eco-innovación en el sector energético: Fallas de Sistema

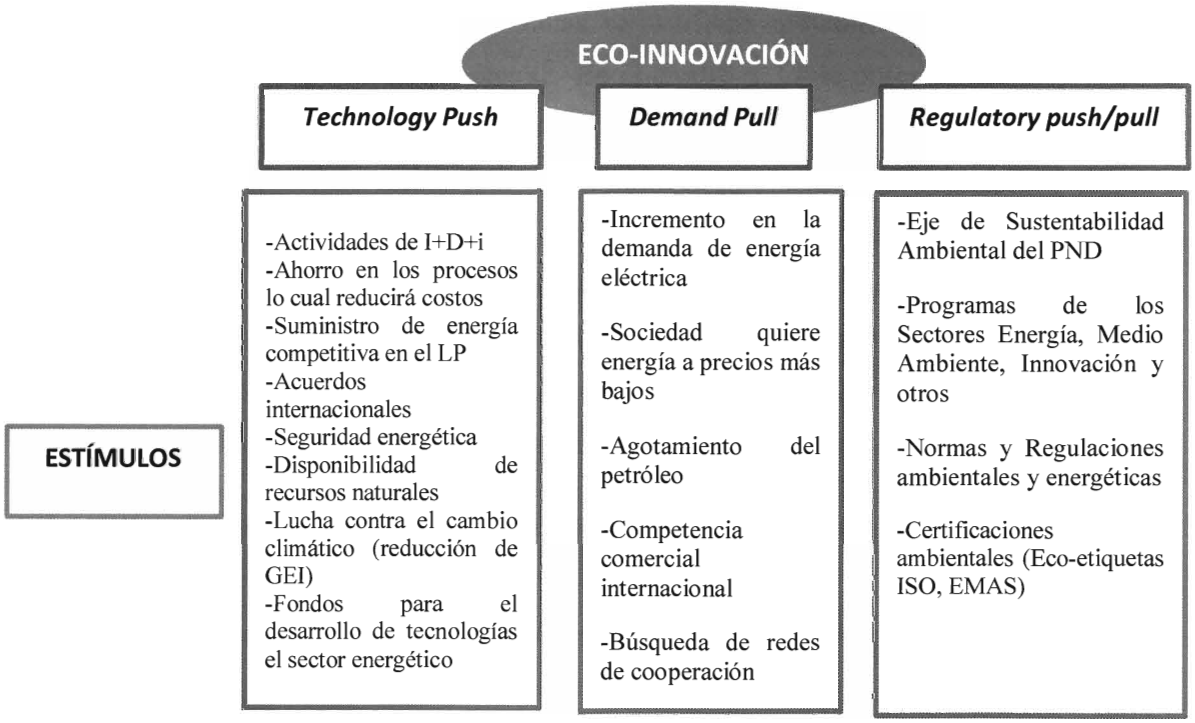
Las deficiencias encontradas y que fueron expuestas en el apartado anterior, denotan que queda un trabajo muy grande por hacer y que está muy clara la existencia de un espacio suficiente para que un marco regulatorio enfrente estas irregularidades, ya que la política tiene la tarea de "construir un sistema de innovación efectivo" (Nelson; 2009). Los sistemas de innovación por lo general tienen tienden a favorecer en mayor número a las innovaciones incrementales, sin embargo son las radicales las que reportan mayor costo-beneficio. La eco-innovación es un área que se debe integrar al enfoque de sistema de innovación que aunque tenga debilidades, cuenta con los elementos base para hacerlo.

Luego de conocer el estado de la Eco-innovación en México, se ha realizado un análisis (fuentes principales y complementarias) donde se pudo identificar la presencia de distintos *drivers* y *barriers* que existen para la creación de un sistema efectivo para la Eco-

innovación en el sector energético, en el caso especial de las energías renovables. Para el análisis se utilizó el enfoque de los determinantes de Reenings (2000): *technology push*, *demand pull* y *regulatory push/pull* (ver figura 5.3.1). Este análisis global del sector permitió conocer el estado actual de la eco-innovación en el sector, además de la presencia de fallas que están imposibilitando la implantación de energías renovables en México.

No está de más añadir que el sector ambiental adicionalmente cuenta con fallas intrínsecas, por lo que se necesitan aún más esfuerzos por combatirlas. Pese a ello, se sabe también que las acciones que se toman a favor de las innovaciones no garantizan su éxito, ya que también se debe considerar la posibilidad de que existan "fallas de política[79]" (Malerba; 2009). Estas fallas pueden estar en cualquiera de las etapas de la política pública, sin embargo, un enfoque integral de sistema en el que varios actores aporten ideas y experiencias y sean partícipes activos del proceso total, podría ayudar a disminuir en gran medida estas fallas. Es aquí donde los tomadores de decisiones juegan un rol fundamental tanto en el diseño, como en el análisis y la evaluación de las políticas.

Figura 5.3.1 Análisis de estímulos y obstáculos para la Eco-innovación (ER)



[79] No es objeto de estudio de esta investigación

OBSTÁCULOS	-ER son costosas -Necesidad de mayor cantidad de recursos humanos especializados en ER -Alta dependencia de tecnologías importadas -Poca capacidad de integración de cadenas de valor -No existe claridad en la evaluación de proyectos para fondeo -Falta de incentivos que promueven la vinculación de la academia con la industria -Disponibilidad de CR es incipiente	-Consumidores prefieren productos menos costosos -Resistencia al cambio debido a una alta dependencia en combustibles fósiles -Falta mayor difusión sobre los beneficios ambientales del uso de las ER -No toda la población cuenta con acceso a la red eléctrica nacional -Pocos empresarios están dispuestos a asumir el riesgo de la innovación	-Políticas mal alineadas, favorece en unos aspectos y en otros los dificulta -Marco regulatorio poco rígido -Programas del sector no incluyen la transferencia de tecnologías -Estructura de instituciones basadas en esquemas económicos tradicionales y no en la innovación -Instrumentos fiscales premian la implementación y no el desarrollo tecnológico -No se promueve la incorporación de las tecnologías desarrolladas a macro-proyectos de transición energética

Fuente: Elaboración propia a partir del enfoque de Reennings (2000) e información de las entrevistas

A manera de propuesta y en base a la identificación de estímulos y obstáculos, se tipificarán las fallas de sistema utilizando el enfoque de Klein Woolthuis et al (2005). Con esta herramienta además de analizar estas fallas, se justifican elecciones de política y se puede evaluar el marco de políticas en general. En el cuadro 5.3.1 se observan los actores y las fallas en relación a las energías renovables; y en el cuadro 5.3.2 se presenta, a modo de síntesis, la descripción de dichas fallas. Este enfoque ayudará a tener una visión más clara acerca de "las causas y efectos en términos de funcionamiento del sistema y sus resultados". Del lado izquierdo se mencionan las fallas y del lado superior se mencionan los actores que ayudarían a combatir dichas fallas (cada símbolo X representa a cada actor que puede contribuir en la lucha contra los cuellos de botella existentes). A continuación se puntualiza cada uno de los tipos de fallas encontrados:

1.- Fallas de infraestructura. La infraestructura para el desarrollo de las ER ha avanzado mucho contando actualmente con una capacidad instalada para la generación eléctrica de 14,324 MW (incluye hidroeléctricas) según se registró hasta el año 2012 y representó el 22.3% de la capacidad de generación eléctrica de todo el país. Los expertos en el tema indican que actualmente existen institutos altamente capacitados que pueden contribuir a

esta mejora. Por otra parte, dada la inversión en ciencia y tecnología que se está realizando en el área energética y, aunque ya se ha ido modernizando el sector, aún la infraestructura tecnológica del país es incipiente en comparación al potencial que posee debido a su ubicación geográfica privilegiada.

Cuadro 5.3.1. Marco de Política SI para la Eco-innovación en el Sector Energético Mexicano[80]

Actores / Reglas (Fallas de Sistema)	**Demanda** -Consumidores -Grandes compradores	**Empresas** -Grandes Multinacionales -Pymes -Start-ups -Spin-offs	**Institutos de Conocimiento** -Universidades -Institutos tecnológicos y de investigación - Desarrolladores de tecnología	**Terceros** -Financieras -Capital de Riesgo -Intermediarios y consultores -Asociaciones empresariales	**Gobierno** (Organismos del Sector Público)
Infraestructura			X	X	X
Institucionales Fuertes		X			X
Débiles	X	X	X	X	X
Interacción Fuerte		X	X	X	X
Débil		X	X		X
Capacidades:		X	X		X

Fuente: Elaboración propia a partir de Klein Woolthuis et al (2005)

Se han desarrollado proyectos de ER por parte de inversión propia de la CFE, sin embargo aún deben ser probados a una mayor escala[81]. Este problema de infraestructura se debe en gran medida no a la falta de desarrolladores de tecnologías, sino por la falta de contratos de compraventa de energía (PPA), modelos de gestión/negocio sin experiencia (buscan retorno de inversión rápido y de una sola vez) y la falta de capital que se interese en financiar proyectos bajo estas condiciones; incluso la falta de certidumbre en cuanto a la propiedad y uso de las tierras lo cual es todo un tema en México. Otro tema muy interesante es la falta de infraestructura en la distribución y transmisión de la energía producida[82]. En la actualidad existen estudios gratuitos que luego son ofertados a CFE a un costo muy elevado pero finalmente terminan no concretándose debido a que no se puede constatar la seriedad

[80] Se realizó con la evidencia documental encontrada más la información de las entrevistas
[81] Geotermia: Cerro Prieto (Baja California Sur), Los Azufres (Michoacán), Los Humeros (Puebla), Tres Vírgenes (Baja California Sur). Solar: Santa Rosalía (Baja California Sur), Cerro Prieto (Baja California Sur)
[82] Fuente: Entrevista empresa consultora *Green Momentum Inc.*

de los mismos. Esta parte podría resolverse si existiera claridad en relación a la parte operativa en cuanto a la gestión y canalización de los proyectos.

Entre los actores que se identificaron que pueden contribuir a reducir las barreras de infraestructura, están los institutos de conocimiento, los cuales pueden actuar como especie de catalizador de la tecnología actual, no sólo al desarrollar nuevas tecnologías sino también realizar adaptaciones de tecnología extranjera a las necesidades de este país. Hay que recordar que el proceso de innovación es abierto y no sólo se trata de hacer algo totalmente nuevo sino adaptar lo de afuera a las necesidades internas. Identificar qué, cómo y en dónde aplicarlas en el mercado local, también requiere de habilidades y competencias específicas para su logro.

Otro grupo de actores importantes son los terceros en donde entran las instituciones financieras, el capital de riesgo, consultores y asociaciones empresariales. Las financieras son importantes en la creación de una infraestructura financiera rígida, ya que los procesos de innovación son riesgosos debido a la incertidumbre que poseen. En el caso de México, los inversionistas son muy conservadores, lo cual es un problema para la innovación en general. Y en el caso de los proyectos de energías renovables el riesgo es mucho mayor ya que son sumamente costosos dado los requerimientos de tecnología, de tierra, capital humano calificado y capital financiero. Por ello, es necesaria la adopción de esquemas financieros que vengan de la mano de tecnologías más vanguardistas y evitar así la adopción de tecnologías de generaciones pasadas. Por otra parte, las asociaciones empresariales ayudarían en gran medida ya que sus distintas empresas pueden juntarse en la realización de proyectos que beneficien al sector. En esta parte, es muy importante la presencia de capital de riesgo, cuya madurez es mayor que la de los emprendedores verdes, por consecuencia en este proceso existe una baja participación de este capital y por ese motivo muchos proyectos sólo quedan en cartera y no llegan a realizarse.

Finalmente, el gobierno a través de sus organismos públicos tiene toda la capacidad de aumentar la inversión en proyectos de infraestructura para las energías renovables, los cuales tengan como prioridad la búsqueda de nuevos espacios en donde puedan funcionar ya que se necesita de condiciones geográficas específicas para su funcionamiento. De igual manera, se pueden buscar nuevos lugares en donde probar las renovables, por ejemplo se

podría incrementar programas de incidencia directa en el usuario final[83]. Por otra parte, resulta necesario investigar métodos para el almacenamiento de energías renovables el cual es un problema actual. Para ello, se puede crear clústeres especializados en energías renovables que se encarguen de dicha investigación.

Por otra parte, se podrían incrementar las alianzas internacionales con organismos que estén interesados en invertir en el desarrollo de renovables a gran escala en México y reforzar las ya existentes. En este sentido, un ejemplo a seguir puede ser el caso de Estados Unidos y Brasil, países en donde es obligatorio que las tecnologías tengan un porcentaje mínimo de componentes nacionales en los proyectos con el fin de fomentar el desarrollo local. En este sentido la CRE ha otorgado incentivos en el caso de la energía eólica bajando los costos de transmisión, los cuales benefician a los productores independientes nacionales[84]. Esto demuestra que algunas de las energías renovables están en buen camino a romper las barreras del precio, empero aún falta mucha mayor investigación en otros tipos de renovables.

2.- Fallas institucionales. Estas fallas se dividen en fuertes y débiles. En cuanto a las fuertes, se pudo identificar que si bien existen reglamentos, leyes y normas que apoyen las energías renovables, aún hace falta esclarecer instrumentos que permitan una mejor comunicación en cuanto al funcionamiento de las políticas. En este sentido, se ha identificado la falta de canalización de los proyectos y de una evaluación que incluya todas las externalidades. Adicionalmente, resulta necesaria una política pública que impulse a que los costos de las energías renovables sean más baratas. Ya que en la actualidad existe un tipo de restricción legal, por ejemplo, CFE tiene la obligación de suministrar energía al costo más bajo. Esto en primera instancia parecería ser una contradicción ya que la transición hacia tecnologías de energías renovables son costosas. Sin embargo, los beneficios a largo plazo son mayores por lo tanto, la búsqueda de renovables ha promovido la mejora de los modelos tecnológicos, de negocios, de contratos entre prestadores y compradores, por poner un ejemplo. De hecho, han sido un mecanismo efectivo para disminuir costos de inversión y asegurar contratos de contra y venta a plazos más largos.

---

[83] El alumbrado público cuenta con la ventaja de que se cobra directamente en la factura al consumidor final
[84] Oaxaca, Tamaulipas y Baja California

Por otra parte, la estructura de las instituciones de los organismos relevantes no ha sido implantada de manera que incentive la competencia en el sector energético, está más bien establecida para que existan monopolios (CFE) que en lugar de diversificar la cartera de proyectos y de incrementar el acervo tecnológico, hacen que se termine subcontratando a empresas extranjeras para ciertos procesos, lo cual merma el desarrollo tecnológico interno. Esto se puede observar claramente en PEMEX, quien subcontrata a terceros para procesos específicos. Adicionalmente, se identifica que CFE por ejemplo, no consta de un área o departamento específico llamado energías renovables por medio del cual se podrían canalizar los proyectos, sólo existe un asesor del director general. Esto es una muestra de que la estructura de dicho organismo no está basada en un modelo que fomente la eco-innovación. Al mismo tiempo, la CFE no cuenta con un presupuesto propio para realizar inversiones, sino que depende de la aprobación de la Secretaría de Hacienda, lo cual disminuye la capacidad de operación interna de esta empresa además de que el proceso de ralentiza.

Para corregir este tipo de fallas, se han considerado dos actores: empresas y gobierno. En el caso del gobierno debido a que través de sus diferentes dependencias, impulsará los instrumentos clave que erradiquen estos obstáculos a través de una restructuración y de un marco regulatorio adecuado. Por otra parte las empresas se consideran en esta parte debido a la injerencia que han tenido las grandes multinacionales mexicanas. Es el caso de Bimbo, Femsa, Cemex y Wal-Mart quienes han llevado a cabo grandes inversiones sin necesidad de apoyos gubernamentales sino por iniciativa propia, por ejemplo el establecimiento de parques eólicos lo cual ha sentado bases para mejorar los apoyos gubernamentales que fomentan este tipo de acciones[85], además de ayudar a los esquemas de participación pública-privada. Pese a estas acciones, las empresas han solicitado la existencia de un marco legal.

En cuanto a las fallas institucionales débiles, se identifica que existe una cultura política de intereses propios y no con un enfoque en la eco-innovación, ya que no tiene establecidas estrategias que conserven o maximicen beneficios económicos, a partir del aprovechamiento de las estrategias con enfoque sustentable. Adicionalmente, si existiese

[85] Las empresas esperan la creación de un marco legal a largo plazo

más consciencia del impacto ambiental, se lograría un cambio en la cultura de la sociedad. Este estado actual de la sociedad en todos los niveles, ha logrado que exista cierto grado de aversión hacia el cambio, lo cual se refleja en que los consumidores sean conformistas y no tengan la necesidad de demandar energía más limpia sino solamente se preocupen por un servicio constante y eficiente. Sin embargo, resulta muy difícil que los consumidores conviertan esta demanda en una realidad, más queda en un deseo de cambio. De igual manera, las empresas por lo general, no ambicionan transitar hacia la eco-innovación. Estas fallas pueden ser corregidas en conjunto por parte de todos los agentes, ya que es un problema cultural. Por otra parte, el tema medio ambiente, energía y el desarrollo tecnológico, no es sólo de interés individual, sino que llegó a convertirse en un problema global, por lo tanto se necesita el compromiso de la mayor cantidad de agentes.

3.- Fallas de interacción: Estas fallas, al igual que las anteriores, se dividen en fuertes y débiles. Entre las fuertes, se pudo identificar a las de orientación interna, es decir que se enfocan al interior de sus organizaciones. Es el caso de muchos centros de investigación, en los cuales se realizan desarrollos propios sin saber si es lo que necesita la industria y si tendrán la capacidad para que lleguen a comercializarse las tecnologías, es decir, en muchos casos no existe la transferencia de tecnologías. Lo que predomina en este caso es tener el prestigio de ser desarrollador individual de un invento o que la organización que los respalda siga contando con su reputación. Se observa escasa y muchas veces nula interacción con los demás actores del sistema.

Se han realizado esfuerzos específicos por vincular a empresas con universidades y centros de investigación a sus proyectos, ya que están conscientes de que sólo cuentan con operadores que no son investigadores, por lo tanto necesitan quienes puedan absorber el conocimiento para que luego sea aplicado en la empresa. Este es el caso de CFE que ha implantado programas para que estudiantes universitarios hagan pasantías en la empresa.

Otro ejemplo muy notable es el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), que trabaja en conjunto con CFE, PEMEX y otros organismos públicos y privados, no sólo en materia de soluciones tecnológicas, sino también en cuanto a herramientas de inteligencia de negocios,

ayudando así a las empresas en sus procesos de innovación[86]. Por otra parte, existen cámaras de empresas del sector energético, como la Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME), que junto al CONACyT han lanzado programas para integrar a estudiantes especializados en el área de energía, a las empresas afiliadas a la cámara. Por su parte, la Universidad Autónoma Metropolitana cuenta con programas de pasantías a sus alumnos destacados en carreras del área energética. A pesar de estos notables esfuerzos, en general aún siguen siendo muy aislados. Por lo tanto, las interacciones necesarias continúan siendo pobres en relación a los recursos energéticos disponibles y a lo imperioso que resulta el desarrollo de energías renovables en México.

Los actores que pueden contribuir a reducir estas fallas de interacción fuertes son las empresas, institutos de conocimiento, terceros y el gobierno. Primeramente el gobierno, al tener la capacidad de crear las condiciones regulatorias para que existan dichos vínculos, además de establecer regulaciones específicas para las universidades y centros de investigación, donde sea obligatorio que cada investigador busque un aliado en la industria para aplicar la tecnología que ha desarrollado y al mismo tiempo que se den incentivos económicos por este tipo de relaciones y no solo por tener publicaciones. Hay que tener en cuenta que el beneficio del vínculo entre la empresa y un instituto de investigación -a más de la derrama de conocimiento- es que será más fácil acceder a créditos de la banca y/o capitales de riesgo que quieran apostarle a la tecnología ya que cuentan con el respaldo de un privado.

Entre las fallas débiles, se ha registrado que la conexión entre los actores aún es insuficiente. Esta frágil relación impide que el aprendizaje y las habilidades adquiridas fluyan entre los actores y puedan existir derramas de conocimiento. Esto se ha dado debido a la falta de visión de complementarse con los otros actores, y por no estar conscientes de que la innovación es un proceso abierto e interactivo. Este proceder ha traído como consecuencia la existencia de efectos de *lock-in* en cuanto a continuar con las mismas tecnologías y no ver las posibilidades de intercambio con otros actores para mejorarlas o crear nuevas. Los actores que debieran intervenir corrigiendo estas fallas son los mismos que en las fuertes, ya que todos necesitan estar alerta y ver lo que pasa afuera y la

[86] Fuente: Informe anual 2011 IIE, disponible en: http://www.iie.org.mx/sitioIIE/sitio/control/03/ianual2.php?consultas=2011&x=5&y=12

necesidad de relacionarse con ellos. Una parte clave para que estas interacciones sean efectivas es que todas las partes estén en sintonía y se comparta la misma visión, ya que como se ha podido constatar, la visión de un empresario es muy diferente a la de un académico.

4.- Fallas de capacidades: estas fallas impiden que puedan existir vínculos con otros, ya que se trata de capacidades propias. Entre las fallas encontradas está una muy importante que es la alta dependencia a lo actual y la resistencia al cambio. Lo nuevo trae incertidumbre y riesgo y muchos actores no quieren lanzarse a lo novedoso. En el caso de las energías renovables se da, debido a la falta de información que existe acerca de los beneficios (ambientales, económicos, otros) que éstas poseen, enfocado hacia cada tipo de modelo de negocio, ya que no a todos les resultan convenientes los mismos beneficios; y por otra parte debido a los costos de inversión en desarrollo y adaptación (las energías convencionales son menos costosas).

Si todos tuviesen claro que los beneficios a largo plazo serán mayores que los beneficios económicos que se obtienen en la actualidad, sería diferente ya que permitiría que se generen capacidades internas como capital humano para el aprendizaje de nuevos procesos y tecnologías para luego vincularse con el exterior. Entre los agentes que pueden contribuir con estas fallas están por un lado, las empresas y los centros de conocimiento, ya que juntos podrían entender las necesidades actuales del mercado y luego aplicarlas para poder insertarse en nuevas tecnologías, lo cual es el primer paso hacia la transición. Por otra parte, el gobierno podría intervenir con políticas de apoyo a la transferencia tecnológica entre estos dos agentes. Un ejemplo de estos apoyos sería dar mayor acceso a financiamiento público y existencia de movilidad laboral entre empresas y centros para trabajar en conjunto.

Como conclusión de este apartado, se tiene que el uso de este marco de referencia del desempeño de cada uno de los actores, y su potencialidad para mitigar las fallas existentes en el sistema, es un buen insumo para conocer en qué área específica o hacia qué actor deben dirigirse con mayor intensidad las políticas que promueven la eco-innovación en el sector energético mexicano. Una vez establecidas las políticas, este enfoque también

permitirá conocer en qué etapa del ciclo de las políticas se está fallando y volver a realizarlo ya con la experiencia y evidencia que se encuentre en el camino[87].

Es importante conocer que en la innovación no existe nada estático, todo es variable, consecuentemente una política creada hace 50 años no sirve para resolver los problemas de la actualidad. Por lo tanto, las estrategias que se utilicen deben ir de acuerdo a las necesidades actuales. Para ello es necesario que las entidades gubernamentales estén al tanto del panorama mundial, para así estar informados de los insumos necesarios para adaptar un plan de acción para un sistema de eco-innovación. Esto ayudará a verificar lo que ya está disponible en el país e identificar los elementos que hagan falta para su correcto desempeño.

Estar alerta hacia el exterior, en cuanto a las tendencias y contextos internacionales es fundamental, ya que si bien es cierto no es lo mismo tener políticas para la Eco-innovación en Europa que en México, se pueden crear capacidades adaptadas a la realidad mexicana y quedarse con lo que le sirve al país y a partir de esto trabajar en desarrollos propios. A partir de esta evidencia de las fallas sistémicas, en el apartado final, se hará una propuesta con recomendaciones que podrían ayudar al logro de un sistema efectivo para la eco-innovación en el sector energético.

Cuadro 5.3.2. Resumen de fallas de sistema (ER)

Infraestructura	Institucionales		Interacción		Capacidades
	Fuertes	Débiles	Fuerte	Débiles	
Instalaciones físicas incipientes en relación al potencial que posee el país	Instrumentos que apoyan a las ER poco claros en relación a su funcionamiento	Cultura con diferentes intereses al enfoque sustentable	Agentes enfocados solamente en su interior	Bajo nivel de aprendizaje interactivo	Falta de conocimiento acerca de los beneficios de las ER
Proyectos de ER no son probados a gran escala (falta de contratos, capital, certidumbre)	Política pública no promueve el abaratamiento de las ER	Aversión a transitar hacia las ER			
No hay claridad en las operaciones (gestión y canalización de proyectos)	Falta de incentivos que generen competencia en el sector				

Fuente: Elaboración propia a partir de Klein Woolthuis et al (2005)

[87] No es objeto de estudio de esta investigación

5.4 Propuesta para un sistema de eco-innovación en el sector energético mexicano

Una característica muy importante del sector energético es la transversalidad que se puede establecer con los demás sectores productivos del país puesto que todos consumen energía para sus procesos. Por lo tanto, la eco-innovación definitivamente es un área de oportunidad en la cual se debe incursionar y qué mejor que las energías renovables para lograr este objetivo. La eco-innovación no es una innovación convencional, por lo tanto crear un sistema de innovación verde basado en las energías renovables es un gran reto sobre todo porque México posee un mercado potencial muy grande.

La literatura indica que existen dos vías hacia un futuro sustentable con energías renovables. La draconiana basada en esperar una depresión económica repentina y debilitar la demanda moviéndonos hacia una economía libre de combustibles fósiles; y la segunda, tomar acciones inmediatas a través de un plan que reestructure los conflictos existentes usando un marco de política eco-sustentable (Efendi y Courvisanos; 2011). Para el caso de México muy seguramente es la segunda opción, es decir no esperar que llegue una crisis para añadir algo novedoso sino más bien hacer lo mejor posible en estos momentos con los insumos que ya se poseen, además de endogenizar el aprendizaje adquirido de los países que llevan la delantera en el tema de la eco-innovación.

Para ello, lo que se propone en este apartado es justamente usar un enfoque integrador de las políticas existentes que englobe todos los problemas de la actualidad y a la vez permita dar soluciones. Si bien, la evidencia muestra que el sector se encuentra en el modelo integrado (cuarta generación), lo óptimo sería transitar hacia el modelo de integración de sistemas y redes (quinta generación).

Por lo tanto, el enfoque elegido para realizar esta propuesta es el enfoque sistémico, el cual proviene de dos partes tanto de la economía ecológica como de la teoría de los sistemas de innovación. Esta especie de analogía se eligió debido a que luego de la revisión documental de México se pudo identificar que existen actores, redes e instituciones que deberían funcionar en conjunto, es decir que si una se mueve afecta a las demás, tal como funcionan los ecosistemas, por lo tanto tener un enfoque de sistema resulta muy pertinente en este

caso. De este mismo modo, se pudo constatar que existen cuellos de botella que impiden el buen funcionamiento y correcta movilidad de los agentes dentro de él.

Es por ello que, después de haber realizado el análisis de las fallas de sistema en el apartado anterior, se plantean una serie de medidas para reducir dichas fallas. Por lo tanto, las medidas correctivas deben estar focalizadas en las áreas donde se han identificado debilidades las cuales es necesario reforzar. Para el caso de la Eco-innovación en el sector energético de México se sugieren varias recomendaciones, basadas en los resultados del apartado anterior y en la experiencia de países pioneros en este tema. La recomendación central es la transición hacia un sistema de eco-innovación.

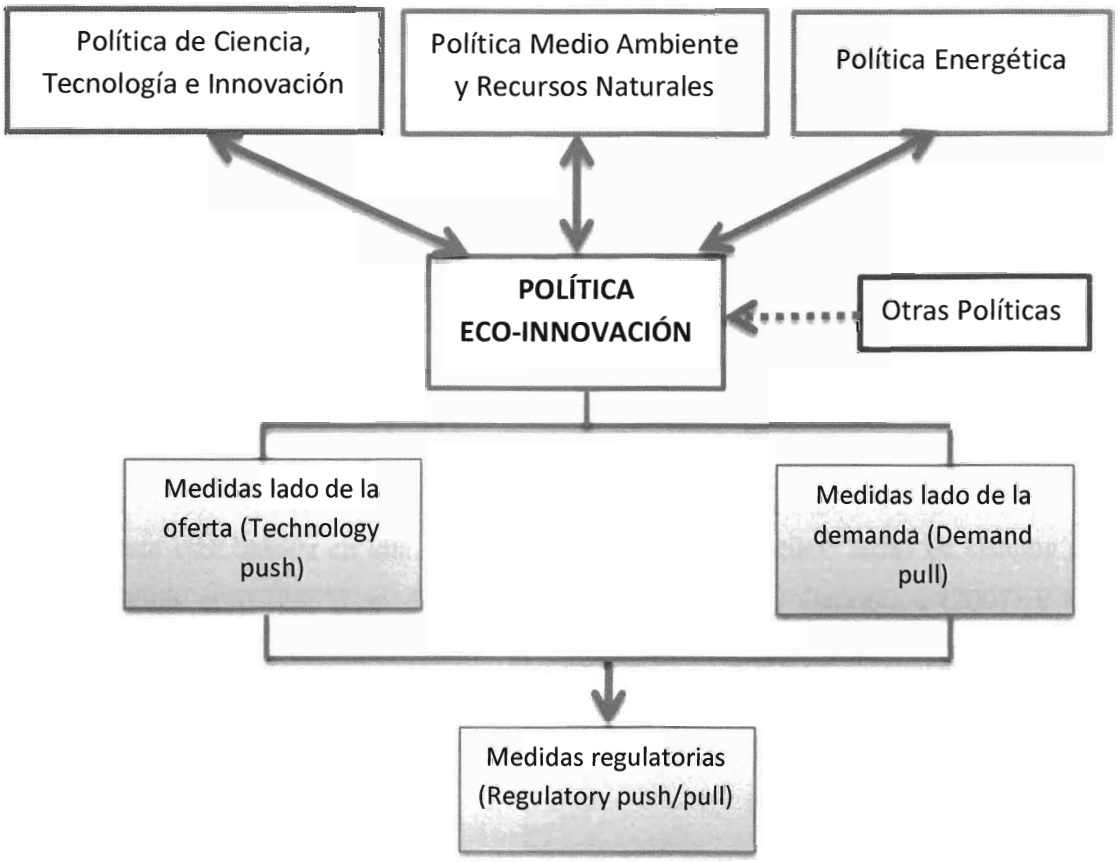
La alternativa propuesta incluye la creación de una política de eco-innovación o plan de acción que englobe a los sectores: medio ambiente, energía e innovación, de forma principal; y a otros sectores secundarios que tienen alguna incidencia directa (ver figura 5.4.1). La característica principal e imprescindible de esta política de eco-innovación sería su naturaleza multidisciplinaria y que todos los sectores que en ella participen, lo hagan siempre en la persecución de los mismos objetivos. Esta política debe ser descentralizada y conducida por las tres políticas eje a través de un consenso de las partes, es decir, debe existir retroalimentación entre cada una de ellas. Esta idea corresponde a una propuesta de carácter sistémico que, de acuerdo a lo anteriormente señalado, se caracteriza por una alineación de estos tres agentes o ecosistemas (políticas energética, medio ambiente e innovación), ya que en la medida en que uno de ellos varíe (coevolución), las otras dos restantes también tendrán que hacerlo y acomodarse con la finalidad de que no se pierda de vista el objetivo central.

Una vez obtenido este consenso, se plantea la elaboración de un plan de acción basado en cada uno de los agentes participantes en el sistema. Para ellos se propone hacerlo a través de la implantación de medidas pertinentes para que el sistema de eco-innovación funcione adecuadamente sin que sea perturbado por las fallas sistémicas. Dichas medidas pueden provenir del lado de la oferta o del lado de la demanda. Este enfoque multidisciplinario que tendría esta nueva política de eco-innovación, le da una visión no lineal e interactiva, en la cual se pueden intercambiar ideas, experiencias, tendencias actuales internacionales, y

demás temas relacionados a la eco-innovación. Además, permitirá hacer una combinación de políticas de oferta y demanda, ya que la eco-innovación necesita de ambas.

Estas herramientas permitirán que el sector energético pueda identificar sus necesidades, capacidades y fallas actuales, para así establecer objetivos y metas hacia dónde quiere llegar como sector. Esto será beneficioso para adquirir nuevo conocimiento y aplicarlo a la realidad del sector energético. Además, permitiría estar al tanto en cuanto a los sectores que pueden involucrarse a lo largo del proceso.

Figura 5.4.1. Propuesta para un sistema de Eco-Innovación en el Sector Energético



Fuente: Elaboración propia a partir de Reenings (2000) y Larosse et al (2006)

En el cuadro 5.4.1 se presenta un resumen esquematizado de la propuesta de esta investigación, la cual es el resultado de la aplicación de las herramientas planteadas a lo

largo de este trabajo. Estas permitieron identificar las fallas existentes para desarrollar un sistema de eco-innovación, los actores que deberían involucrarse y enmendar estas fallas, y finalmente las medidas correctivas tanto de oferta y de demanda que pueden ser aplicadas para cada uno de los tipos de fallas encontrados. La característica principal de este cuadro, es precisamente la posibilidad de conjuntar a los tres sectores involucrados en esta investigación: sus políticas, medidas a ejecutar, los actores involucrados y los tipos de fallas para cada caso.

Además, se ha identificado que existen ventajas de abordar este tema desde el punto de vista sistémico, en el sentido que permite tener una amplia perspectiva de las relaciones que pudieren existir entre un sector y otro, los agentes necesarios que debieran involucrarse y los cambios necesarios que se tuvieren que realizar para un funcionamiento óptimo del sistema en general, de esta manera no se otorga más prioridad a un solo sector, sino que se otorga una visión mucho más integral.

Con esta propuesta se pretende implementar un sistema de innovación hacia la eco-innovación en el sector energético y cuyo valor agregado predomine en la inclusión de la política energética, ya que, al ser el sector central de estudio no puede quedar aislado, menos aún, debido a que incluyen a las energías renovables las cuales encajan perfectamente en la definición de eco-innovación.

Esta propuesta está basada en una combinación de varios enfoques: fallas de sistema de Klein Woolthuis et al (2005), medidas de política de Edler, J y Georghiou (2007) y los determinantes de la eco-innovación de Reenings (2000). Para elaborar estas recomendaciones de política pública, se utilizó la evidencia empírica encontrada en la fase exploratoria de la investigación, la cual cabe recalcar fue muy limitada, además se incluyó información obtenida de las entrevistas.

Vale la pena mencionar que en la propuesta se hace énfasis mayoritario en la política energética, el cual es el sector que más medidas tiene a su cargo. Esto no es de sorprender, ya que es precisamente esta política la que se propone añadir para un sistema de Eco-innovación. En segundo lugar, está la política de innovación, la cual es el complemento ideal para promover los desarrollos tecnológicos en cuanto a las energías renovables.

Finalmente están las medidas provenientes de la política ambiental, las cuales si bien es cierto están relacionadas con la eco-innovación, el análisis dio como resultado que estas políticas son las que menos peso tendrían en el sistema de eco-innovación.

Estos resultados pudieran ser un modelo de insumo para que los tomadores de decisiones tengan una idea de las fallas actuales del sistema y puedan corregir las políticas que no funcionen contra esas fallas y volver a formularlas. De este modo, se pretende que las nuevas elecciones de política tengan un mejor planteamiento desde la fase del diseño hasta su implementación e incluso que a partir de esto, se pueda diseñar un modelo de evaluación, con el fin de corregir nuevos errores que se presentaren con el paso del tiempo. Este modelo aunque no es perfecto, permite tener una idea de los elementos que debiera contener un sistema de eco-innovación para el sector energético mexicano.

Cuadro 5.4.1 Fallas de sistema, actores involucrados y medidas regulatorias hacia un sistema de Eco-innovación

FALLAS		ACTORES	POLÍTICA ENERGÉTICA		POLÍTICA AMBIENTAL		POLÍTICA DE INNOVACIÓN	
			MEDIDAS DEMANDA	MEDIDAS OFERTA	MEDIDAS DEMANDA	MEDIDAS OFERTA	MEDIDAS DEMANDA	MEDIDAS OFERTA
Infraestructura		-Institutos de conocimiento -Terceros -Gobierno		-Garantías para la existencia de capital de riesgo de las tecnologías renovables (ej: tarifas) -Préstamos reembolsables a bajas tasas de interés para desarrolladores según el tipo de ER			-Creación de prototipos industriales para ofrecerlos a potenciales usuarios	-Marco regulatorio rígido que promueva la transferencia de tecnología de ER de la academia a proyectos energéticos macro -Creación de base de datos de patentes de ER
Institucionales	**Fuertes**	-Gobierno -Empresas	-Subsidios para consumidores de ER	-Normas y estándares de calidad rígidos que los agentes deben cumplir -Incentivos fiscales para desarrolladores de ER		-Normas y estándares de calidad -Crear esquemas de evaluación para las ER (costo-beneficio)	- Sistematizar las compras públicas en proyectos ER	
	Débiles	-Demanda -Empresas -Institutos de conocimiento -Terceros -Gobierno		-Crear estructuras organizacionales basadas en las ER -Promover una cultura de eficiencia energética en la industria		-Promover valores sociales y cultura empresarial sustentable -Promover la investigación de los recursos naturales subutilizados en todo el país		-Promover la eco-innovación como una innovación segura

Interacción	**Fuerte**	-Empresas -Institutos de conocimiento -Terceros -Gobierno	-Articulación de la demanda privada -Eliminar dependencia tecnológica del exterior y generar integración de las empresas en la cadena de suministro de ER -Exigir un mínimo de contenido nacional en los proyectos	-Programas estratégicos para industrias específicas -Reclutamiento de científicos en sus procesos -Programa de vigilancia tecnológica internacional especializada en ER		-Reclutamiento de científicos en sus procesos		-Incentivos económicos para los investigadores que se vinculen con la industria (desarrolladores y fabricantes) -Garantías para la vinculación
	Débil	-Empresas - Gobierno -Institutos de conocimiento	-Creación de plataforma tecnológica especializada en coordinar el desarrollo de ER				-Creación de clúster de eco-innovación que permita las derramas de conocimiento	
Capacidades		-Empresas -Institutos de conocimiento -Gobierno		- Campaña de concientización acerca del uso de tecnologías renovables, recalcando los beneficios que estas poseen		-Capacitación constante a empresas y usuarios potenciales para que estén al tanto de las tendencias y puedan identificar las necesidades de mercado	-Capacitación empresas sobre los beneficios de participar en compras públicas	-Apoyos económicos a tecnologías que se encuentran en etapas iniciales -Construir Foresights de Eco-innovación -Establecer evaluaciones

Fuente: Elaboración propia en base a Klein Woolthuis et al (2005), Edler, J y Georghiou (2007), Reenings (2000) y Larosse et al (2006) con información resultante a lo largo de la investigación.

CONCLUSIONES

- A pesar que la Eco-innovación -como definición- no ha tenido una amplia aceptación de la mayoría de los países -incluido México- se ha convertido en un tema de suma relevancia para responder a los desafíos actuales en relación a combatir el cambio climático y perseguir la tan añorada eficiencia y seguridad energética.
- A partir del análisis realizado en esta investigación, se pudo identificar que en México a pesar que este término literal no ha sido incluido en los instrumentos de política pública, el país no está cegado a la situación de su entorno y ha empezado a hacer esfuerzos en este sentido.
- Entre los elementos que me permiten corroborar que a pesar de que no existe una política etiquetada como: Eco-innovación, existen instrumentos derivados de tres tipos de política: ambiental, energética e innovación, los cuales me permiten concluir que existe la posibilidad de establecer un sistema de eco-innovación en el sector energético (para las renovables), están los siguientes:
    1. Criterios de política: La política ambiental está acentuando la combinación de medidas ambientales de prevención y no sólo las de corrección, además tienen el enfoque de sustentabilidad. La política energética ha incluido en sus programas la generación y promoción de energías renovables, así como el cuidado al medio ambiente y el ahorro y uso eficiente de energía. La política de innovación ha entrado en la era de la innovación abierta, lo cual ayuda en gran medida a que existen vínculos internos y externos que faciliten la creación de tecnologías renovables.

    2. Agentes involucrados: México cuenta con los agentes necesarios para involucrarse en un sistema de eco-innovación, los cuales son de naturaleza multidisciplinaria y están haciendo esfuerzos a favor del medio ambiente. Entre ellos están: los organismos gubernamentales relacionados a los sectores Energía, Medio Ambiente e Innovación; las empresas quienes se

han certificado con las normas de eco-etiquetas, ISO y EMAS adoptados por las empresas y cuyas equivalencias en México serían las normas NOM, NMX y certificado de industria limpia; los centros e institutos de conocimiento quienes han empezado a incluir a las tecnologías renovables y la preocupación por el medio ambiente en sus líneas de investigación; los consumidores o usuario finales de energía, quienes poco a poco están teniendo acceso a la red eléctrica de energías renovables en búsqueda de la seguridad energética; y las instituciones intermedias como las organizaciones financieras y las consultoras ambientales que están ayudando a la integración de los fondos existentes con el sector productivo y estos a la vez con la academia.

3. Programas implementados: Los programas derivados de los sectores ambiental, energético y de innovación tienen transversalidad con el eje de sustentabilidad ambiental del Programa Nacional de Desarrollo y son complementarios para los fines de un sistema de eco-innovación para las renovables. Esto en el sentido de que el sector ambiental se enfoca mayormente a combatir al cambio climático (por medio de reducciones de GEI), el sector energético está más preocupado por la búsqueda de seguridad y eficiencia energética y el sector de la innovación en el desarrollo de las tecnologías renovables.

- El enfoque de sistema de innovación como marco metodológico, permitió detectar una serie de fallas sistémicas a distintos niveles del sistema. Las fallas identificadas (infraestructura, institucionales, interacción y capacidades) gracias al marco metodológico de fallas de sistema, sirvieron como insumo para proponer medidas de política pública para un buen funcionamiento del sistema de eco-innovación. Si bien no es una metodología perfecta, sirve de guía para que los tomadores de decisión puedan reformular las políticas existentes.

- La tarea de la política pública es primordial en fomentar las redes necesarias para que los agentes involucrados, logren obtener un buen funcionamiento de acuerdo a los objetivos y metas previamente establecidos. Algo que se pudo conocer es que los problemas sistémicos no se resuelven por la fuerzas del mercado ni por la actuación de los agentes individuales, sino por medio de un sistema integrado en el que todos los actores tienen una función específica, por lo tanto, estas fallas son más que un motivo suficiente para la intervención pública.

- La propuesta de esta investigación es que si se asumen todas las alternativas resultantes después de la aplicación del marco metodológico para identificar fallas, se podría mejorar el sistema actual y encaminarlo hacia la eco-innovación. Para así, establecer un Plan de acción/Política para la Eco-innovación en el sector energético que incluya a las energías renovables como eje central, además de otros sectores que directa o indirectamente estén involucrados. Iniciativas similares identificadas son la EcoAP de la Unión Europea y el Programa *Green Technology* del Gobierno de Corea.

- Vale la pena mencionar que al finalizar esta investigación se pudo corroborar su hipótesis de forma positiva, acerca de la intervención pública en los procesos encaminados a la eco-innovación en el sector energético. Si bien, existen apoyos públicos que está fomentando las eco-innovaciones, lo cual indica que las bases fundamentales existen, aún hay espacios donde hay brechas que cerrar con la ayuda de instrumentos que permitan integrar a las energías renovables dentro de la cadena de valor productiva.

- Estas conclusiones fueron apoyadas por las fuentes primarias y secundarias, que se utilizaron en esta investigación. Sin embargo, la información al nivel que se trató esta investigación, fue un tanto limitada, ya que este tema ha sido poco tratado en México. Es por ello que a partir de aquí nacen interrogantes que pueden ser respondidas con futuras investigaciones que complementen el presente trabajo, entre las recomendaciones están: la elaboración de un mapeo de los agentes individuales que intervienen en un sistema para la eco-innovación en el sector energético y los

vínculos existentes y la elaboración de una agenda intersectorial para la Eco-innovación en México[88] .

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera F. y Alcántara V. (1994) De la economía ambiental a la economía ecológica, comp. Barcelona: ICARIA: FUHEM, 408 p; 21 cm – (Economía crítica; 10) ISBN: 84-7426-231-3
- Andersen, M. M. (1999). Trajectory Change through Interorganisational Learning. On the Economic Organisation of the Greening of Industry, Ph.d. dissertation, The Copenhagen Business School Ph.D. series 8.99, Copenhagen.
- Andersen, M. M. (2004a). "Innovation system dynamics and sustainable development– Challenges for policy", Paper for the Innovation, Sustainability and Policy Conference, 23-25 May 2004, Kloster Seeon, Germany.
- Andersen, M. M. (2004b). "Partnership for Green Competitiveness – "An Innovation System Approach", paper for the The Greening of Industry Conference November 2004, Hong Kong.
- Andersen, M. M. (2004c). An Innovation System approach to Eco-innovation – "Aligning policy rationales", paper for the The Greening of Policies - Interlinkages and Policy Integration Conference 3-4 December 2004, Berlin, Germany.
- Arundel y Kemp (2009). Measuring eco-innovation. Working Paper Series. United Nations University
- Barkin, D. (1999). The Greening of Business in Mexico. Geneve: UNRISD Discussion paper 110, United Nations Research Institute for Social Development.
- Belin, J. et al (2009). "Determinants and specificities of eco- innovations – An econometric analysis for France and Germany based on Community Innovation Survey." Working Paper DIME (DIME Workshop on Environmental Innovation, industrial dynamics and entrepreneurship).

[88] Ver *Ten themes for eco-innovation policies in Europe* (Kemp; 2011)

- Bleischwitz et al (2009). *Sustainable Growth and Resource Productivity* – Economic and Global Policy Issues. Greenleaf Publisher.
- Carlsson y Jacobson (1997). In search of a useful technology policy –general lessons and key issues for policy makers in Carlsson, B. (Ed.), Technologica Systems and Industrial Dynamics. Kluwer Press, Boston, pp. 299-315
- Carrillo y Hernández, (2010). Desarrollo de mercados ambientales e innovación en México
- CEPAL (2001). Retos y posibles soluciones para el sector energético mexicano. LC/MEX /L505, OLADE/CEPAL/GTZ 20 de diciembre de2001.
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, CESOP (2006). Antecedentes en Ciencia y Tecnología. www.diputados.gob.mx/cesop/Comisiones/2_cyt.htm#
- Chaminade y Edquist (2006). Rationales for public policy intervention from a systems of innovation approach: the case of VINNOVA. Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy (CIRCLE). Lund University
- Chesbrough, H. (2003) Open Innovation: The New Imperative for creating and Profiting from Technology". Harvard Business School Press, 2003
- Coenen y Díaz (2010). Comparing systems approaches to innovation and technological change for sustainable and competitive economies: an explorative study into conceptual commonalities, differences and complementarities. Journal of Cleaner Production, 18, 1149-1160.
- Costanza et al (1997). An introduction to Ecological Economics. International Society for Ecological Economics
- Dankhe, G. L. (1989) "Investigación y Comunicación," en C. Fernández-Collado y G. L. Dankhe (comps.), La Comunicación Humana: Ciencia Social, Ed. McGraw Hill, México.
- De Greene, K. (1973). Sociotechnical Systems: Factors in Analysis, Design, and Management. Englewood Cliffs: Prentice Hall
- Del Río, P. (2009). The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda. Ecological Economics, 68, 861-878.

- Del Río P. (2011). Los efectos sobre la innovacion de los instrumentos de promocion de las energias renovables, Cambio Climático: Aspectos Económicos e Internaiconales ICE, Sep-Oct 2011, N°862
- Diaz et at (2010). Analysis of the Basque Innovation System for the transfer of Eco-innovations. Delft, Bilbao: TNO and Labein Tecnalia on behalf of IHOBE - Sociedad Publica de Gestión Ambiental.
- Díaz y Montalvo (2011). Repensando la innovación desde un punto de vista de la sostenibilidad ambiental – ¿Es la eco-innovación una herramienta-objetivo necesaria y alcanzable para países emergentes? Revista ADIAT "Innovación y Competitividad"
- Díaz y Montalvo (2012). The greening of the chemical industry: past, present and challenges ahead. In: SANGHI, R. & SINGH, V. (eds.) Green Chemistry for Environmental Remediation. Salem: John Wiley & Sons-Scrivener Publishing LLC.
- Díaz López, & E. Rolón (2013). Desarrollo Económico, Cambio Climático, y Combate a la Pobreza en una Estrategia Nacional de Economía Verde e Inclusiva. En: Mascott, M., Meixueiro, G., et. al. Eds, Ensayos ganadores del 1er Concurso Nacional de Investigación Social y de Opinion Publica, Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, Cámara de Diputados / LXI Legislatura, Mexico, 39p
- Duchin, F., (1999). Reducing pressures on the environment: forward-looking solutions and the role of formal models. In: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Eds.), Innovation-oriented Environmental Regulation: Theoretical Approaches and Empirical Analysis. Physica Verlag, Heidelberg, New York.
- Dutrénit et al (2010). El sistema nacional de innovación mexicano: instituciones, políticas, desempeño y desafíos. Universidad Autónoma Metropolitana
- Edler, J. & L. Georghiou (2007). Public procurement and innovation –resurrecting the demand side. Research Policy 36: 949-963
- Edquist, C.(2004), 'System of innovation: perspectives and challenges' in Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R (Eds). The Oxford Handbook of Innovation. Oxford University Press, Oxford

- Edquist C. (2005). Systems of Innovation: Perspectives and Challenges en Fagerberg, J., Mowery, D., and Nelson, R. (eds.) Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press, Oxford, November 2005, pp. 181-208
- Effendi P y Courvisanos J (2011). Political aspects of innovation: Examining renewable energy in Australia in Renewable Energy 38 (2012) 245-252
- EIO (2010). Methodological Report. Ecoinnovation Observatory. www.eco-innovation.eu/.
- Estrada C. (2011). "La energía solar y sus aplicaciones". en Panorama Energético de México. Consejo Consultivo de Ciencias, Presidencia de la República, 2011
- European Commission (2002), Report on Research and Development, EC Economic Policy Committee Working group on R&D, EPC/ECFIN/01/777-EN Final, Brussels, January 2002.
- Flores J. (2011). "El problema energético en México" Introducción. en Panorama Energético de México. Consejo Consultivo de Ciencias, Presidencia de la República, 2011
- Foxon T. y Person P. (2008). *Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: some features of a sustainable innovation policy regine.* J Clean Prod, 16:148-161
- Freeman et al (1982). El desempleo y la innovación técnica: un estudio de largas olas y el Desarrollo Económico, Greenwood Press, 1982
- Freeman C. y Pérez C. (1988). *Structural crises of adjustement: business cycles and investment behaviour.* En Dosi et al, eds., *Technical Change and Economic Theory.* Printer, Londes. Columbia University Press, Nueva York
- Fussler, C. y James P. (1996). *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*, Pitman Publishing: London, 364 p.
- Gabutti, Elba G. (2007) Cronología Ambiental. Especialista en Gestión Ambiental. Docente-Investigadora de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales.egabutti@fices.unsl.edu.ar. Revisado en línea el 02 de junio de 2012 en http://www.fices.unsl.edu.ar/cga/cronologia.htm.
- Georgescu-Roegen (1971) The Entropy Law and the Economic Process, Cambridge, Mass.: Harvard University

- Godínez, R. (2007) La Constitución Mexicana y los principios de política ambiental internacional en Rabasa O., *La Constitución y el Medio Ambiente*. Primera Ed. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, p.23-34.
- Gutiérrez J. (2011). "Cogeneración, energía renovable y eficiencia energética: una oportunidad de desarrollo de infraestructura". en Panorama Energético de México. Consejo Consultivo de Ciencias, Presidencia de la República, 2011
- Hayes M., Tojo N. et al (2008). *Innovation Systems and Environmental Technologies - Cross-sectoral analysis and policy implications*. TemaNord. Copenhagen, Nordic Council of Ministers
- Hubbert, M.K. (1956). Nuclear Energy and the Fossil Fuels in Drilling and Production Practice, American Petrolem Institute
- Ihobe (2009). Euskadi Polo de Eco-innovación, Sociedad Pública de Gestión Ambiental
- IEA (2011). *Energy for all: Financing access for the poor* en World Energy Outlook 2011. International Energy Agency.
- International Organization for Standarization (1996). Norma ISO 14001. *Enviromental Management System. Specification with Guidance for Use.* Geneve.
- IPCC (2000). Methodological and technological issues in technology transfer. A special report of IPCC Working Group II. Nairobi, Intergovernmental panel on climate change, WMO, UNEP
- IPTS (2004). Assessing the environmental potential of materials technologies, IPTS Report Series, Sevilla
- Jacobs, M (1996). La economía verde: Medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro. Barcelona: ICARIA: FUHEM, D.L. 6336-1996
- Jaffe, B. et al (2003): "Technological change and the environment", in Mäler, K-G. and Vincent, J. R. (eds.): Handbook of Environmental Economics. The Netherlands: North-Holland, Vol. I, pp. 461-516.
- Jaumotte, F. and N. Pain (2005), "An Overview of Public Policies to Support Innovation", OECD Economics Department Working Papers, No. 456, OECD Publishing

- Kapp (1976). "Economics in the Future. The Open System Character of the Economy and its implications" en Kurt Dopfer (ed.) Economics in the future: Towards a new paradigm, London, MacMillan, 1976
- Kemp, R. (1997). Environmental Policy and Technical Change. Edward Elgar, Cheltenham, Brookfield.
- Kemp, R. (2000). Technology and Environmental Policy: Innovation effects of past policies and suggestions for improvement. Proceedings of the OECD workshop on Innovation and Environment. Paris: OECD.
- Kemp, R. y Foxon (2007), Innovation impacts of environmental policies, in International Handbook on Environment and Technology Management (ETM), edited by Dora Marinova, David Annandale and John Phillimore, Edward Elgar, Cheltenham, 119-139.
- Kemp, R. y Person P. (2007), Measuring Eco-Innovation. MEI Project en colaboración con Eurostat, European Environment Agency (EEA), Joint Research Center (JRC)
- Kemp, R. (2010), Las tecnologías sostenibles no existen. Ekonomiaz N°75, 3er cuatrimeste, 2010
- Kemp, R. (2011). Ten themes for eco-innovation policies in Europe. S.A.P.I.E.N.S 4.2 Vol. 4/n°2
- Klein Woolthuis, R. et al (2005). A system failure framework for innovation policy design. Technovation 25, 609-61
- Larosse et al (2006). "Linking Innovation Policy and Sustainable Development in Flanders", in OECD, *Governance of Innovation Systems*: *Volume 3: Case Studies in Cross-Sectoral Policy*, OECD Publishing.
- Loa, L.E. (1996). Legislación, política y gestión sobre humedales. En: Abarca, F. y M. Cervantes. Manual para el manejo y la conservación de los humedales en México.
- Lund, P.D. (2008). "Effects of energy policies on industry expansion in renewable energy". Renewable Energy 34 (2009) 53-64
- Lundvall, B. (ed.) (1992). National Systems of Innovation, London: Pinters Publishers.

- Meny y Thoeing (1992). Las políticas públicas. Editorial Ariel S.A., Barcelona, España
- Minsch, J., (1997). Nachhaltigkeit und institutionelle Innovationen. In: Rennnings, K., Hohmeyer, O. (Eds.), Nachhaltigkeit. Nomos-Verlag, Baden-Baden, pp. 297–329.
- Naredo, J. M. (1992). Fundamentos de la economía ecológica. Ponencia presentada al IV Congreso Nacional de Economía. Desarrollo y Medio Ambiente. Sevilla.
- Norgren, L y Hauknes, J. (1999) Economic Rationales of Government involvement in innovation and the supply of innovation related services. RISE project report.
- OECD (1999), Managing National Systems of Innovation. Paris: OECD
- OECD (2009), Eco-Innovation in industry: Enabling Green Growth.
- OECD y Eurostat (2005), Manual de Oslo, Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Tercera Edición
- Olivera B. y Colín M. (2011). Potencial de las Energías Renovables en México: Situación actual. Greenpeace México, A.C.
- Oltra et al (2007). 'Patent as a measure for eco-innovation' en *Measuring Eco.innovation Project*. UM-Merit, 2008
- Padioleau, J. (1982). L' Etat au concret. Paris, Presses Universitaires de France
- Pearson et al (2008). Adapting Innovation Systems Indicators to assess EcoInnovation. DIME 2008.
- PNI (2011). Programa Nacional de Innovación 2011. Comité Sectorial para la Innovación. México 2011
- REN 21(2011). Renewables 2011 Global Status Report (Paris: REN21 Secretariat).
- Rennings (2000), Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. Ecological Economics 32 (2000) 319–332
- Requate, T (2005). Environmental Policy under Imperfect Competition: A Survey, Economics working paper / Christian-Albrechts-Universität Kiel, Department of Economics, No. 2005,12, http://hdl.handle.net/10419/22000
- Reyes T. (1999). "Análisis de la Propuesta de cambio estructural del sector eléctrico mexicano: una visión económica". Servicios de Investigación y Análisis de la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión SIA-DEC-01-1999

- Rodríguez V. (1999): "Impacto de la reforma económica sobre las inversiones de la industria eléctrica en México: el regreso del capital privado como palanca del desarrollo".- Serie: Reformas económicas No.18.- Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).- Santiago de Chile. p.10.
- Rodríguez V. (2009) "La reforma energética: ¿cambiar estructuras industriales o mejorar los arreglos institucionales?" en *La energía en México. Situación y alternativas,* Coordinador: John Saxe Fernández. Colección El Mundo Actual: Situación y Alternativas CEIICH-UNAM pp. 17-29
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. International Marketing Review, V. 11, N. 1, pp 7-31 Universidad de Sussex, Reino Unido
- SENER (2007) Secretaría de Energía. Disponible ent: http://www.sener.gob.mx consultado el 20 Jul 2012.
- SENER (2009). Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable. Secretaría de Energía.
- SENER (2010). Balance Nacional de Energía. Secretaría de Energía.
- SENER (2011). Balance Nacional de Energía. Secretaría de Energía.
- SENER (2011). Estrategia Nacional de Energía. Secretaría de Energía.
- SENER (2012). Estrategia Nacional de Energía 2012-2026. Secretaría de Energía
- Schermerhorn J. et al (1997). *Basic Organizational Behavior.* John Wiley & Sons, 1997 ISBN: 9780471190264
- Schumpeter, J (1939). *Business Cycles: A theoretical, historical an statistical analysis of the Captilalism Process.* Mc Graw-Hill, Nueva York
- Sheinbaum et al. (2009). "La política mexicana e indicadores de sustentabilidad" en Revista Latinoamericana de Economía *Problemas de Desarrollo,* Vol. 40, Número 158, julio/septiembre 2009
- Toledo V. (1985). Ecología y Autosuficiencia Alimentaria . Siglo XXI Editores. México. 108 pp. (Primera reimpresión 1991; segunda reimpresión, 1993).
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2008). EPA's 2008 Report on the Environment. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-07/045F. Available from the National Technical Information Service, Springfield, VA, en línea en http://www.epa.gov/roe.

- Vargas, R. (2010) "El sector eléctrico mexicano: ¿nuevos espacios para las corporaciones trasnacionales?". Acta Sociológica núm. 54, enero-abril de 2010, pp. 119-139
- Villavicencio D. y López P. (2009). Sistemas de Innovación en México. Regiones, Redes y Sectores. Plaza y Valdés
- Weber, M. (2007) Tecnologías ambientales. Informe de vigilancia tecnológica. Serie informes de tecnologías clave de la Comisión Europea. Mi+d
- Weber, M y Hemmelskamp, J. (2005). Towards Environmental Innovation Systems, Heidelberg, Springer.
- Wionczek M. (1982) "Reflexiones sobre las limitaciones de la política energética de México", Foro Internacional, El Colegio De Mexico Vol. 23, No. 1 (89) (Jul. - Sep., 1982), pp. 82-89 http://www.jstor.org/stable/27753738
- Zundel S., et al (2005). Conceptual Framework en C. Sartorius & S. Zundel (Eds.). Time Strategies, Innovation and Environmental Policy. Advances in Ecological Economics, pp. 10-51. Cheltenham: Edward Elgar

Otras referencias consultadas

- Adler L. (2011). "Repercursiones sociales y económicas del desarrollo energético, Introducción" en Panorama Energético de México. Consejo Consultivo de Ciencias, Presidencia de la República, 2011
- Ashford, N. (2005a) 'Government and environmental innovation in Europe and North America' in Weber, M. and Hemmelskamp, J. (eds) *Towards Environmental Innovation Systems* (Germany: Springer), 159-174.
- Borrus, M. y Stowsky J. (1999) "*Technology Policy and Economic Growth*"" en Branscomb L. y Keller J., *Investing in Innovation. Creating a research and innovation policy that works* , Cambridge, Massachussetts and London, The MIT Press, pp. 40-63.
- Carrillo-Hermosilla et al (2009), Eco-innovation: when sustainability and competitiveness shake hands. Palgrave MacMillan UK

- De la Vega A. (2011). "Energía y desarrollo en México. Necesidad de una nueva reflexión en el contexto de la crisis actual". en Panorama Energético de México. Consejo Consultivo de Ciencias, Presidencia de la República, 2011
- Edquist, C. (1997a). "Systems of Innovation Approaches - Their Emergence and Characteristics", en Edquist, Charles. (editor) Systems of Innovation Technologies, Institutions and Organizations, London: Pinter Publishers/Cassell Academic, pp. 3-37.
- Edquist, C. (2001), "Innovation policy – a systemic approach". In The Globalizing Learning Economy, Archibugi, D and Lundvall, B. (eds.), Oxford University Press.
- EIO (2011), "Pathways to a resource-efficient Europe", Eco-innovation Observatory www.eco-innovation.eu/.
- Ergas, E., (1987) "The importance of Technology policy". In Dasgupta and Stoneman (Ed) Economic Policy and technological performance. Cambridge University Press. Cambridge, New York 1987. Pp. 51-96.
- Eurostat (2010). Community Innovation Survey 2006-2008, sixth community innovation survey.
- Fleck, J. (1992), Configurations: crystallizing contingency. The international Journal of Human Factors in Manufacturing, Autumn.
- Gil, M.(1995), El sector ambiental en México en Revista de Administración Pública *Administración ecológica,* Número 87 (Gil, 1995) (Gil, 1995)
- Gottfried C. (2011). "Impactos medioambientales de la generación eoloeléctrica" en Panorama Energético de México. Consejo Consultivo de Ciencias, Presidencia de la República, 2011
- Kemp, R. y Andersen, M. (2004), "Strategies for eco-efficiency innovation", Strategy paper for the Informal Environmental Council Meeting, July 16-18 2004 Maastricht, VROM, Den Haag.
- Kemp, R. y Volpi, M. (2008) 'The difussion of clean technologies: a review with suggestions for future diffusion analysis', Journal of Cleaner Production, 16 (1), 14-21.
- Marechal, K (2007). 'The Economics of Climate change and the change for climate in Economics', Energy Policy, 35 (10): 5181-5194

- Montalvo, C. (2002), Environmental Policy and Technological Innovation: Why Do Firms Adopt or Reject New Technologies?, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Montalvo (2008). General wisdom concerning the factors affecting the adoption of cleaner technologies: a survey 1990-2007. Journal of Cleaner Production S7-S13
- Nelson, R. and S. Winter (1982). An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambrige, MA: Harvard University Press.
- OECD (1997), OECD Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data – Oslo-Manual, OECD:Eurostat, Paris.
- OECD (2011), Better Policies to Support Eco-innovation, OECD Studies on Environmental Innovation, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264096684-en
- Pérez C., Jesús (2010). La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos, El Cotidiano, núm. 162, julio-agosto, 2010, pp. 91-97
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente División Tecnología, Industria & Economía en cooperación con InWEnt (2006). Aplicación de la Producción más Limpia para facilitar la implementación de Acuerdos Ambientales Multilaterales
- Rennings, K. et al. (2004) Blueprints for an Integration of Science, Technology and Environmental Policy.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2012). "Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero" en: México Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Vargas, J. (2003) "La legislación mexicana en materia ambiental" en INE-SEMARNAT *Memorias del primer encuentro internacional de derecho ambiental*, Primera Ed., México: INE-SEMARNAT

ANEXOS

Anexo 1. Vínculo entre el PND y el Programa Sectorial de Energía 2007-2012

Eje de política pública del PND	Objetivo PSE 2007-2012
1. Estado de Derecho y seguridad	I.2 Fomentar la operación del sector hidrocarburos bajo estándares internacionales de eficiencia, transparencia y rendición de cuentas. II.3 Fortalecer a los organismos públicos del sector eléctrico en lo referente a prácticas operativas y estándares tanto de calidad como de confiabilidad en los servicios que ofrecen.
2. Economía competitiva y generadora de empleos	I.1 Garantizar la seguridad energética del país en materia de hidrocarburos. I.2 Fomentar la operación del sector hidrocarburos bajo estándares internacionales de eficiencia, transparencia y rendición de cuentas. I.3 Elevar la exploración, producción y transformación de hidrocarburos de manera sustentable. II.1 Fomentar niveles tarifarios que permitan cubrir costos relacionados con una operación eficiente de los organismos públicos del sector eléctrico. II.2 Equilibrar el portafolio de fuentes primarias de energía. II.3 Fortalecer a los organismos públicos del sector eléctrico en lo referente a prácticas operativas y estándares tanto de calidad como de confiabilidad en los servicios que ofrecen. III.1 Promover el uso y producción eficientes de la energía. III.2 Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables. IV.1 Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI).
3. Igualdad de oportunidades	III.2 Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables

4. Sustentabilidad ambiental	I.1 Garantizar la seguridad energética del país en materia de hidrocarburos. I.2 Fomentar la operación del sector hidrocarburos bajo estándares internacionales de eficiencia, transparencia y rendición de cuentas. II.2 Equilibrar el portafolio de fuentes primarias de energía. II.3 Fortalecer a los organismos públicos del sector eléctrico en lo referente a prácticas operativas y estándares tanto de calidad como de confiabilidad en los servicios que ofrecen. III.1 Promover el uso y producción eficientes de la energía. III.2 Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables. IV.1 Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI).
5. Democracia efectiva y política exterior responsable	I.2 Fomentar la operación del sector hidrocarburos bajo estándares internacionales de eficiencia, transparencia y rendición de cuentas. II.3 Fortalecer a los organismos públicos del sector eléctrico en lo referente a prácticas operativas y estándares tanto de calidad como de confiabilidad en los servicios que ofrecen.

Fuente: Programa Sectorial de Energía 2007-2012 (SENER)

Anexo 2. Marco Jurídico que apoya a los Proyectos del Programa Especial para el Aprovechamiento de las ER

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica

En 1992, se hicieron reformas a esta ley, con lo cual se permitió producir electricidad por agentes particulares, con fines de autoabastecimiento, cogeneración, pequeño productor, productor independiente de energía, exportación e importación para uso propio, siempre que no sea para fines públicos. Gracias a esta reforma, se lograron insertar nuevas áreas de oportunidad para la introducción de fuentes alternativas, sobre todo de las energías renovables.

Contrato de Interconexión para Fuentes de Energías Renovables

Este instrumento de regulación, fue publicado en el 2001 por parte de la Comisión Reguladora de Energía junto con otros instrumentos que consideran a las fuentes de energía renovable con disponibilidad intermitente, es decir, que no son constantes (ejemplos claros lo son la energía solar y la eólica) y establecen las reglas para interconectar los proyectos de energías renovables, a la red eléctrica nacional. Tuvo modificaciones en los años 2006 y 2007 en una búsqueda por mejorar la viabilidad de los proyectos.

Ley del Impuesto sobre la Renta

Esta ley, cuya modificación entró en vigor en el 2004, establece que todos los contribuyentes que hicieren inversión en maquinaria y equipo para generar energía y que ésta provenga de fuentes renovables, se les deducirá el 100% de su inversión en un solo ejercicio. Estas maquinarias pueden mantenerse en operación por un periodo no mayor de cinco años, así se evitaría que se invierta en este tipo de maquinaria y equipo con el solo fin de reducir los impuestos.

Ley para el aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

Esta ley, vigente desde noviembre del 2008 tiene la finalidad de regular el buen aprovechamiento de las energías renovables y de las tecnologías limpias, a través de dos instrumentos importantes, los cuales cumplen con funciones específicas:

1.- Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía: garantizar la eficiencia y sustentabilidad energéticas

2.- Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables: establecer las políticas públicas en cuanto a energías renovables se refiere, establecer los objetivos para su uso y las acciones para lograrlos.

Legislación Ambiental y de los Recursos Naturales

Es necesario analizar la legislación ambiental cuando se trata de energías renovables ya que tienen implicaciones por ejemplo, en la evaluación de impacto ambiental, ordenamiento ecológico del territorio, áreas naturales protegidas a nivel nacional, lo cual está establecido en La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Por otra parte están aquellas relacionadas al uso del suelo y los asuntos que de aquí se derivan como lo son la construcción, instalación y el funcionamiento de la infraestructura, lo cual se toma en cuenta más bien a niveles locales.

Anexo 3. Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética Vigentes

NOM-001-ENER-2000	Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba
NOM-003-ENER-2011	Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado
NOM-004-ENER-2008	Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia, en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW. Límites, métodos de prueba y etiquetado
NOM-005-ENER-2010	Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado
NOM-006-ENER-1995	Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.- Límites y método de prueba
NOM-007-ENER-2004	Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales
NOM-008-ENER-2001	Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales
NOM-009-ENER-1995	Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales
NOM-010-ENER-2004	Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba
NOM-011-ENER-2006	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado
NOM-013-ENER-2004	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas
NOM-014-ENER-2004	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 a 1,500 kW. Límites, método de prueba y marcado
NOM-015-ENER-2012	Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado
NOM-016-ENER-2010	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado
NOM-017-ENER/SCFI-2008	Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Límites y métodos de prueba
NOM-018-ENER-2011	Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba
NOM-019-ENER-2009	Eficiencia térmica y eléctrica de máquinas tortilladoras mecanizadas. Límites, método de prueba y marcado
NOM-020-ENER-2011	Eficiencia energética en edificaciones, Envolvente de edificios para uso habitacional
NOM-021-ENER/SCFI-2008	Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado
NOM-022-ENER/SCFI-2008	Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado
NOM-023-ENER-2010	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado
NOM-028-ENER-2010	Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba
NOM-030-ENER-2012	Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba

Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Comité consultivo nacional de normalización para la preservación y uso racional de los recursos energéticos)

Anexo 4. Vínculo entre el PND y el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2008-2012

Eje de política pública del PND	Objetivos PSMRN 2008-2012
1.Estado de Derecho y seguridad	AGENDA VERDE (Conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas terrestres y su biodiversidad)
2.Economía competitiva y generadora de empleos	1. Conservar los ecosistemas y su biodiversidad 2. Valorar y aprovechar sustentablemente los recursos naturales, los servicios ambientales y la biodiversidad 3. Restaurar y reforestar las tierras forestales degradadas y deforestadas
3.Igualdad de oportunidades	AGENDA GRIS (Prevención y Control de la contaminación atmosférica)
4.Sustentabilidad ambiental →	1. Prevenir, reducir y controlar la emisión de contaminantes a la atmósfera para garantizar una adecuada calidad del aire que proteja la salud de la población y de los ecosistemas 2. Control y prevención de la contaminación atmosférica, reducir la emisión de gases y sustancias químicas de impacto regional y global 3. Generar información eficiente y oportuna sobre las emisiones y la transferencia de contaminantes, así como sobre la calidad del aire a fin de informar a la población de potenciales riesgos y desarrollar políticas basadas en la evidencia científica necesaria para la toma de decisiones
5.Democracia efectiva y política exterior responsable	AGENDA AZUL (Recursos Hídricos) 1. Incrementar el acceso y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento 2. Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y en promover la cultura de su buen uso 3. Promover el manejo integral y sustentable del agua en cuencas y acuíferos 4. Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola 5. Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la Ley de Aguas Nacionales en materia administrativa y mejorar el desarrollo del sector CAMBIO CLIMÁTICO 1. Instrumentar la Estrategia Nacional de Cambio Climático 2. Reconocer la vulnerabilidad de diferentes sectores sociales frente al cambio climático e iniciar proyectos para el desarrollo de capacidades nacionales y locales de adaptación 3. Prevenir los riesgos derivados de fenómenos hidrometereológicos y atender sus efectos

Fuente: Elaboración propia en base al PSMNR (2008-2012)

Anexo 5. Vínculo entre el PND 2007-2012 y el PECiTI 2008-2012

Ejes del PND 2007 – 2012		**Objetivos del PECiTI 2008-2012**
1 Estado de derecho y seguridad		1 Establecer políticas de Estado a corto, mediano y largo plazo que permitan fortalecer la cadena educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación
2 Economía competitiva y generadora de empleos		2 Descentralizar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación con el objeto de contribuir al desarrollo regional
3 Igualdad de oportunidades		3. Fomentar un mayor financiamiento de la ciencia básica y aplicada, la tecnología y la innovación
4 Sustentabilidad Ambiental		4. Aumentar la inversión en infraestructura científica, tecnológica y de innovación
5 Democracia efectiva y política exterior responsable		5. Evaluar la aplicación de los recursos públicos que se invertirán en la formación de recursos humanos de alta calidad (científicos y tecnólogos), y en las tareas de investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico.

Fuente: Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012

Anexo 6. Principales Agentes que intervienen en el Sistema de Innovación mexicano

Organismos e instituciones Gubernamentales	-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyt) -Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT) -Red Nacional de Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología (RENACECYT) -Comisiones de Ciencia y Tecnología del Poder Legislativo
Centros e institutos públicos de investigación	-Centros públicos de investigación-CONACyt (28) -Centros públicos de investigación administrados por secretarías de Estado: Secretaría de Energía (SENER) • Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) • Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) • Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) • Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) • Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) • Colegio de Posgraduados (CP) Secretaría de Salud (SSA) • Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) • Instituto Nacional de Cardiología (INC) • Instituto de Pediatría (IP) • Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ) • Otros 16 institutos de investigación asociados al sector salud -Institutos y centros de investigación pertenecientes a las instituciones de educación superior: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de IPN (CINVESTAV), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN)
Institutos de educación superior	Universidades, institutos tecnológicos, instituciones educativas estatales y las escuelas normales
Empresas sector privado	La inversión doméstica en i+d está fuertemente concentrada en un pequeño número de grandes empresas nacionales y multinacionales. Mayoría posee bajo nivel de infraestructura y de stock de capital humano.
Organizaciones intermediarias (puente)	-Incentivos financieros (NAFIN, BANCOMEX, IMPI, SHCP, SE) -Asesoría e información científico-tecnológica (INFOTEC, NORMEX, CENAM, IMNC, FUNDATEC, FUMEC, ADIAT, EL FCCT, las Comisiones de CyT del Congreso, RNGCI Y RENACECYT.)
Instituciones Financieras	Mercado de capital de riesgo, muy poco desarrollado. sólo alrededor de 30 fondos de inversión operan bajo programas de capital de riesgo o *Private Equity*

Fuente: Dutrénit et al (2010)

Anexo 7. Formato de entrevista

Cuestionario sector energético

El siguiente cuestionario fue realizado en base al tema de la investigación final de la Maestría en Economía y Gestión de la Innovación, la cual curso en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, bajo la asesoría académica de la Dra. Graciela Carrillo González y el Dr. Fernando Díaz López.

El título de la investigación es: "Políticas para la Eco-innovación en México: Sector Energético" cuya hipótesis es: *"la implementación de políticas públicas encaminadas a favorecer el medio ambiente y conservar los recursos naturales, favorecen las innovaciones con impacto ambiental positivo y facilitan la participación de organizaciones públicas y privadas en el desarrollo de eco-innovaciones en el sector energético".*

Defínase a las eco-innovaciones como "todas las formas de innovación que reducen el impacto ambiental y/o optimizan el uso de los recursos a lo largo del ciclo de vida de las actividades relacionadas" (Comisión Europea).

PANORAMA DEL SECTOR

1. ¿Cuáles son los programas gubernamentales más importantes que se han implementado en México durante los últimos sexenios para modernizar al sector energético?

2. ¿Los programas han incorporado entre sus objetivos aspectos como la innovación y la transferencia tecnológica?

3. ¿Se han desarrollado en los últimos años proyectos de eco-innovación orientados al sector energía?

4. ¿Existen programas que incentiven la participación tanto pública como privada en la búsqueda de nuevas oportunidades en el sector en materia de eco-innovaciones?

5. ¿Considera que la iniciativa del Fondo sectorial para investigación y desarrollo tecnológico en energía del CONACYT sería un impulsor importante de eco-innovaciones? ¿Cuáles serían sus límites?

POLÍTICAS

6. ¿Qué aspectos considerados en la política energética actual apoyan el desarrollo y transferencia tecnológica de las eco-innovaciones?

7. ¿Considera Ud. que la política energética actual tiene posibilidades de crecimiento y/o expansión hacia la promoción de la eco-innovación en el sector?

8. ¿En qué sentido considera que hay que habría que encaminar los elementos existentes para lograr este objetivo?

9. ¿Los programas y políticas puestos en marcha así como sus resultados, por qué organismos son evaluados?

10. ¿Considera relevante la transversalidad entre las políticas económica, ambiental, energética y de innovación para el desarrollo de eco-innovaciones en el sector y por qué? ¿Qué otras podrían ser relevantes?

DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

11. ¿Las tecnologías 'limpias' que existen en el sector fueron desarrolladas en México o fueron importadas? (En caso de existir ambas, qué porcentaje representa cada una)

12. ¿Existen algún tipo de incentivo (económico, jurídico, fiscal, etc) de parte del Estado que apoye el desarrollo de nuevas tecnologías y las prácticas innovadoras dentro del sector energético?

13. ¿Cree que México va a la par de las tendencias internacionales en cuanto al desarrollo de nuevas tecnologías, específicamente de energías renovables? (Si es NO, por qué no ha ocurrido)

14. ¿Cuáles son los tipos de energías renovables innovadoras en la que ha incursionado México en los últimos años y en cuáles se espera que incursione? (Por ejemplo, solar, minieólica, maremotriz, pilas de combustible e hidrógeno, CDR, geotérmica, etc) ¿Qué actividades/productos o servicios se desarrollan en torno a ello?

Tipo de energía	Actividad/producto/servicio

15. ¿Hacia qué rubro considera Ud, que se han enfocado la mayor parte de los esfuerzos tecnológicos; hacia el uso racional de la energía (fuentes tradicionales) o hacia el desarrollo de nuevas fuentes de energías renovables?

16. ¿Cuál ha sido el factor principal que ha fomentado las eco-innovaciones (si existieren) en el sector energético?

INVOLUCRADOS/REDES

17. ¿Quiénes son los principales involucrados en la creación de innovaciones dentro de este sector y cual es su función principal? (Ejemplo: organizaciones gubernamentales, empresas, etc)

Actor	Función

18. ¿Existe algún convenio de colaboración y/o cooperación con alguna organización externa al sector para promover las (eco)-innovaciones? (Redes de conocimiento)

19. ¿Considera relevante la vinculación entre la academia, la industria y el gobierno para impulsar la eco-innovación en el sector energético, por qué?

20. ¿Considera que la eco-innovación como una (nueva) área de oportunidad para el sector energético traería beneficios al país, de qué tipo?

BARRERAS/INCENTIVOS

21. ¿Identifica alguna barrera o incentivo en la actualidad para el desarrollo y promoción de las (eco)-innovaciones en el sector energético? Marque con una X.

		Incentivo	Barrera	¿Por qué?
Instituciones	Marco de políticas: ambiental, energética, innovación, económica y otras			
	Programas de apoyo			
	Estructura institucional			
	Sistemas fiscales			
Redes	Influencia/Presión social de los involucrados			
	Acuerdos internacionales			
	Vinculación universidad-industria-gobierno			
Mercado	Demanda esperada del mercado			
	Precios de los bienes y servicios de eco-innovación			
	Competencia (Barreras comerciales)			

	Conciencia ambiental de la necesidad de productos ambientalmente eficientes			
Recursos	Disponibilidad de recursos humanos altamente calificados			
	Disponibilidad de capital de riesgo			
	Infraestructura tecnológica			
	Información disponible: tecnológica, de mercado, otras			
Capacidades	Entendimiento de las necesidades energéticas actuales y futuras			
	Capacidades tecnológicas y organizacionales para observar las oportunidades tecnológicas			
	Dependencia de lo actual (sistemas de producción ineficientes, acumulación de conocimiento)			
Otros				

Fuente: Elaboración propia en base a Klein Woolthuis et al (2005)

ESTE TRABAJO FUE IMPRESO POR, "NATALIA DIGITAL"
FILOSOFÍA Y LETRAS # 12 COL. COPILCO UNIVERSIDAD
DEL. COYOACAN, MEXICO, D.F C.P. 04360, CEL:. 55-1425-9026.
CORREO:. TESISNATALIA@YAHOO.COM.MX

HECHO EN MEXICO