



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

**“Exportación e importación de energía eléctrica entre
México y Guatemala”**

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Maestra en Administración

Campo de conocimiento: Negocios Internacionales

Presenta:

Mireya Carolina Murga González

Tutor:

Dra. Laura Estela Fischer De La Vega
Facultad de Contaduría y Administración

Ciudad de México, enero 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi papá, Gabriel, gracias por alentarme a cumplir mis sueños y apoyarme en todas mis decisiones. Gracias por tu tiempo, tus consejos, tu cariño y por haberme forjado como la persona que soy. Mis logros te los debo a ti y estaré eternamente agradecida.

A Mercedes, el amor fraternal no tiene fronteras. Gracias por tu apoyo incondicional y por las risas que acortaron la distancia durante estos años. Me alentaste a seguir en mis momentos más difíciles y celebramos en los mejores.

A Fernando por tu amor y apoyo incondicional, gracias por impulsarme a cumplir mis sueños profesionales y personales. Gracias por tu paciencia, positivismo y motivación en esta aventura, seguiremos cumpliendo nuestros sueños y alcanzando nuevas metas.

A la Familia González Grijalva, por ser mi segunda familia y estar siempre para mí. Gracias por las llamadas y mensajes que me hicieron sentir cerca de casa.

A mis amigos y familiares de Guatemala, les agradezco mucho el apoyo desde la distancia. A mis amigos mexicanos, gracias por recibirme en tan lindo país y por las vivencias que hicieron inolvidable esta experiencia.

A mi tutora, Dra. Laura Fischer, gracias por sus enseñanzas, apoyo y por ser mi guía durante estos años.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
ANTECEDENTES	10
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
TEMA	15
TÍTULO	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
OBJETIVOS	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
HIPOTESIS	17
HIPÓTESIS PRINCIPAL.....	17
HIPÓTESIS SECUNDARIAS	17
MÉTODOLOGÍA.....	18
MAPA DE CONGRUENCIA	20
CAPÍTULO 1	21
1.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	21
1.1.1 Energía eléctrica	21
1.1.2 Generación de energía eléctrica	22
1.2 GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES	24
1.2.1 Hidroeléctricas	24
1.2.2 Geo-termoeléctricas.....	26
1.2.3 Eolo-eléctrica	28
1.2.4 Solares	30
1.3 GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES NO RENOVABLES.....	38
1.3.1 Carboeléctricas.....	38
1.3.2 Turbogas.....	39
1.3.3 Combustión interna	41
1.3.4 Nucleoeléctricas	42
1.4 TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	44
CAPÍTULO 2	46

ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO Y GUATEMALA.....	46
2.1 ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO.....	46
2.1.1 Hidroeléctricas en México.....	46
2.1.2 Geo-termoeléctricas en México	49
2.1.3 Eolo eléctricas en México	49
2.1.4 Nucleoeléctricas en México	51
2.1.5 Fotovoltaicas en México.....	52
2.2 ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUATEMALA	54
2.2.1 Hidroeléctricas en Guatemala.....	54
2.2.2 Geo termoeléctricas en Guatemala.....	56
2.2.3 Eolo eléctricas en Guatemala	57
2.2.4 Fotovoltaicas en Guatemala.....	57
2.3 EXPORTACIONES E IMPORTACIONES	61
2.3.1 Fracción Arancelaria.....	61
2.3.2 Arancel.....	61
2.3.3 Exportaciones.....	62
2.3.4 Importaciones	63
CAPÍTULO 3	65
ENTIDADES PROVEEDORAS Y REGULADORAS	65
3.1 ENTIDADES MEXICANAS.....	65
3.1.1 Secretaría de Energía (SENER).....	65
3.1.2 Comisión Federal de Electricidad (CFE)	66
3.1.3 Comisión Reguladora de Energía (CRE)	67
3.1.4 Sistema Eléctrico Nacional (SEN)	68
3.1.6 Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)	72
3.1.7 Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).....	73
3.1.8 Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)	
73	
3.1.9 Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía	
(CONUEE) 75	
3.2 ENTIDADES GUATEMALTECAS	76
3.2.2 Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)	78

3.2.3	Ministerio de Energía y Minas (MEM)	79
3.2.4	Administrador del Mercado Mayorista (AMM)	80
3.2.5	Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE).....	82
3.2.6	Ente Operador Regional (EOR)	83
3.2.7	Mercado Eléctrico Regional (MER)	84
CAPÍTULO 4		85
INTERCONEXIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA EN MÉXICO Y GUATEMALA..		85
Relación bilatera.....		85
1. Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla		86
2. Convenio de cooperación Energética		87
Infraestructura Interconexión México-Guatemala		89
Inicio de funcionamiento Interconexión		90
CAPÍTULO 5		92
SIEPAC.....		92
SISTEMA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS PAÍSES DE AMÉRICA CENTRAL		92
5.1 Orígenes del SIEPAC		92
5.1.1 Ente Operador Regional -EOR-		93
5.1.2 Comisión Reguladora de Interconexión Eléctrica -CRIE-		93
5.1.3 Mercado Eléctrico Regional -MER-		94
5.1.4 Empresa Propietaria de la Red -EPR-.....		94
5.1.5 Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central - SIEPAC- 95		
5.2 Infraestructura del SIEPAC		95
5.3 Construcción y Administración SIEPAC		98
Objetivos del SIEPAC		98
5.4 Beneficios del SIEPAC.....		99
5.5 Interconexión México-SIEPAC		101
CAPÍTULO 6		103
IMPACTO ECONOMICO EMPRESARIAL EN MÉXICO Y GUATEMALA MEIDANTE EL INTERCAMBIO DE ENERGIA ELECTRICA.....		103
CONCLUSIONES.....		106
CONSIDERACIONES FINALES		108

REFERENCIAS	109
ANEXOS	114
Anexo 1	114
Anexo 2	119
Anexo 3	122
SIGLARIO	126
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	128

INTRODUCCIÓN

Estamos acostumbrados al uso cotidiano de todo tipo de dispositivos electrónicos, desde que encendemos la luz en nuestros hogares, hasta los momentos que empleamos dispositivos portátiles que cuentan con una autonomía brindada por una pila, que con un tiempo limitado podemos utilizarla hasta que debamos recargarla y continuar su uso, siendo necesario el dispositivo portátil para la vida moderna y para, inclusive, relacionarnos con otras personas y realizar negocios a distancia. En los hogares la energía eléctrica es un servicio básico y necesario. La energía eléctrica es el conducto para que las distintas tecnologías de nuestro hogar puedan funcionar adecuadamente y cumplir la misma.

Sin duda la electricidad es una de las principales formas de energía usadas en el mundo actual. Sin ella no existiría la iluminación conveniente, ni comunicaciones de radio y televisión, ni servicios telefónicos, y las personas tendrían que prescindir de aparatos eléctricos que ya llegaron a constituir parte integral del hogar. Además, sin energía eléctrica el transporte no sería lo que es en la actualidad. La electricidad se utiliza en todas partes y para la mayoría de acciones.

El uso de electricidad en la vida moderna es imprescindible y difícilmente una sociedad puede concebirse sin el uso de ella. La electricidad en la comunidad se manifiesta, entre otros, a través de alumbrado público, parques, autopistas, túneles, carreteras, semáforos, etc., con el fin de proporcionar seguridad y visibilidad a los peatones y mejor desenvolvimiento del tráfico automotor en horas nocturnas, así como los semáforos permiten regular y controlar el flujo de vehículos en la vía pública.

Debido a esta importancia se decidió realizar una investigación que lograra ir en conjunto con los negocios internacionales. Adentrarse en el sector energético y como se ha involucrado el intercambio energético en los diferentes sectores de América, pero especialmente entre México y Guatemala.

La investigación brinda información actual sobre la situación en la que se encuentra la interconexión eléctrica entre México y Guatemala, también pretende proporcionar

información sobre las empresas involucradas en toda la operación energética en ambos países y el funcionamiento de esta interconexión.

En el Capítulo 1 se muestra información sobre las fuentes para generar energía, es relevante tener el conocimiento sobre cómo se produce la energía y que tipos de energías podemos encontrar a nuestro alcance. Gracias al avance tecnológico el humano ha podido explotar correctamente el aprovechamiento de energías renovables, pero aún no descartamos que el uso de combustibles fósiles para la producción de energía es aún mayor en las industrias actuales.

Dentro del Capítulo 2 se encuentran los tipos de energía que se manejan en México y Guatemala actualmente. En este capítulo se desarrollaron los diferentes tipos de energía eléctrica que se generan tanto en México como en Guatemala, también se incluyen las entidades que se encuentran involucradas en los intercambios de energía eléctrica entre ambos territorios, y que han invertido en los diferentes proyectos para llevar a cabo un constante intercambio.

En el Capítulo 3 se exponen datos informativos sobre las entidades tanto mexicanas como guatemaltecas que se encuentran involucradas en las transacciones bilaterales de energía eléctrica. El fin de mostrar esta información es profundizar en el tema sobre infraestructura y funcionamiento de la línea de transmisión de energía eléctrica que se encuentra en ambos territorios.

Al presentar en el Capítulo 4 toda la información relevante sobre la interconexión de energía eléctrica entre ambos países, se hizo énfasis en el origen de la relación bilateral entre ambos países y cómo surgió esta interconexión. El capítulo también incluye especificaciones técnicas de la interconexión y quienes operan las transacciones actuales.

La prospectiva de la energía eléctrica para México y su posible adhesión al Proyecto Mesoamérica se encuentra desarrollada en el Capítulo 5 en donde se muestra lo que es el Sistema de Interconexión de los Países de América Central SIEPAC y como se obtendría un beneficio aún mayor si México llegara a formar, en su totalidad, parte del mismo.

En el Capítulo 6 se expone el impacto económico empresarial que la interconexión actual entre México y Guatemala brinda, al igual que la adhesión de México a la SIEPAC. Este capítulo brinda información y opiniones que expertos brindaron en las entrevistas realizadas para esta investigación. Fue muy importante la opinión de personas expertas que se encuentran en su día a día involucradas en el tema y el valor agregado que brinda la entrevista es entender y responder las preguntas de investigación sobre la intermitencia de estas transacciones de energía eléctrica.

ANTECEDENTES

El Proyecto de Interconexión Eléctrica Guatemala-México fue concebido por la voluntad política de los gobiernos de ambos países y aunque se trata de una iniciativa bilateral, tiene un impacto directo en el MER (Mercado Eléctrico Regional).

La línea de interconexión entre México y Guatemala consiste en una red de transmisión eléctrica de 103 kilómetros a 400 Kv (32 Kilómetros en México y 71 en Guatemala) y la expansión de dos subestaciones, una localizada en Tapachula, México, y la otra en "Los Brillantes", en Retalhuleu, Guatemala, lo cual permite efectuar transacciones de energía entre ambos países, promoviendo la integración del sistema eléctrico de México con el de América Central (Forbes, 2014).

Las unidades ejecutoras involucradas al inicio de estas negociaciones fueron la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México y el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) para Guatemala.

La interconexión eléctrica bilateral entre Guatemala y México se concluyó en 2009 y entró en operación comercial en 2010. De agosto de 2015 a julio 2016, se han comerciado alrededor de 246 Giga Watts hora entre ambos países, lo que equivale a un monto de \$17 millones de dólares. (*Proyecto Mesoamérica, 2018*)

La interconexión México-Guatemala representa un proyecto binacional que abre las puertas a futuros proyectos conjuntos, además de traer consigo otros beneficios, como: da garantía del suministro eléctrico; aumenta la seguridad y calidad del sistema; intensifica la relación económica entre los dos países; promueve una estabilización de precios (México logra el ingreso, a través de Guatemala, a un mercado eléctrico de gran crecimiento y con un consumo anual de 40,000 GWh); México encuentra un mercado para sus excedentes de capacidad y esto genera economía de escala; y Guatemala tiene ahorros derivado de la estabilización de precios y de no incurrir en costos de "no suministro".

Actualmente el proyecto se encuentra en fase de operación plena. La Interconexión con México empezó a operar en el 2009, la inversión fue efectuada por los entes estatales de ambos países y fue inaugurado en Retalhuleu el 26 de octubre del año en mención. Tuvo diversas pausas en su operación por temas de pagos y licitaciones, fue hasta el 2016 que se inició de nuevo el intercambio de energía por medio de esta interconexión, pero se dieron ciertas fallas en el sistema de transmisión del sureste de México por lo que las ventas fueron interrumpidas constantemente.

México y Guatemala suscribieron, el 15 de septiembre de 2010, un contrato de compraventa de potencia firme y de energía asociada por medio del cual el INDE de Guatemala adquiere de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México, 120 megawatts (MW) de potencia firme, con posibilidad de ampliarla hasta 200 MW, ya que la CFE cuenta con excedentes que hacen posible esa venta. A su vez, permite a la CFE adquirir energía del mercado eléctrico guatemalteco, en caso de ser necesario, por alguna contingencia o necesidad.

El 14 de mayo de 2012, la Secretaría de Energía de México y el Ministerio de Energía y Minas de la República de Guatemala, firmaron una carta de intención en la que establecieron un marco general de cooperación en el sector energético. Ambos países se comprometieron a desarrollar conjuntamente actividades de cooperación, prioritariamente, en materia de electricidad e hidrocarburos. En electricidad, el objetivo definido es incrementar en 30 MW la exportación de energía eléctrica de México a Guatemala y eventualmente a Centroamérica. En ese sentido, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México y el Instituto Nacional de Electrificación de Guatemala (INDE) elaboraron un plan de trabajo para que la línea de transmisión del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) se enlace con la red del proyecto Interconexión México-Guatemala.

Por otro lado El Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) tiene como objetivo convertir al sistema en uno los ejes de desarrollo regional a través de la integración de los sistemas eléctricos de América Central,

con el fin de contribuir a la reducción de costos de energía, mejorar la confiabilidad del suministro, implementar economías de escala, generar mayores niveles de competencia en los mercados nacionales y atraer inversión extranjera, ya que se dispondrá de una red más segura y de mayor capacidad para consolidar el Mercado Eléctrico Regional (MER).

La infraestructura del Proyecto SIEPAC consiste en la ejecución del Primer Sistema de Transmisión Eléctrica Regional que refuerza la red eléctrica de América Central. La línea de transmisión eléctrica de 1,800 Kilómetros de longitud de 230 Kv y 28 bahías de acceso en 15 subestaciones, a través de 6 países de América Central: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Con la red ya instalada, se dispondrá de una capacidad confiable y segura de transporte de energía de hasta 300 megawatts (MW).

Retomando las fechas importantes de esta interconexión es hasta 2016 que el intercambio de energía inicia formalmente, y en agosto de 2017 se determinó que Guatemala podría importar 295 megavatios MW desde México, por medio de la interconexión, sin poner en riesgo el sistema eléctrico del resto de Centroamérica (SIEPAC).

En las siguientes imágenes se muestran en los mapas como se encuentran las interconexiones tanto México-Guatemala como la SIEPAC, en la imagen podemos identificar la extensión territorial de ambas y el beneficio de México de integrarse a este proyecto:

Representación gráfica de la Interconexión Eléctrica México-Guatemala

Interconexión Eléctrica México-Guatemala



Fuente de imagen: www.proyectomesoamerica.com

Representación gráfica del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC)

Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC)



Fuente de imagen: www.proyectomesoamerica.com

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El comercio de energía eléctrica entre los países involucrados se convierte en realidad cuando hay beneficios económicos para todas las partes involucradas. El comercio de energía eléctrica tiene el beneficio agregado de fomentar lazos políticos más estrechos, y es por eso que el trabajo de investigación se dirige a la comprensión de estos lazos para que en un futuro puedan darse el incremento de este intercambio de energía eléctrica para el bien común de las comunidades tanto de México como de Guatemala. Varios países latinoamericanos del centro y sur de América actualmente se encuentran realizando intercambio de energías con el proyecto SIEPAC.

El presente trabajo de investigación debe ser un aporte para la inclusión de México como integrante en la SIEPAC para poder abarcar más mercado, lograr la disminución de las emisiones de gases con efecto invernadero (debido a la utilización de un único mercado regional) y la creación de un único mercado energético, de esta manera quedará identificado el mutuo beneficio de la interconexión actual México y Guatemala y como podría lograr tener una ampliación, y la adhesión de México a un Mercado Regional ya establecido y funcional.

EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ENTRE MÉXICO Y GUATEMALA

TEMA

Exportación e importación.

TÍTULO

“Exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala”.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La intermitencia de la interconexión de energía eléctrica entre México y Guatemala ha retrasado el acceso a ambos mercados; Se busca la mejora de la funcionabilidad de la interconexión para garantizar la calidad del suministro, ininterrupción, y continuidad de energía eléctrica entre ambos territorios.

México al desarrollar su proyecto de intercambio de energía eléctrica con Guatemala, pueda integrarse en el futuro al SIEPAC y poder realizar un intercambio con el resto de países de Centroamérica y poder generar un mayor nivel de competencia en el sector de energía eléctrica y así atraer la inversión privada. Dos grandes beneficios iniciales de la interconexión entre México y Guatemala Integración de ambos sistemas eléctricos, creando un único mercado energético y se disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero.

PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN

- En la relación de exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala ¿Existe un beneficio en esta relación?
- Si existen beneficios, ¿Cuáles son y que obtiene México y Guatemala de esta relación? ¿Quiénes son los principales benefactores?
- ¿De qué manera México podría unirse al proyecto Mesoamérica SIEPAC?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Definir el beneficio binacional que la exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala pueda brindar por medio de la adhesión de México al Proyecto Mesoamérica SIEPAC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la relación en las rutas de exportación e importación de energía eléctrica México-Guatemala.
- Conocer los beneficios que traen para ambos países el intercambio de energía eléctrica entre México y Guatemala en el desarrollo sociocultural.

- Estudiar la prospectiva de la energía eléctrica en ambos territorios. La incorporación de México al Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central.

HIPOTESIS

HIPÓTESIS PRINCIPAL

- Mediante la exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala se obtiene un desarrollo económico, social y cultural para poder satisfacer necesidades sociales de ambas poblaciones.

HIPÓTESIS SECUNDARIAS

Hipótesis I

Si existe una relación de exportación e importación que ha sido benéfica para ambos países.

Hipótesis II

Si hay un beneficio en ambos países por la relación existente en el intercambio de energía eléctrica.

Hipótesis III

Los beneficios que obtiene México al unirse al proyecto Mesoamérica SIEPAC (Intercambio de energía entre México con países de Centroamérica y Suramérica).

MÉTODOLOGÍA

Formas en las que se llevará a cargo la investigación

1. Investigación documental

Se utilizó el método cualitativo como estrategia para observar y recolectar sistemáticamente las realidades teóricas y empíricas, puntos de vista y perspectiva de las empresas involucradas. Se utilizaron diferentes tipos de documentos como tesis, libros, artículos en donde se indagó e interpretó para luego proceder a la presentación de datos e información sobre el tema de intercambio de energía eléctrica entre México y Guatemala, y el beneficio sociocultural que esta brinda.

Dentro de la investigación documental se ampliaron los conceptos, empresas involucradas con referencia a la interconexión México-Guatemala y también sobre el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), para poder tener una idea clara sobre la prospectiva del sector energético que México pudiera desarrollar al unirse a este sistema.

La investigación documental se realizó a través de páginas web de las principales empresas de energía que realizar importación y exportación. La información de las empresas privadas que están participando en el intercambio de energía que fue utilizada para poder desarrollar los temas específicos antes de realizar entrevistas físicamente con estas entidades.

2. Investigación de campo con empresas participantes en la interconexión.

Se realizaron tres entrevistas con las empresas que se encuentran involucradas en este intercambio de energía, como lo son el Administrador de Mercado Mayorista (AMM), el Instituto Nacional de

Electrificación (INDE) y otra persona de una entidad privada que decidió aportar su conocimiento sobre el tema, pero sin mencionar la empresa en donde actualmente labora por motivos de contrato de confidencialidad.

Se logró entrevistar únicamente a personas en organizaciones guatemaltecas debido a que organizaciones mexicanas tienen políticas estrictas de confidencialidad sobre la información que manejan en sus actividades administrativas y operativas.

MAPA DE CONGRUENCIA

MAPA DE CONGRUENCIA					
Preguntas de investigación	Objetivos		Hipótesis		Método
	General	Específico	General	Secundarias	
En la relación de exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala ¿Existe un beneficio en esta relación?	Identificar la razón de ser y beneficio binacional que la exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala pueda brindar a ambos territorios.	Analizar la relación en las rutas de exportación e importación de energía eléctrica México-Guatemala.	Mediante la exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala se obtiene un desarrollo económico, social y cultural para poder satisfacer necesidades sociales y de autorrealización de ambas poblaciones.	Si existe una relación de exportación e importación que ha sido benéfica para ambos países.	Investigación documental y de páginas web.
Si existen beneficios, ¿Cuáles son y que obtiene México y Guatemala de esta relación? ¿Quiénes son los principales benefactores?		Conocer los beneficios que traen para ambos países el intercambio de energía eléctrica entre México y Guatemala en el desarrollo sociocultural.		Si hay un beneficio en ambos países por la relación existente en el intercambio de energía eléctrica.	-Investigación documental y de páginas web. -Investigación de campo
¿De qué manera México podría unirse al proyecto Mesoamérica SIEPAC?		Estudiar la prospectiva de la energía eléctrica en ambos territorios.		Los beneficios obtenidos por el intercambio son- Beneficios que México obtiene al unirse al proyecto Mesoamérica SIEPAC.	-Investigación documental y de páginas web. -Investigación de campo

CAPÍTULO 1

1.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Energía, es la capacidad que poseen los cuerpos y sistemas para realizar un trabajo. Esta propiedad se evidencia en formas diversas que pueden transformarse e interrelacionarse. Una materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición en relación con las fuerzas que actúan sobre ella. Una de las propiedades que presenta la energía es que se transfiere.

La energía se encuentra en constante transformación, pasando de unas formas a otras. La energía siempre pasa de formas más útiles a formas menos útiles. El principio de conservación de la energía indica que la energía no se crea ni se destruye; solo se transforma de unas formas a otras. En estas transformaciones, la energía total permanece constante; es decir, la energía total es la misma antes y después de cada transformación.

Unas formas de energía pueden transformarse en otras. En estas transformaciones la energía se degrada, pierde calidad. En toda transformación, parte de la energía se convierte en calor o energía calorífica. Cualquier tipo de energía puede transformarse íntegramente en calor; pero, éste no puede transformarse íntegramente en otro tipo

Las fuentes de energía son los recursos existentes en la naturaleza de los que la humanidad puede obtener energía utilizable en sus actividades. Las fuentes de energía se clasifican en dos grupos: renovables y no renovables; según sean recursos “ilimitados” o “limitados” (Recio M., J. 2012)

1.1.1 Energía eléctrica

De todos los tipos de energía, la que mayor uso ha recibido es la energía eléctrica. Esta popularidad está dada por su difusión tanto en economía las naciones como en el uso doméstico.

La energía eléctrica es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. Esta energía produce, fundamentalmente, tres efectos: luminoso, térmico y magnético. El ejemplo más claro es la transportada por la corriente eléctrica en nuestras casas y que se manifiesta al encender los bombillos.

Este tipo de energía se ha convertido en parte de nuestra vida cotidiana. Sin ella, difícilmente podríamos imaginarnos los niveles de progreso que el mundo ha alcanzado, pero no es difícil de comprender que nuestras tareas diarias laborales y personales están ligadas a su totalidad en la energía eléctrica.

Para el objetivo de la investigación es necesario comprender el origen de la energía eléctrica, y como ésta termina en cada uno de nuestros hogares o empresas. *Grosso modo* la electricidad va a iniciar produciéndose en centrales capaces de obtener energía eléctrica a partir de energías primarias. Estas energías primarias pueden ser renovables o no renovables. Las empresas propietarias de las diferentes centrales venden la energía generada a compañías comercializadoras. Luego de su generación, se produce una transmisión para poder proceder a su distribución y finalmente a su comercialización. En este proceso existen varias empresas involucradas con el fin de poder llevar la energía su mercado objetivo. A continuación, me permito desarrollar el tema de manera detallada y objetiva.

1.1.2 Generación de energía eléctrica

La electricidad se origina por el movimiento de los electrones de algún material conductor. Al igual que los átomos y los imanes, las moléculas de electricidad tienen los dos tipos de carga: positiva y negativa. Cuando las cargas son de signos opuestos, se atraen las cargas positivas atraen las cargas negativas, pero si las cargas son iguales, se rechazan entre sí. La electricidad creada por frotación se denomina estática y la transmitida por corriente se denomina electricidad dinámica (*Ok diario, 2016*).

El origen de la energía eléctrica está en las centrales de generación, determinadas por la fuente de energía que se utilice. Así, la energía eléctrica puede obtenerse de centrales solares, eólicas, hidroeléctricas, térmicas, nucleares y mediante la biomasa o quema de compuesto de la naturaleza como combustible (*Twenergy, 2013*)

Las centrales generadoras de energía eléctrica se distinguen por las fuentes de energía que utilizan: las que se generan a partir de recursos no renovables y las que lo hacen con recursos renovables. Las fuentes no renovables son las que pueden acabarse y que tardan períodos de tiempo muy largos para formarse de nuevo, como el petróleo, el carbón y el gas natural. Por el contrario, las fuentes renovables se recuperan en períodos de tiempo cortos como lo son el aire, el agua, el sol y la geotermia.

Las fuentes no renovables son utilizadas en centrales termoeléctricas, las cuales tienen variantes según el combustible empleado, pero por lo general ocupan el mismo principio de generación. Este consiste en generar algún fluido (gas o vapor) que impulse una turbina que a la vez acciona el generador acoplado a ella. Las centrales hidroeléctricas y Eolo eléctricas, ocupan también el mismo principio, pero el fluido que mueve la turbina es una fuente renovable (agua o aire). La energía solar en cambio, utiliza la radiación solar para generar electricidad a través del calor de la radiación luminosa, o bien aprovecha la energía de los corpúsculos constituyentes de la luz en el efecto fotovoltaico.

Con el objetivo de conocer las características de las centrales eléctricas convencionales, en este capítulo se describen las principales tecnologías empleadas para la generación de energía eléctrica, se desarrolla a continuación cada una de ellas para su comprensión de funcionamiento y a la vez comprender que este es el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

1.2 GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES

Las energías renovables son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero, ni emisiones contaminantes. Sus costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costes de los combustibles fósiles es la opuesta.

Las energías renovables han recibido un importante respaldo de la comunidad internacional con el “Acuerdo de París” suscrito en la Cumbre Mundial del Clima celebrada en diciembre de 2015 en la capital francesa.

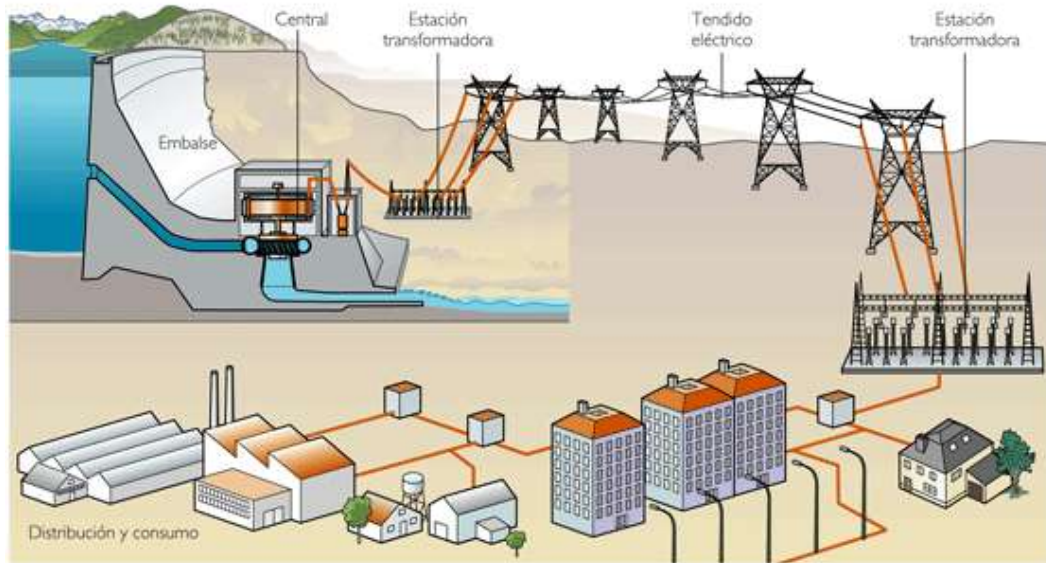
La transición hacia un sistema energético basado en tecnologías renovables trae consigo efectos económicos muy positivos para la sociedad (*Acciona, Business as unusual, 2019*).

1.2.1 Hidroeléctricas

Una central hidroeléctrica, es aquella que aprovecha la energía potencial de cualquier masa de agua a cierta altura, para convertirla primero en energía mecánica y posteriormente en eléctrica.

Un sistema de captación de agua provoca un desnivel que origina cierta energía potencial acumulada. El paso del agua por la turbina desarrolla en la misma un movimiento giratorio que acciona el generador eléctrico.

Central Hidroeléctrica

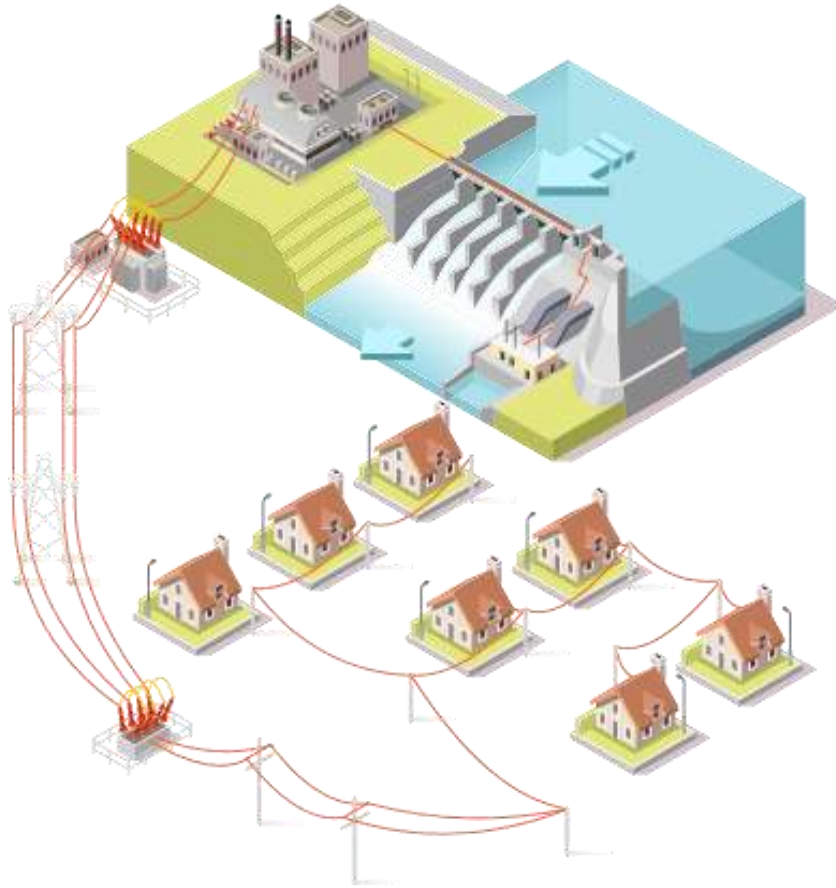


Fuente de imagen:

<http://umcentral.umanizales.edu.co/index.php/2018/09/19/powey-mezcla-de-diversion-y-responsabilidad/>

Una central hidroeléctrica clásica es un sistema que consiste en tres partes: una central eléctrica en la que se produce la electricidad; una presa que puede abrirse y cerrarse para controlar el paso del agua; y un depósito en que se puede almacenar agua. El agua de detrás de la presa fluye a través de una entrada y hace presión contra las palas de una turbina, lo que hace que éstas se muevan. La turbina hace girar un generador para producir la electricidad. La cantidad de electricidad que se puede generar depende de hasta dónde llega el agua y de la cantidad de ésta que se mueve a través del sistema. La electricidad puede transportarse mediante cables eléctricos de gran longitud hasta casas, fábricas y negocios. (*Servi Especialistas, 2017*)

Central Hidroeléctrica



Fuente de imagen: <https://www.serviespecialistas.com/energia-hidroelectrica/>

1.2.2 Geo-termoeléctricas

La energía geotérmica es un tipo de energía renovable que es capaz de aprovechar el calor del subsuelo de la Tierra para climatizar los edificios y obtener agua caliente de una forma más ecológica.

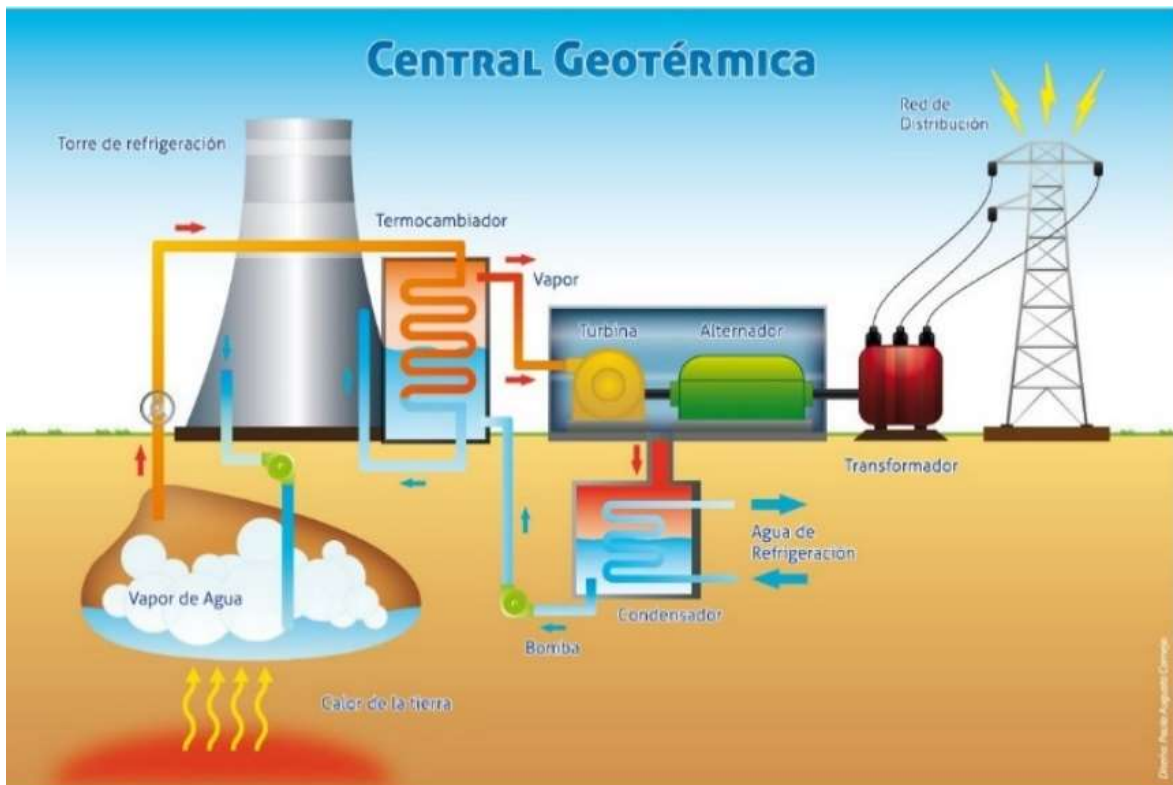
Una central geotérmica es una instalación donde se extrae el calor de la tierra para generar energía renovable. Las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera por parte de la generación de este tipo de energía son de unos 45g de media. Esto supone a menos de un 5% de las emisiones

correspondientes en las centrales de quema de combustibles fósiles, por lo que se puede considerar una energía limpia.

El funcionamiento de una central geotérmica se basa en una operación bastante compleja que trabaja en un sistema de campo-planta. Es decir, se extrae la energía desde el interior de la Tierra y se lleva hasta la planta donde se genera la electricidad.

El vapor extraído se conduce hasta la central y activa una turbina cuyo rotor gira a unas 3 mil 600 revoluciones por minuto, que a su vez activa el generador, donde el roce con el campo electromagnético transforma la energía mecánica en energía eléctrica. Esta energía es introducida en las líneas de alta potencia para ser enviada a las subestaciones y de ahí al resto de hogares, fábricas, escuelas y hospitales (*Renovables verdes, 2018*).

Central Geo-termoeléctrica



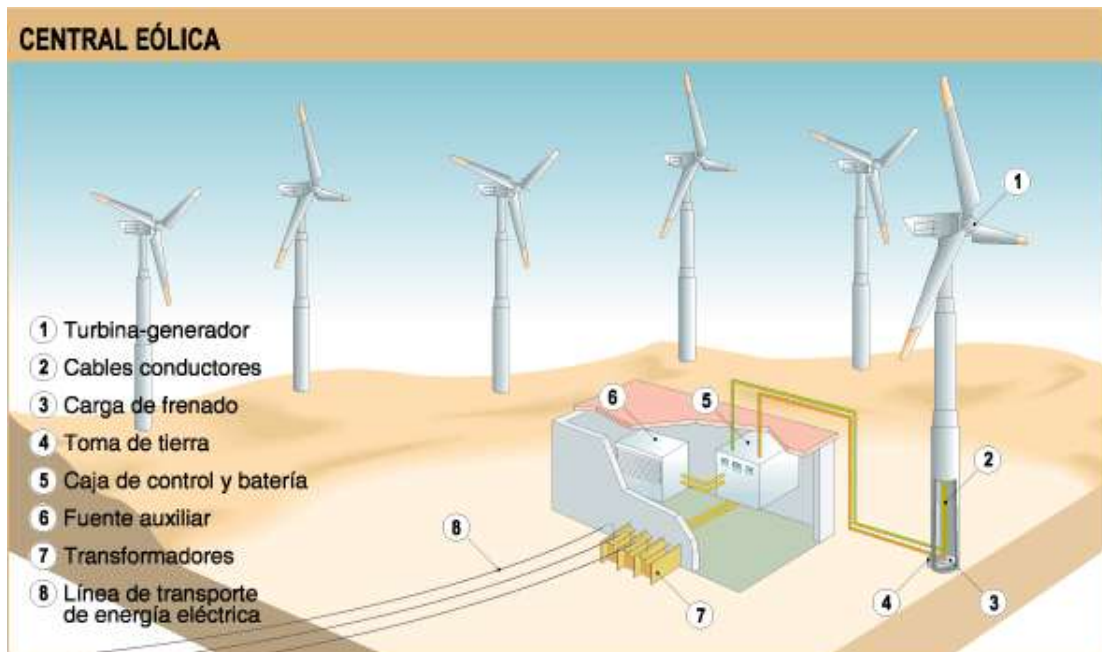
Fuente de imagen: <https://www.renovablesverdes.com/energia-geotermica/>

1.2.3 Eolo-eléctrica

La energía eólica es aquella que procede del viento. Gracias a la proliferación de molinos eólicos, los humanos aprovechamos las corrientes de aire para que el movimiento de las hélices produzca energía eléctrica que puede utilizarse para múltiples cosas. Debido a este principio, la energía eólica es una energía renovable que contribuye a la conservación del medio ambiente dado que no emite gases nocivos para la capa de ozono, lo que a su vez contribuye a frenar el efecto invernadero (*Renovables verdes, 2018*).

En una central Eolo eléctrica es donde la energía cinética del aire al moverse se puede transformar en energía mecánica de rotación. Para ello se instala una torre en cuya parte superior existe un rotor con múltiples palas, orientadas en la dirección del viento. Las palas o hélices giran alrededor de un eje horizontal que actúa sobre un generador de electricidad.

Central Eolo-eléctrica



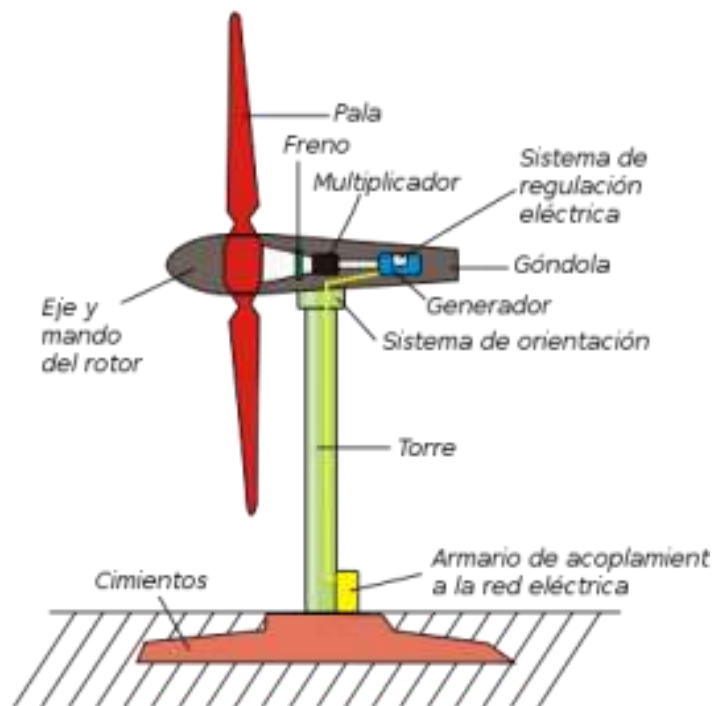
Fuente de imagen:

<https://tecnoblogsanmartin.wordpress.com/2011/02/11/generacion-de-electricidad-en-una-central-eolica/>

Las palas están conectadas al rotor, a su vez conectado al eje (colocado en el polo), que envía la energía de rotación al generador eléctrico. Este generador utiliza imanes para producir voltaje eléctrico y, por tanto, energía eléctrica.

Los parques eólicos evacúan la electricidad producida desde su centro de transformación mediante una línea eléctrica hasta una subestación de distribución, a la que se le suministra la energía producida, que ésta hace llegar hasta el usuario final (Factor Energía, 2019).

Turbina eólica



Fuente de imagen: <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>

1.2.4 Solares

Se refiere al aprovechamiento de la energía que proviene del sol. La energía solar, además de ser inagotable es abundante: la cantidad de energía que el sol vierte diariamente sobre la tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta. La radiación recibida se distribuye de una forma más o menos uniforme sobre toda la superficie terrestre, lo que dificulta su aprovechamiento.

La energía solar, además de ser una fuente de energía renovable, es una energía limpia y supone una alternativa a otros tipos de energía no renovables como la energía fósil o la energía nuclear.

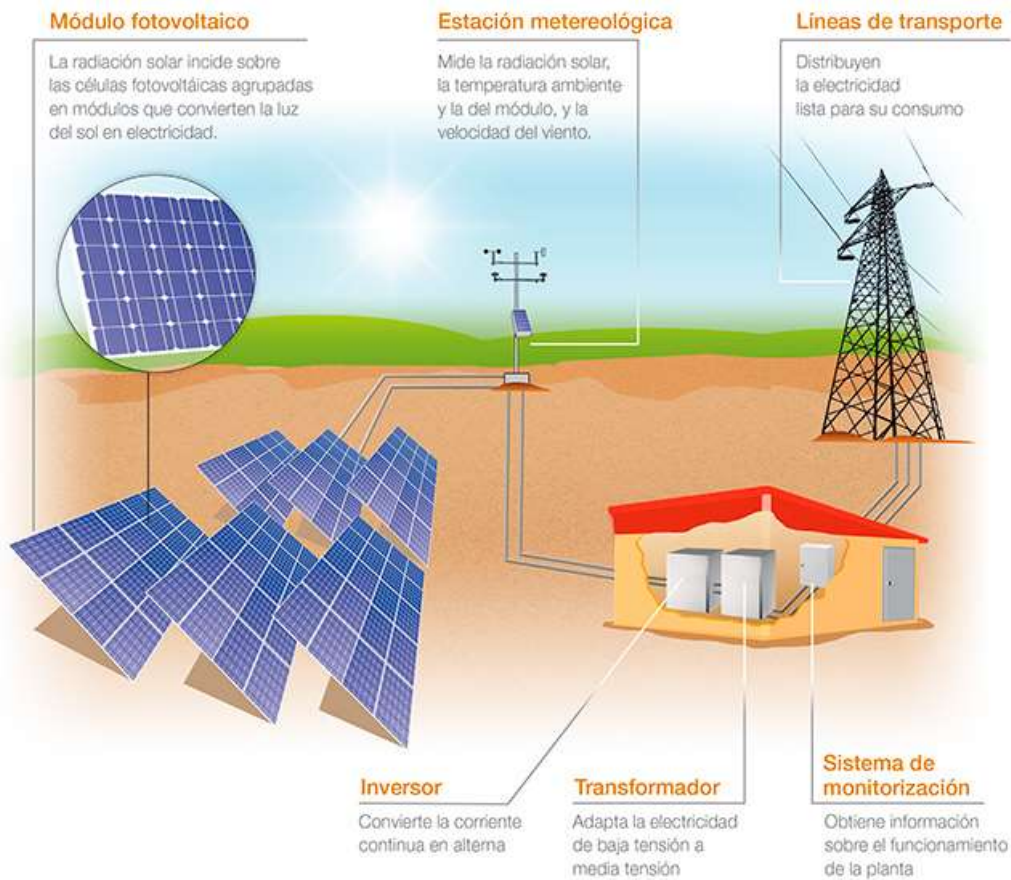
La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma de energía térmica o energía eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite.

El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar. Los paneles solares pueden ser de distintos tipos dependiendo del mecanismo escogido para el aprovechamiento de la energía solar:

- Mediante captadores solares térmicos (energía solar térmica).
- Mediante módulos fotovoltaicos (energía solar fotovoltaica).
- Sin ningún elemento externo (energía solar pasiva).

La energía solar fotovoltaica aprovecha el efecto fotovoltaico para generar una corriente eléctrica. La corriente que generan los paneles solares es corriente continua, que tratada correctamente (convirtiéndola en corriente alterna), se puede utilizar para suministrar electricidad en instalaciones autónomas o se puede utilizar para suministrarla (venderla) directamente a la red eléctrica (*Energía Solar, 2018*).

Central Fotovoltaica



Fuente de imagen: <https://alejandrogarcialopezp.wordpress.com/tag/energia-solar-fotovoltaica/>

Ventajas de la energía solar

- El sol es una fuente de energía gratuita, ilimitada, autónoma y respetuosa con el medio ambiente, que favorece el autoabastecimiento energético y una menor dependencia del exterior.
- Es una tecnología de diseño modular, que produce energía a cualquier escala permaneciendo constante el coste de la energía generada, flexible o de fácil extensión.
- Su manejo es sencillo, y el mantenimiento básico puede realizarse en el ámbito local.

- Suele motivar el desarrollo de otros sectores. En efecto, se conocen diversas experiencias en las que la electrificación del sector doméstico con ESF ha generado un mercado fotovoltaico que ha ido evolucionando en el sentido de mejorar la calidad técnica de las instalaciones y ampliar progresivamente el espectro de aplicaciones
- Ha demostrado su rentabilidad en aplicaciones de electrificación rural. (García, M.,1999)

1.2.5 Undimotriz (olamotriz)

La energía de las olas se produce cuando los generadores de electricidad se colocan en la superficie del océano. La energía de salida está determinada por la altura del oleaje, velocidad de onda, longitud de onda y la densidad del agua (*Isolari Energía Solar, 2019*).

La energía de las olas es especialmente beneficiosa para las regiones costeras donde las olas son fuertes, pero se utiliza principalmente más en el mar con olas grandes explotaciones de escala que se basa la energía de las corrientes y las olas de marea. La energía de las olas no es diferente a la energía eólica, cuanto más viento más fuerza tienen las olas que se sumará a la corriente natural. Aunque la energía de onda no es tan accesible para el público en general hace que para una excelente inversión para las entidades comerciales y que puede proporcionar beneficios ecológicos de suma importancia para cualquier negocio por lo que es una parte importante de un programa general de la empresa eco-consciente (*Isolari Energía Solar, 2019*).

Las ondas de energía en la superficie de los mares, las olas, pueden desplazarse millones de kilómetros y en algunos lugares, como Atlántico Norte, la cantidad de energía almacenada puede llegar a los 10 KW por cada metro cuadrado de océano, lo que representa una cantidad enorme si se tiene en cuenta el tamaño de la superficie del océano. Las zonas del océano

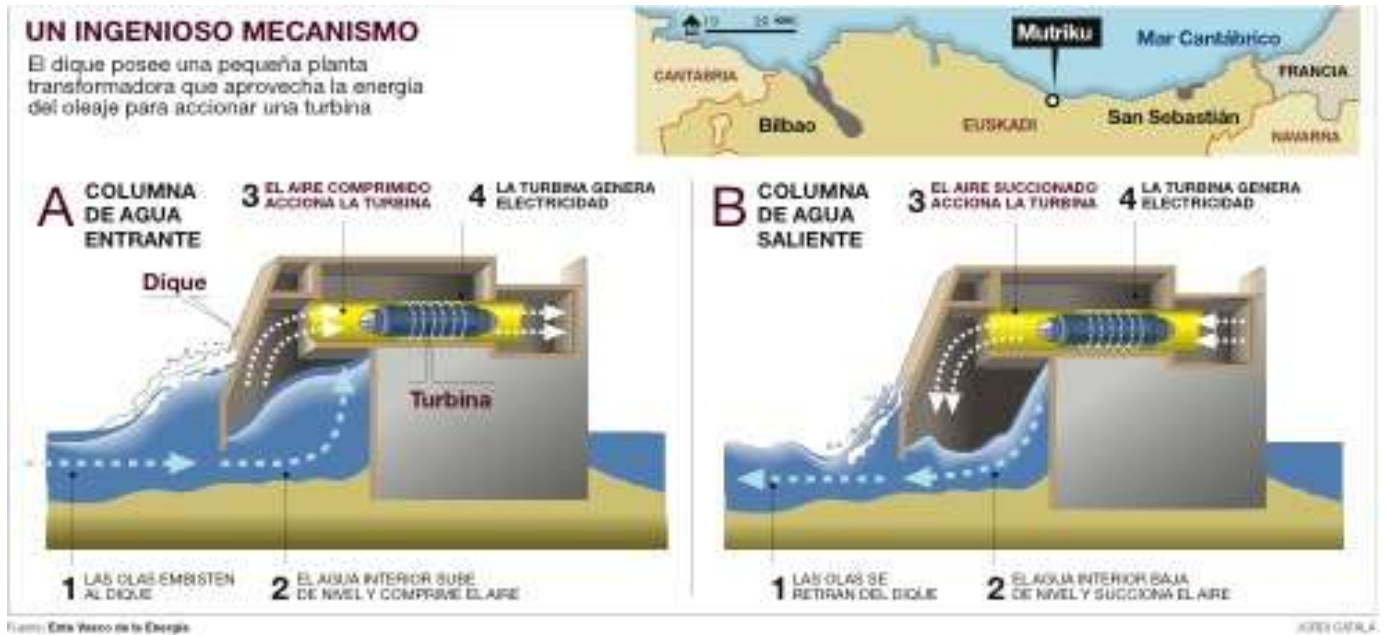
con mayor cantidad de energía acumulada en las olas son aquellas regiones más allá de los 30° de latitud y sur, en que los vientos son más fuertes. Este tipo de tecnología fue inicialmente trabajada e implementada en la década de 1980, y ha ido teniendo gran acogida, debido a sus características renovables, y su enorme viabilidad de implementación en un futuro próximo (*Renovables Verdes, 2017*)

Tipos de energía undimotriz

1.2.5.1 Columna de Agua Oscilante (CAO o OWC: *Oscilating Water Column*)

Se suelen poner en zonas donde la energía de la ola es muy fuerte, en rompeolas, defensas costeras. Al llegar la ola presiona el aire de las cámaras y éste asciende pasando por las turbinas y haciéndolas girar. Cuando la ola se retira, el aire es succionado y también pasa por la turbina. En ambos casos produce un movimiento giratorio de cada turbina, siempre en el mismo sentido, que se aprovecha para mover los generadores y producir electricidad. La CAO está formada por dos turbinas de contra rotación asociadas a un generador de 250 kilovatios (kW) obteniendo una producción máxima de 500 kW. El agua de mar nunca entra en contacto con los elementos electro-mecánicos de la instalación (Ramos, 2011).

Columna de Agua Oscilante (CAO)

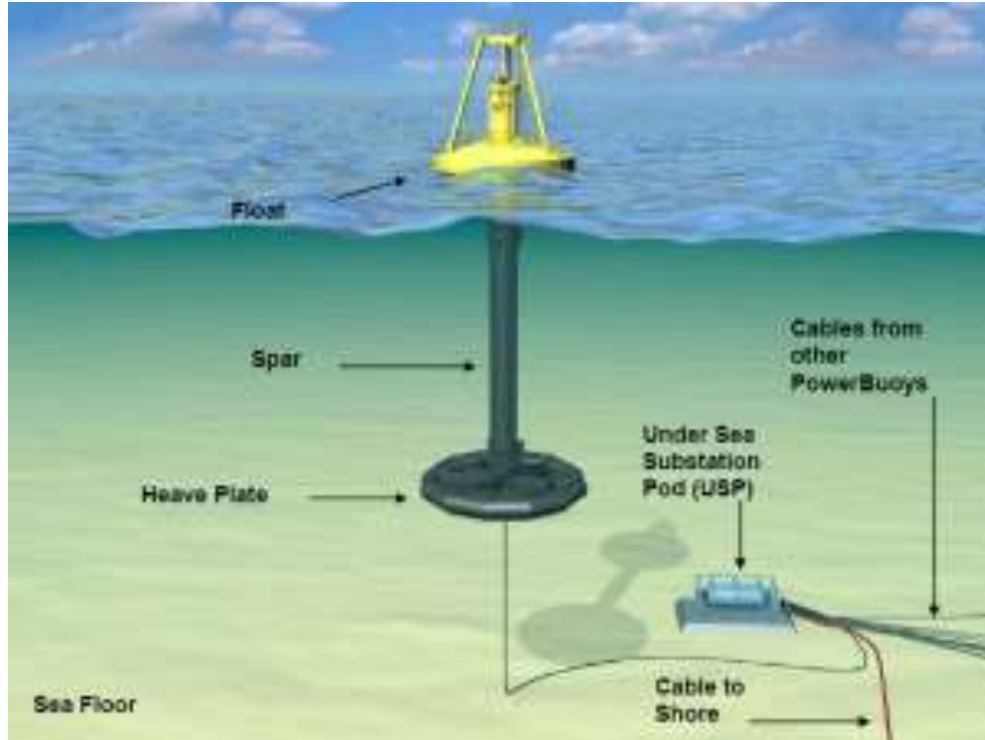


Fuente de imagen. <http://ecomedioambiente.com/energias-renovables/energia-undimotriz/>

1.2.5.2 Boyas

Absorbe el movimiento vertical de las olas. Está formada por una boya exterior que se mueve verticalmente siguiendo las ondas de las olas. Tienen un diámetro aproximado de 4 m hasta 12 m. Se encuentra fijado al fondo marino por un ancla de unas 100 toneladas. En el interior del poste que une la boya y el pie se encuentra un sistema hidráulico y el generador. El movimiento de la boya hace que el sistema hidráulico comprima el fluido contenido en la estructura, esto provoca la activación del generador que produce energía eléctrica. La corriente es transmitida a tierra por un cable submarino. Cada boya es capaz de generar una potencia de 40 kW (Ramos, 2011).

Energía undimotriz por boyas



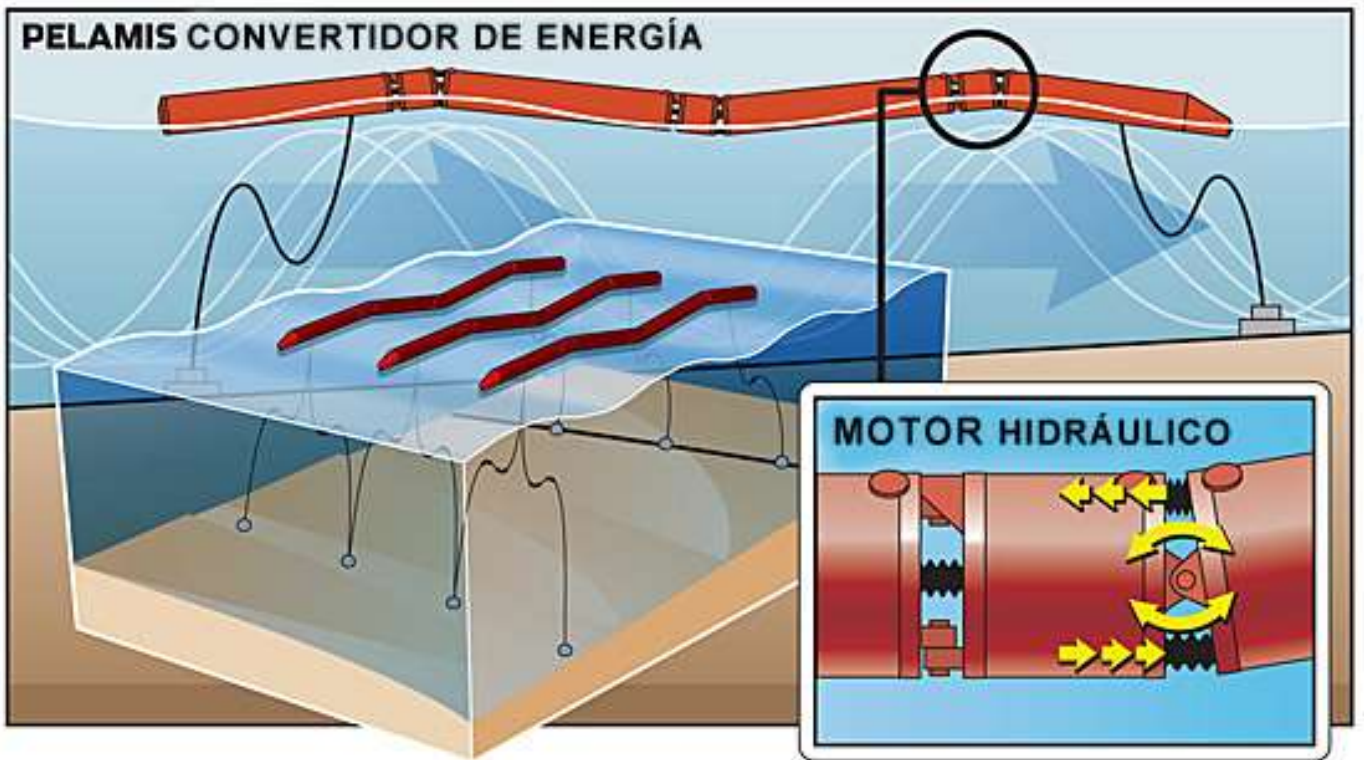
Fuente de imagen: <http://ecomedioambiente.com/energias-renovables/energia-undimotriz/>

1.2.5.3 Pelamis (Serpiente Marina)

Este sistema consiste en una serie de cilindros articulados y parcialmente sumergidos alineados en paralelo a la dirección de la ola. Tiene 150 metros de longitud por 3,5 metros de diámetro. Está formado por tres generadores, cada uno de ellos tiene una potencia de 250 kW siendo la potencia total de 750 kW. La fuerza de la ola induce un movimiento relativo entre los cilindros activando un sistema hidráulico que bombea aceite a alta presión a través de un sistema de motores hidráulicos que están conectados a los generadores que producen electricidad. La corriente es transportada por un solo cable a una base situada en el lecho oceánico. Varios cables de corriente de distintos Pelamis se unen para trasladar la energía producida a la costa por un único

cable submarino. Se usan en zonas con condiciones marinas muy adversas
(Ramos, 2011)

Pelamis (Serpiente marina)



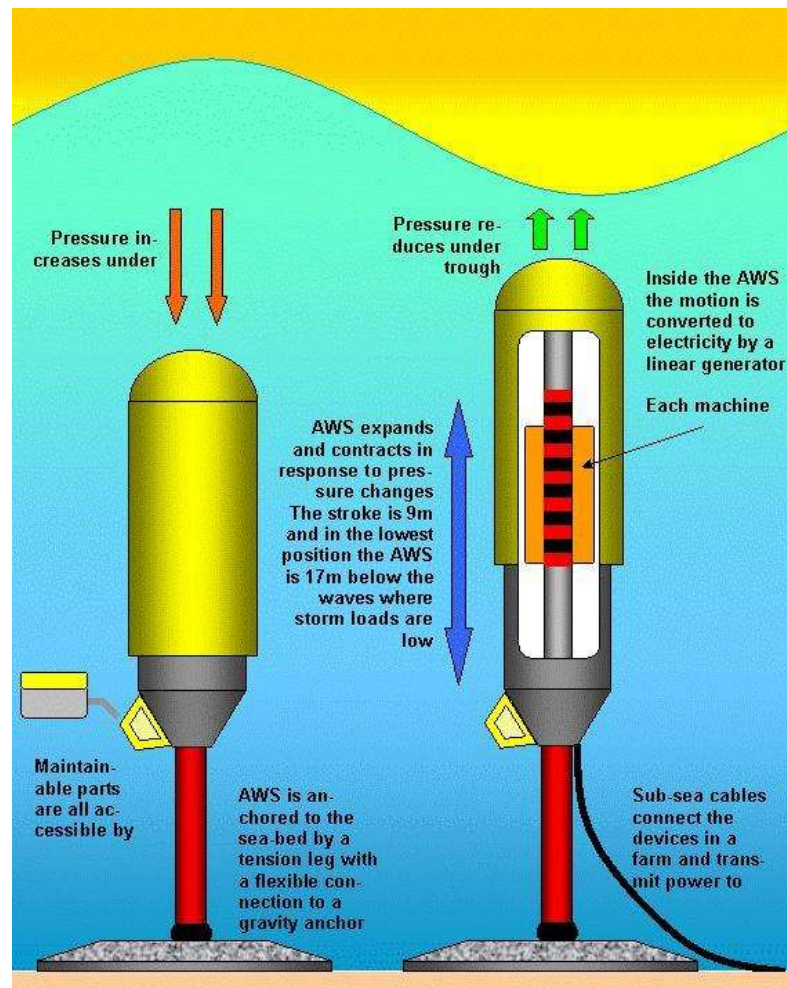
Fuente de imagen: <http://ecomedioambiente.com/energias-renovables/energia-undimotriz/>

1.2.5.4 Colupio de olas de Arquímedes (AWS: *Archimedes Wave Swing*)

se encuentra totalmente sumergido entre los 40-100 m de profundidad. Está formado por una estructura fija anclada al fondo oceánico con hormigón y una estructura móvil llena de aire que se mueve verticalmente por la acción de las olas. El movimiento entre la parte móvil o flotador y la parte fija hace

que el aire que contiene el flotador se comprima para equilibrar las presiones. Este movimiento se transforma en electricidad por la acción de un sistema hidráulico y un conjunto motor-generador. La energía obtenida es transportada a la costa por un cable submarino. La potencia que se quiere obtener de cada una de las estructuras es de 50-100 kW.

Columpio de olas de Arquímedes



Fuente de imagen: <http://ecomedioambiente.com/energias-renovables/energia-undimotriz/>

1.3 GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES NO RENOVABLES

La electricidad es una energía limpia que resulta imprescindible para la mayor parte de las actividades socioeconómicas del planeta. Pero, para que el consumidor final pueda utilizarla es necesario que previamente sea generada, transportada y distribuida. Todo este proceso conlleva un impacto en el medio ambiente.

Las fuentes no renovables causan este impacto en medio ambiente, ya que se encuentran en la naturaleza en cantidades limitadas y que no se pueden sustituir en su totalidad. Dentro de las fuentes no renovables para la producción de energía encontramos los combustibles fósiles y los combustibles nucleares. Lastimosamente la extracción de estos combustibles y manipulación emiten gases contaminantes en nuestra atmósfera que nos resultan tóxicos como lo es los combustibles fósiles, y catástrofes ambientales y generación de residuos radioactivos nocivos tanto a los humanos como al ambiente irreversibles.

La energía obtenida por medio de fuentes no renovables debería de disminuir considerablemente debido al desarrollo de fuentes de energía verdes que están teniendo auge, se está evitando su uso debido al daño ambiental irreversible que están creando. Actualmente el deterioro ambiental es visible y se refleja en los cambios climáticos bruscos que hemos vivido en los últimos años.

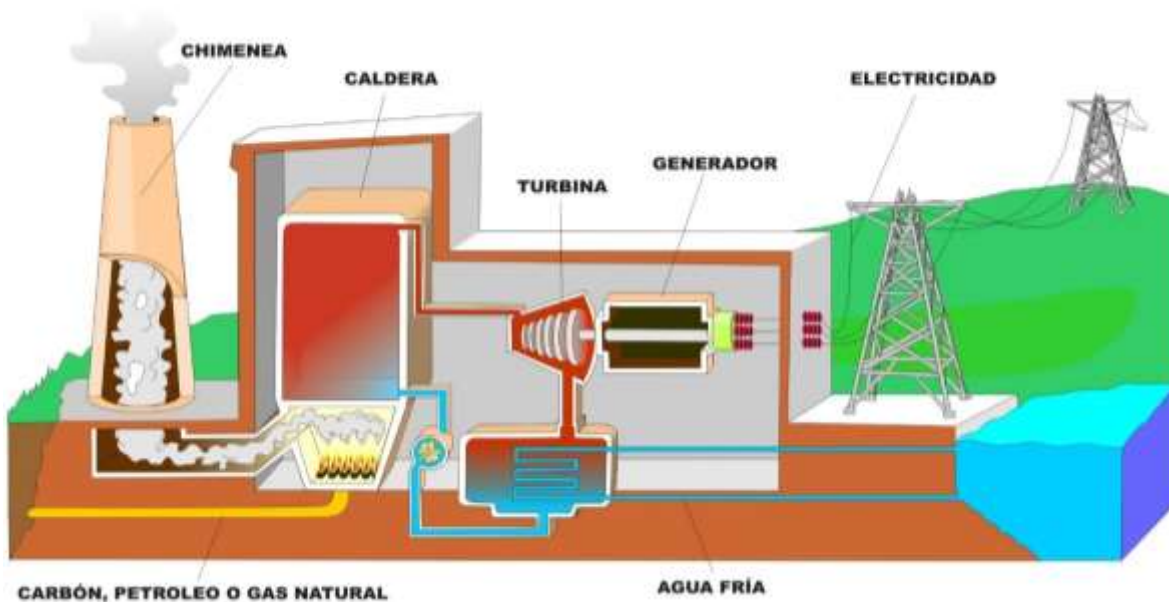
1.3.1 Carboeléctricas

Las centrales carboeléctricas son básicamente las mismas que las plantas termoeléctricas de vapor, el único cambio importante es que son alimentadas por carbón, y las cenizas residuales requieren maniobras especiales y amplios espacios para el manejo y confinamiento.

Las centrales térmicas convencionales utilizan combustibles fósiles para generar electricidad. Su sistema de funcionamiento es prácticamente el mismo independientemente de que empleen carbón, gasolina o gas natural; diferenciándose únicamente en el tratamiento previo del combustible y el diseño de los quemadores.

En el proceso, la energía que posee el combustible fósil se transforma en energía calorífica en la caldera, mecánica en la turbina y eléctrica en el generador. El principal combustible consumido es el carbón que se completa con gasolina y gas como combustibles de apoyo (EDP, 2016).

Central Carboeléctrica



Fuente de imagen: <https://www.curriculumnacional.cl/614/w3-article-25455.html>

1.3.2 Turbogas

La generación de energía eléctrica en las unidades de turbogas, se realiza directamente la energía cinética resultante de la expansión de aire comprimido y los gases de combustión. La turbina está unida al generador de rotor, dando lugar a la producción de energía eléctrica. Los gases de la combustión, se descargan directamente a la atmósfera después de trabajar en la turbina

Estas generadoras utilizan el gas natural o gasolina como combustible. Desde el punto de vista operativo, el breve tiempo de arranque y la variación

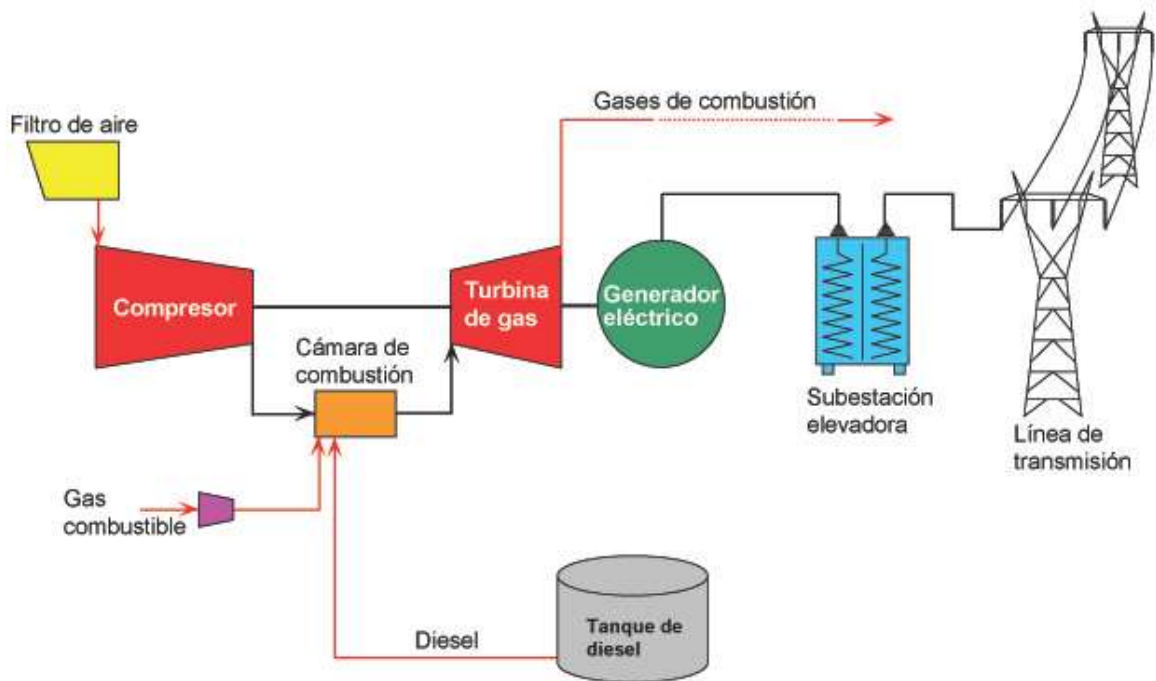
a la inconsistencia de la demanda, la turbina de gas satisface cargas de suministro y capacidad del sistema eléctrico

Transformaciones de energía en una central de turbogas

- La fuente de energía primaria es un combustible, generalmente gas natural o gasolina. La energía se encuentra almacenada en el combustible de acuerdo a su composición química y se libera haciendo que se produzca una reacción química por medio del proceso de combustión.
- Al producirse la combustión, se tiene la primera transformación de energía, ya que la energía química del combustible se transforma en energía calorífica en la flama y en los gases calientes producto de la combustión. Este proceso se realiza en la cámara de combustión de la turbina de gas.
- Los gases calientes producto de la combustión se envían a una turbina, en donde se expanden y desarrollan trabajo mecánico. De esta manera, la energía calorífica producida por la combustión, es transformada en energía mecánica rotatoria por la turbina, la cual gira debido a la energía cinética de los gases en expansión.
- La turbina de gas se encuentra acoplada mecánicamente a un generador eléctrico y mediante éste, la energía mecánica producida puede ser transformada finalmente en energía eléctrica (*Scribd, 2018*).

Los parámetros de operación de las turbinas de gas se ven afectados sensiblemente por las condiciones climatológicas del lugar en donde se encuentra la central generadora, ya que la presión barométrica y la temperatura del aire influyen en la potencia y eficiencia de la central.

Central Turbogas



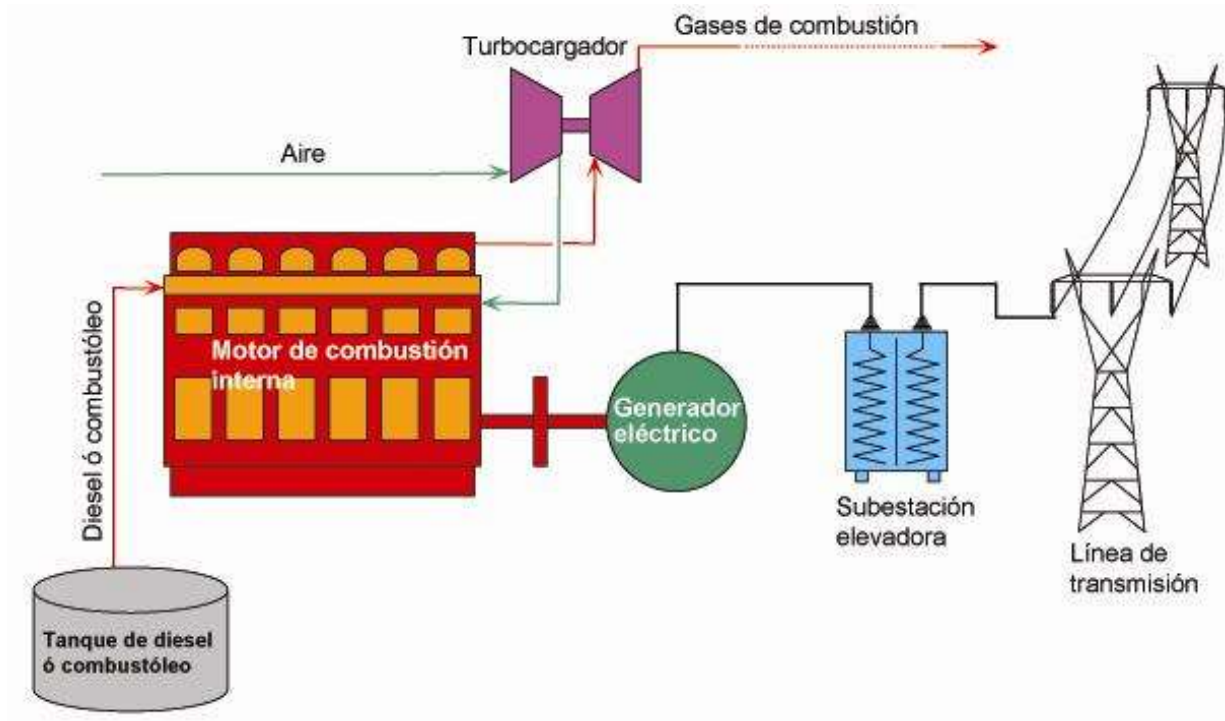
Fuente de imagen: <https://edoc.site/termoelectrica-convencional-pdf-free.html>

1.3.3 Combustión interna

Las plantas de combustión interna están equipadas con motores de combustión interna en la que aprovechan la expansión de gas de combustión para obtener energía mecánica, que luego se transforma en energía eléctrica en el generador.

Un motor de combustión interna basa su funcionamiento, como su nombre lo indica, en el quemado de una mezcla comprimida de aire y combustible dentro de una cámara cerrada o cilindro, con el fin de incrementar la presión y generar con suficiente potencia el movimiento lineal alternativo del pistón (Scribd, 2018).

Central Combustión Interna



Fuente de la imagen: <https://docplayer.es/59067209-Universidad-nacional-autonoma-de-mexico-facultad-de-ingenieria-aspectos-tecnicos-economicos-y-de-mercado-de-las-turbinas-de-gas-t-e-s-i-s.html>

1.3.4 Nucleoeléctricas

Las plantas de energía nuclear usan el calor generado a partir de la fisión nuclear en un entorno contenido para convertir el agua en vapor, lo cual proporciona energía a los generadores para que produzcan electricidad.

Un accidente podría producir niveles de radiación peligrosos que podrían afectar la salud y la seguridad de la población que vive cerca de la planta de energía nuclear (Listo, 2017).

La energía nuclear se caracteriza por producir, además de una gran cantidad de energía eléctrica, residuos nucleares que hay que albergar en depósitos especializados. Por otra parte, no produce contaminación atmosférica de gases derivados de la combustión que producen el efecto invernadero, ya que no precisan del empleo de combustibles fósiles para su operación.

Funcionamiento

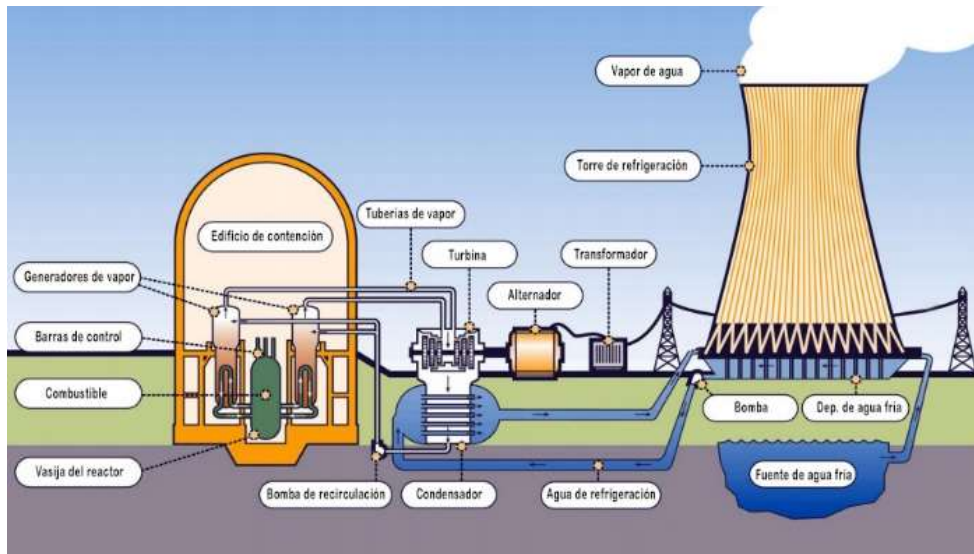
Las centrales nucleares constan principalmente de cuatro partes:

- El reactor nuclear, donde se produce la reacción nuclear.
- El generador de vapor de agua
- La turbina de vapor, que mueve un generador para producir electricidad con la expansión del vapor.
- El condensador, un intercambiador de calor que enfría el vapor transformándolo nuevamente en líquido.

El reactor nuclear es el encargado de realizar la fisión de los átomos del combustible nuclear, como uranio, generando como residuo el plutonio, liberando una gran cantidad de energía calorífica por unidad de masa de combustible.

El generador de vapor es un intercambiador de calor que transmite calor del circuito primario, por el que circula el agua que se calienta en el reactor, al circuito secundario, transformando el agua en vapor de agua que posteriormente se expande en las turbinas de vapor, produciendo el movimiento de éstas que a la vez hacen girar los generadores eléctricos, produciendo la energía eléctrica. Mediante un transformador se aumenta la tensión eléctrica a la de la red de transporte de energía eléctrica (*Central Nuclear, 2019*).

Central Nucleoeléctrica



Fuente de imagen: <http://myrusia.com/expertos-rusos-llegan-a-bolivia-para-construccion-de-centro-nuclear/>

1.4 TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Toda la electricidad producida en los centros de generación se debe transportar hacia los grandes centros poblados, que por lo general se encuentran bastante alejados, uno del otro. Para realizar esta labor de forma eficiente se eleva el voltaje, por medio de transformadores, a valores entre 230 KV y 765 KV y se utilizan grandes torres metálicas para sujetar los cables que la transportan, cruzar montañas, ríos y lagos; esta es la etapa que denominamos Transmisión. Una de las formas de clasificar las líneas de transmisión, es de acuerdo a su longitud, siendo:

- a) Línea corta de menos de 80 Km.
- b) Línea media de entre 80 y 240 Km.
- c) Línea larga de 240 Km. y más (EcuRed, 2018).

1.4.1 Subtransmisión

Una vez que se aproxima a los centros poblados, es necesario reducir la tensión a valores menores (13.8 KV y 110 KV), por medio de transformadores reductores. Para facilitar así, la entrega de energía a su paso y hacer más sencillo transportar la electricidad hacia los grandes centros industriales y residenciales de las grandes ciudades (al poder utilizar estructuras metálicas de menores dimensiones). Esta corresponde a la etapa de Subtransmisión (*EcuRed, 2018*).

1.4.2 Distribución de energía eléctrica

Finalmente, y para poder llegar a cada uno de los hogares, centros comerciales e industrias, se vuelve a reducir el voltaje a valores de 13.8 KV y menores, por medio de transformadores reductores. De esta forma es mucho más sencillo, económico y seguro, transportar la energía eléctrica a cada rincón del pueblo, urbanización o ciudad. Está entonces en la etapa de distribución. En esta etapa se reduce la tensión comercial (110Volt, 240 Volt, 440 Volt), por medio de transformadores instalados directamente en los postes por donde se transporta la energía eléctrica.

Los postes y cables que normalmente vemos en las calles y los cilindros que se ven colgando en algunos postes (denominados transformadores), los cables que parten de los postes hacia cada casa, comercio o industria y los equipos contadores de energía (medidores) son los componentes de la fase de distribución y los últimos en la carrera de la electricidad desde el generador hasta el hogar. Los lugares donde se colocan los transformadores, bien sea para elevar o reducir el voltaje, se conoce como Subestación Eléctrica (*EcuRed, 2018*).

CAPÍTULO 2

ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO Y GUATEMALA.

Para los fines de la investigación en este capítulo se desarrollaron los diferentes tipos de energía eléctrica que se generan tanto en México como en Guatemala, también se incluyen las entidades que se encuentran involucradas en los intercambios de energía eléctrica entre ambos territorios, y que han invertido en los diferentes proyectos para llevar a cabo un constante intercambio y lograr el máximo provecho de la interconexión que involucra la investigación.

El capítulo muestra cómo se maneja la comercialización de la energía eléctrica y quiénes pueden optar en su participación, debido a que es un producto de necesidad básica se encuentra regulado para evitar problemas comerciales a nivel nacional e internacional.

2.1 ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO

La energía eléctrica en México se considera estratégica para la soberanía nacional. Existen limitaciones para la participación privada y se permite a las empresas extranjeras operar en el país solo a través de contratos específicos. Según establece la Constitución, el sector eléctrico es de propiedad federal y es la Comisión Federal de Electricidad (CFE) quien controla esencialmente todo el sector.

2.1.1 Hidroeléctricas en México

En México existen 86 centrales hidroeléctricas con una capacidad total instalada de 12,642 MW los cuales generaron 31,848 GWh durante 2017, equivalentes al 10% de la generación total durante ese año. Las cinco centrales hidroeléctricas más grandes se localizan tres en Chiapas, una en Michoacán y una en Nayarit.

Para el 2018, la meta de la generación de Energía Limpia establecida por la ley en México, fue del 25% y se espera que para el 2050 llegue al 60%. (El Semanario, 2018).

Mapa de hidroeléctricas en México



Fuente de imagen: <https://www.paratodomexico.com/geografia-de-mexico/hidrografia-de-mexico/presas-de-mexico.html>

Hidroeléctrica Leonardo Rodríguez Alcaine “El Cajón”



Fuente de imagen:

<https://globalenergy.mx/noticias/hidrocarburos/north/mexico-y-canada-logran-acuerdo-para-rehabilitar-las-hidroelectricas/>

Hidroeléctrica Ing. Alfredo Elías Ayub “La Yesca”



Fuente de imagen:

<https://www.publimetro.com.mx/mx/noticias/2012/11/07/fotos-sorprendente-presa-yesca.html>

2.1.2 Geo-termoeléctricas en México

México es el cuarto país del mundo con mayor producción de energía geotérmica, con una capacidad instalada de 958 megawatts (MW) que aportan 7 por ciento de toda la producción mundial de esta fuente.

Actualmente, hay cuatro proyectos en operación de energía geotérmica en México para el servicio público: Cerro Prieto (con sus cuatro fases) en Baja California, Los Azufres en Michoacán, Los Humeros en Puebla y Tres Vírgenes en Baja California Sur, de acuerdo con la CFE.

En total hay 104 proyectos de geotermia terminados o en licitación y 254 considerados para licitaciones futuras entre 2012 y 2027, según datos del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE). Un mapa de la gerencia de proyectos geotermoeléctricos de la CFE muestra que salvo la Península de Yucatán, el resto del territorio mexicano tiene un gran potencial geotérmico por la actividad tectónica y volcánica que ha caracterizado al país.

Las regiones donde la CFE ha ubicado una mayor factibilidad para estos proyectos son Cerritos Colorados en Jalisco, El Ceboruco en Nayarit, Piedras de Lumbre en Chihuahua y Tulecheck en Baja California, así como Acoculco en Puebla cerca de la frontera con Veracruz e Hidalgo (*El Financiero*, 2014).

2.1.3 Eolo eléctricas en México

En México, la inversión realizada a la fecha en parques eólicos supera 6,000 millones de dólares, con más de 1,400 aerogeneradores operando.

Los siguientes son los estados que generaron más megavatios con energía eólica en 2018.

- Oaxaca: 5,564 megavatios.
- Tamaulipas: 1,350 megavatios.
- Coahuila: 1,080 megavatios.
- Nuevo León: 642 megavatios.
- Jalisco: 399 megavatios.

la IEA (siglas en inglés de la Agencia Internacional de Energía) ha pronosticado que costará 44 billones de dólares hacer el cambio a 100% de energías renovables para el año 2050 (*Forbes, 2018*).

Mapa de centrales fotovoltaicas en México



Fuente de imagen: <https://www.amdee.org/mapas/parques-eolicos-mexico-2018>

Como parte del compromiso para reducir el impacto del cambio climático la Secretaría de Energía (SENER), proyectó que para finales de 2018 un total de 34 compañías habrán invertido aproximadamente 600 millones de

dólares para la construcción de 52 nuevas centrales generadoras de energía renovable en México.

Además, los proyectos para construir plantas eólicas en el país se estiman dejarán una derrama de 5,000 millones de dólares en los próximos dos a tres años

Respecto a las zonas más trascendentes del país, Baja California con “La Rumorosa” y Tamaulipas con “Tres Mesas” se han distinguido como zonas con altísimo potencial y cada vez más competitivas junto al Istmo de Tehuantepec. (*Alcaldes de México, 2018*).

2.1.4 Nucleoeléctricas en México

México cuenta con dos reactores nucleares que generan 1604 MW, que generan el 3.2% de la energía total del país. Las mismas se concentran en una sola planta.

Ambos reactores se encuentran en Laguna Verde, Veracruz y son propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Se les conoce como Laguna Verde Central 1 y Laguna Verde Central 2.

Las centrales nucleares están sobre la costa del Golfo de México en el km 42.5 de la carretera federal Cardel-Nautla, en la localidad de Punta Limón, municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, estado de Veracruz. Cuenta con una superficie de 370 hectáreas. Ambos reactores son de marca General Electric, modelo BWR-5/Reactor de agua ligera en ebullición (*Dinero en imagen, 2019*).

Nucleoeléctrica Laguna Verde



Fuente de imagen: <http://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas-cartera/2014/impreso/contempla-cfe-construccion-de-centrales-nucleoelectricas-110705.html>

2.1.5 Fotovoltaicas en México

A diferencia de 2014 cuando operaban tan solo dos proyectos solares de gran escala, en 2018 se despidió con un total de 38 centrales fotovoltaicas en operación comercial. Se espera que este 2019 se fortalezca el crecimiento con 10 centrales solares más.

En Baja California, ASOLMEX (Asociación Mexicana de Energía Solar) contempla dos parques: Cerro Prieto en Mexicali, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Plantronics en Tijuana de la empresa 3Tek Solar. En Baja California Sur destacan dos centrales de la firma Gauss (Aura Solar I y Aura Solar III) y la planta de CFE denominada Santa Rosalía, situada en el municipio de Mulegé.

Estos son algunos de las centrales fotovoltaicas que destacan en México y están tendiendo gran auge de comercialización y tienen un futuro

prometedor en lo que se refiere el mercado energético (*El Financiero, 2018*).

México tiene el parque solar más grande de América y se encuentra en Coahuila. Se instalaron 1.5 millones de paneles solares en Villanueva, en el municipio de Viesca. De los 2.3 millones de paneles solares que tendrá la planta una vez que se finalice la construcción, se han instalado, más de 1.5 millones, esto es el 60% del avance.

La infraestructura, con una inversión de 650 millones de dólares, suministrará más de 1.7 gigawatts (GW) de electricidad al año, lo que equivale a 1.3 millones de hogares mexicanos.

La planta entró en operaciones casi nueve meses antes de lo estipulado en el contrato que la compañía ganó con la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Esto convierte a Villanueva en el primer proyecto que entró en operaciones derivado de la primera subasta eléctrica que se dio tras la Reforma Energética (*Vanguardia, 2018*).

Parque Solar, Coahuila



Fuente de imagen: <https://vanguardia.com.mx/articulo/el-mas-grande-parque-solar-de-america-y-el-segundo-del-mundo-se-encuentra-en-coahuila>

2.2 ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUATEMALA

2.2.1 Hidroeléctricas en Guatemala

Con el fin de que Guatemala se independizara del uso absoluto del petróleo y de fomentar la generación de energía por medio de recursos renovables, el sector hidroeléctrico en Guatemala se fortalece día a día, y se convierte en un ámbito atractivo de la inversión.

Esto se ha hecho evidente con el aumento de la distribución de centrales de hidroeléctricas en el territorio nacional. Hoy en día existen diecinueve centrales hidroeléctricas operando, de las cuales destacan, sobre el río Chixoy, la Central Chixoy, en San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, capaz de generar 300 megawatts de potencia; la Central HidroXacabal, en Chajul, Quiché, con 94 megawatts, sobre el río Xacbal; y la Central Aguacapaca, en Guanagazapa, Escuintla, que genera 90 megawatts, en las cercanías del río María Linda.

Existen en la actualidad una serie de estudios que buscan establecer la viabilidad del establecimiento de otras centrales hidroeléctricas en el país. De estos estudios las centrales que mayor potencia generarían son: la central del Arco, en Santa Eulalia, Soloma; Barillas en Huehuetenango con una potencia 198 Megawatts , con los ríos Ibal y San Juan; y la Central Renace II, en el río Cahabon, en San Pedro Carchá, Alta Verapaz, con 130 megawatts de potencia. La mayoría de ellos orbitan en torno a la Franja Transversal del Norte (De Guate, 2013)

Planta Hidroeléctrica Chixoy



fuelle de imagen: <http://www.dequate.com/artman/publish/infraestructura-guatemala/hidroelectricas-en-guatemala.shtml>

Hidroeléctrica Hidro Xacbal



Fuente de imagen: <http://www.dequate.com/artman/publish/infraestructura-guatemala/hidroelectricas-en-guatemala.shtml>

Mapa de hidroeléctricas en Guatemala



Fuente de imagen: http://www.cnee.gob.gt/wp/?page_id=239

2.2.2 Geo termoeléctricas en Guatemala

Geo termoeléctrica Zunil



Fuente de imagen: <https://www.galileo.edu/wp-content/uploads/2012/10/LUIS-MERIDA.pdf>

2.2.3 Eolo eléctricas en Guatemala

La producción de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del recurso eólico, en el Sistema Nacional Interconectado -S.N.I.- comenzó con la incorporación de dos parques eólicos con una capacidad total de 75.9 MW, que se describen a continuación:

- Parque Eólico San Antonio El Sitio La entidad San Antonio El Sitio, Sociedad Anónima; instaló un parque de generación eólica, compuesto por 16 aerogeneradores, cada uno con una potencia de 3.3 MW y que en total suman 52.8 MW. Este parque se encuentra ubicado en el municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala. La operación comercial empezó el 19 de abril de 2015.
- Planta de Energía Eólica Viento Blanco La entidad Viento Blanco, Sociedad Anónima; instaló una planta de generación eólica, compuesta por 7 aerogeneradores, cada uno con una potencia de 3.3 MW, que en total suman una potencia de 23.1 MW. Este parque se encuentra ubicado en la finca La Colina, del municipio de San Vicente Pacaya, departamento de Escuintla. La operación comercial empezó el 6 de diciembre de 2015 (*Ministerio de Energía y Minas, 2017*).

Se encuentran en proceso dos parques eólicos más, el “Parque eólico Comapa” y “Las cumbres” se espera que cuando todos los proyectos anteriores estén en operación, en total se tenga una potencia instalada de 162.9 MW.

2.2.4 Fotovoltaicas en Guatemala

La producción de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del recurso solar en el Sistema Nacional Interconectado -S.N.I.-, dio inicio con la incorporación de la central solar fotovoltaica con una potencia efectiva de 5.0

MW, el 1 de mayo de 2014. Las centrales solares fotovoltaicas que se encuentran en operación en el Sistema Nacional Interconectado, son las que se describen a continuación:

- Central Solar Fotovoltaica SIBO La entidad SIBO, Sociedad Anónima; instaló una central de generación con una potencia efectiva de 5.0 MW, se localiza en el municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa y empezó a operar el 1 de mayo de 2014.
- Proyecto Planta Fotovoltaica de 50 MW (Horus I) La entidad Anacapri, Sociedad Anónima; instaló una central de generación con una potencia efectiva de 50.0 MW, se localiza en el municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa y empezó a operar el 9 de febrero de 2015.
- Horus II La entidad Anacapri, Sociedad Anónima; instaló una central de generación con una potencia efectiva de 30.0 MW, se localiza en el municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa y empezó a operar el 26 de julio de 2015. • Granja Solar La Avellana La entidad Tuncaj, Sociedad Anónima; instaló una central de generación con una potencia efectiva de 1.0 MW, se localiza en el municipio de Taxisco, departamento de Santa Rosa y empezó a operar el 15 de marzo de 2017.
- Granja Solar Taxisco La entidad Tuncaj, Sociedad Anónima; instaló una central de generación con una potencia efectiva de 1.5 MW, se localiza en el municipio de Taxisco, departamento de Santa Rosa y empezó a operar el 15 de marzo de 2017.
- Granja Solar El Jobo La entidad Tuncaj, Sociedad Anónima; instaló una central de generación con una potencia efectiva de 1.0 MW, se

localiza en el municipio de Taxisco, departamento de Santa Rosa y empezó a operar el 15 de marzo de 2017.

- Granja Solar Pedro de Alvarado La entidad Tuncaj, Sociedad Anónima; instaló una central de generación con una potencia efectiva de 1.5 MW, se localiza en el municipio de Moyuta, departamento de Jutiapa y empezó a operar el 15 de marzo de 2017.
- Granja Solar Buena Vista La entidad Tuncaj, Sociedad Anónima; instaló una central de generación con una potencia efectiva de 1.5 MW, se localiza en el municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa y empezó a operar el 30 de agosto de 2017 (*Ministerio de Energía y Minas, 2018*).

En la siguiente tabla, se muestra el resumen de los proyectos de generación solar fotovoltaica que se encuentran en operación y que suman una capacidad efectiva total de 91.5 MW.

Proyectos de Generación Solar Fotovoltaica, en operación

Proyecto	Ubicación	Capacidad efectiva, en MW
Central Solar Fotovoltaica SIBO	Estanzuela, Zacapa	5.0
Proyecto Planta Fotovoltaica de 50 MW (Horus I)	Chiquimulilla, Santa Rosa	50.0
Horus II	Chiquimulilla, Santa Rosa	30.0
Granja Solar La Avellana	Taxisco, Santa Rosa	1.0
Granja Solar Taxisco	Taxisco, Santa Rosa	1.5
Granja Solar El Jobo	Taxisco, Santa Rosa	1.0
Granja Solar Pedro de Alvarado	Moyuta, Jutiapa	1.5
Granja Solar Buena Vista	Jutiapa, Jutiapa	1.5
Total		91.5

Fuente de imagen: <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/07/Energ%C3%ADa-Solar-en-Guatemala.pdf>

La generación eléctrica con centrales solares fotovoltaicos en el Sistema Nacional Interconectado, en el periodo del 2014 al año 2017, fue como se presenta a continuación:



Fuente de imagen: <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/07/Energ%C3%ADa-Solar-en-Guatemala.pdf>

2.3 EXPORTACIONES E IMPORTACIONES

El mercado de electricidad se realiza a través de nueve interconexiones entre Estados Unidos y México y una interconexión con Belice. Estas conexiones se han utilizado principalmente para importar y exportar electricidad en casos de emergencia (*Sener, 2018*).

2.3.1 Fracción Arancelaria

La fracción arancelaria correspondiente a energía eléctrica es 2716.00.01.

Sección:	V	Productos minerales
Capítulo:	27	Combustibles minerales, aceites minerales y productos de su destilación; materias bituminosas; ceras minerales
Partida:	2716	Energía eléctrica.
SubPartida:	271600	Energía eléctrica.
Fracción:	27160001	Energía eléctrica.

Fuente de imagen: <http://www.economia-snci.gob.mx/>

2.3.2 Arancel

La energía eléctrica se encuentra exenta de arancel desde 1 de enero de 2010, fecha en la que entró en vigor la publicación del Decreto publicado en el DOF el 24 diciembre de 2008.

Evolución de la fracción arancelaria 27160001									
	Cambio	Texto	Um	Ai	Ae	Publicación	Entrada en vigor	Observaciones	Observaciones
1	Se crea fracción	Energía eléctrica.	Kg	Ex.		12feb1988	1jul1988		
2	Cambio de arancel de importación	Energía eléctrica.	Kg	10		11ene1989	12ene1989		
3	Cambio de arancel de importación	Energía eléctrica.	Kg	13		31dic1998	1ene1999		
4	Se modifica unidad de medida	Energía eléctrica.	KWH	13		18ene2002	1abr2002		
5	Cambio de arancel de importación	Energía eléctrica.	KWH	10	Ex.	30dic2004	31dic2004		
6	Cambio de arancel de importación	Energía eléctrica.	KWH	7	Ex.	29sep2006	30sep2006		
7	Cambio de arancel de importación	Energía eléctrica.	KWH	5	Ex.	24dic2008	2ene2009		
8	Cambio de arancel de importación	Energía eléctrica.	KWH	Ex.	Ex.	24dic2008	1ene2010		

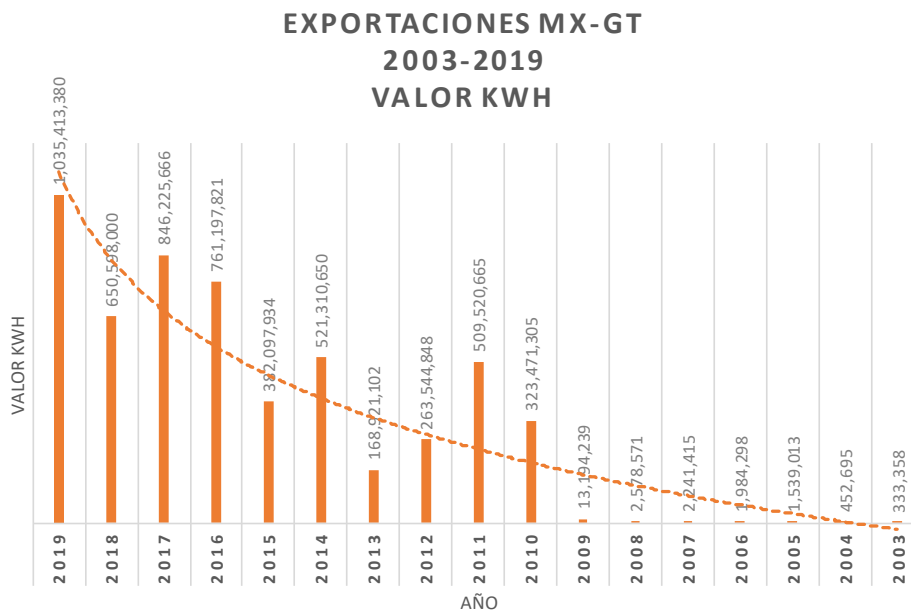
Um = Unidad de medida Ai = Arancel de importación Ae = Arancel de exportación

Fuente de imagen: <http://www.economia-snci.gob.mx/>

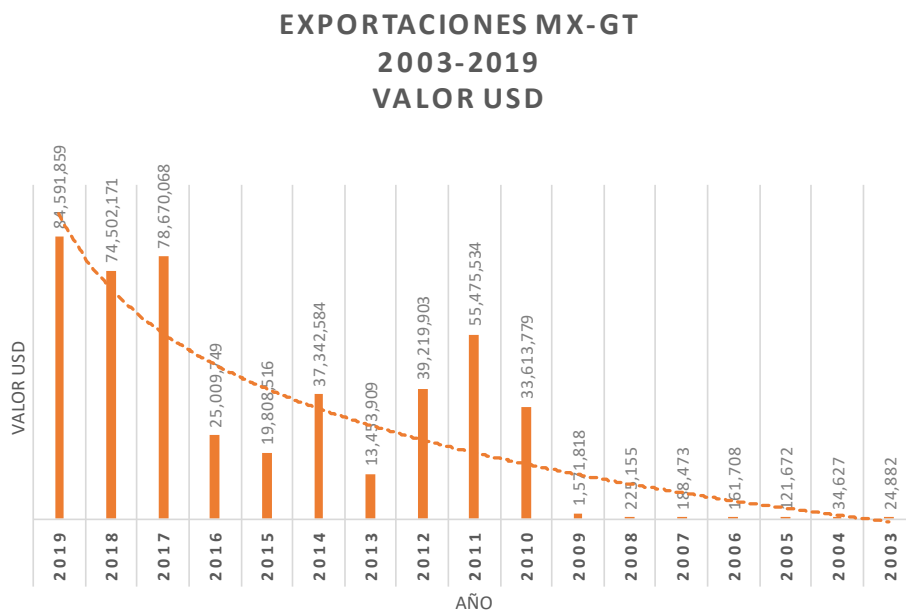
2.3.3 Exportaciones

A continuación, se presenta la información obtenida del Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI) en donde se detallan las exportaciones de energía eléctrica a Guatemala.

EXPORTACIONES	
Valor en KWH	
AÑO	KWH
2019	1,035,413,380
2018	650,598,000
2017	846,225,666
2016	761,197,821
2015	382,097,934
2014	521,310,650
2013	168,921,102
2012	263,544,848
2011	509,520,665
2010	323,471,305
2009	13,194,239
2008	2,578,571
2007	2,241,415
2006	1,984,298
2005	1,539,013
2004	452,695
2003	333,358



EXPORTACIONES	
Valor en dólares	
AÑO	USD
2019	84,591,859
2018	74,502,171
2017	78,670,068
2016	25,009,749
2015	19,808,516
2014	37,342,584
2013	13,453,909
2012	39,219,903
2011	55,475,534
2010	33,613,779
2009	1,571,818
2008	225,155
2007	188,473
2006	161,708
2005	121,672
2004	34,627
2003	24,882

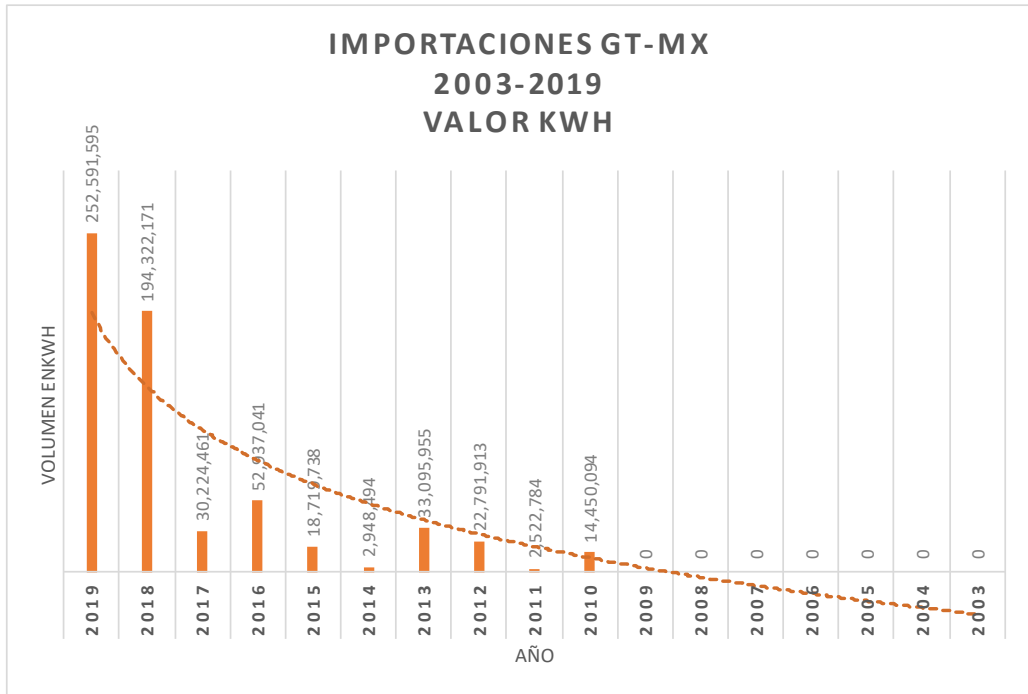


Fuente de imagen: elaboración propia

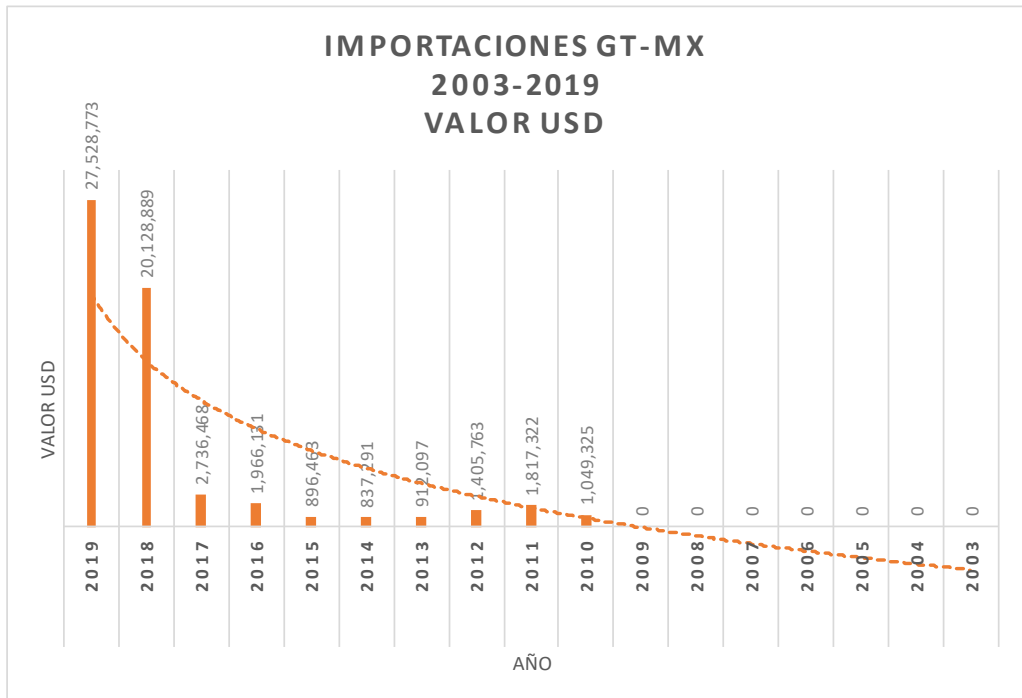
2.3.4 Importaciones

A continuación, se presenta la información obtenida del Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI) en donde se detallan las importaciones de energía eléctrica a México desde Guatemala.

IMPORTACIONES	
Volumen en KWH	
AÑO	KWH
2019	252,591,595
2018	194,322,171
2017	30,224,461
2016	52,937,041
2015	18,719,738
2014	2,948,494
2013	33,095,955
2012	22,791,913
2011	2,522,784
2010	14,450,094
2009	0
2008	0
2007	0
2006	0
2005	0
2004	0
2003	0



IMPORTACIONES	
Valor en dólares	
AÑO	USD
2019	27,528,773
2018	20,128,889
2017	2,736,468
2016	1,966,131
2015	896,463
2014	837,291
2013	912,097
2012	1,405,763
2011	1,817,322
2010	1,049,325
2009	0
2008	0
2007	0
2006	0
2005	0
2004	0
2003	0



Fuente de imagen: elaboración propia

CAPÍTULO 3

ENTIDADES PROVEEDORAS Y REGULADORAS

La existencia de plantas eléctricas regionales es un requisito indispensable para la consolidación de la integración eléctrica regional, en la medida en que permitirá el aumento de las transacciones entre los países, de una manera firme y en mayores volúmenes, asegurando así tanto el uso de la infraestructura de transmisión de las líneas y de los sistemas de transmisión nacionales, como el aumento de los beneficios de proyectos que puedan surgir. Debido a esto existen entidades que proveen energía y otras que regulan la misma. A continuación, se muestran datos sobre entidades tanto mexicanas como guatemaltecas que se encuentran involucradas en las transacciones bilaterales de energía eléctrica, con el fin de profundizar el tema sobre la infraestructura y funcionamiento de la línea de transmisión entre México y Guatemala.

3.1 ENTIDADES MEXICANAS

3.1.1 Secretaría de Energía (SENER)

Está a cargo de conducir la política energética del país, dentro del marco constitucional vigente, para garantizar el suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos que requiere el desarrollo de la vida nacional.

Una población con acceso pleno a los insumos energéticos, a precios competitivos; con empresas públicas y privadas de calidad mundial, operado dentro de un marco legal y regulatorio adecuado.

La SENER tiene el firme impulso al uso eficiente de la energía a la investigación y desarrollo tecnológicos; con amplia promoción del uso de fuentes alternativas de energía; y conseguir con seguridad de abasto (*Secretaría de Energía, 2019*).



Fuente de imagen: <https://www.gob.mx/sener>

3.1.2 Comisión Federal de Electricidad (CFE)

Empresa Productiva del Estado, propiedad exclusiva del Gobierno Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que goza de autonomía técnica, operativa y de gestión, conforme a los dispuesto en la ley de la Comisión Federal de Electricidad.

El objetivo de la CFE es el desarrollo de actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales en términos de su objeto, generando valor económico y rentabilidad para el Estado Mexicano como su propietario.

En la ejecución de su objeto, la CFE debe actuar de manera transparente, honesta, eficiente, con sentido de equidad, y responsabilidad social y ambiental, procurando el mejoramiento de la productividad con sustentabilidad para minimizar los costos de la industria eléctrica en beneficio de la población y contribuir con ello al desarrollo nacional.

La Comisión Federal de electricidad garantizará el acceso abierto a la Red Nacional de Transmisión y a las Redes Generales de Distribución, la operación eficiente del sector eléctrico y la competencia (*Comisión Federal de Electricidad, 2019*).

La CFE está modernizando su capacidad de generación, al construir nuevas plantas de ciclo combinado y reconvertir las termoeléctricas ya existentes para que utilicen gas natural, un combustible cuatro veces más barato que el combustóleo y 68% menos contaminante (*Secretaría de Energía, 2019*).



Fuente de imagen: <https://www.cfe.mx/Pages/Index.aspx>

3.1.3 Comisión Reguladora de Energía (CRE)

Es una dependencia de la Administración Pública Federal centralizada, con carácter de Órgano Regulado Coordinado en Materia Energética, como se establece en el párrafo octavo, del artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Tiene a su cargo el ejercicio de las atribuciones y el despacho de los asuntos que le encomiendan la Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética (LORCME), la Ley de Hidrocarburos, la Ley de la Industria Eléctrica, la Ley de Transición Energética, la Ley General de Cambio Climático y las demás disposiciones jurídicas aplicables, a fin de fomentar el desarrollo eficiente de la industria, promover la competencia en el sector, proteger los intereses de los usuarios, propiciar una adecuada cobertura

nacional y atender a la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y la prestación de los servicios.

Misión y Visión

Su misión es garantizar las condiciones para que la disponibilidad de energéticos en México sea la requerida, con calidad y a precios competitivos.

Su visión es ser un organismo transparente, eficiente y altamente calificado, cuyas decisiones autónomas establecen un entorno regulatorio eficaz, participativo y confiable para el sector energético en México (Comisión Reguladora de Energía, 2019).



Fuente de imagen: <https://www.gob.mx/cre>

3.1.4 Sistema Eléctrico Nacional (SEN)

Es el conjunto de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas conectadas entre sí, así como sus respectivos centros de despacho de carga, el cual permite la transferencia de energía eléctrica entre los diversos sistemas de generación eléctrica (*MSEP, 2016*).

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) está integrado por 10 regiones de control, de las cuales 7 se encuentran interconectadas y conforman el Sistema Interconectado Nacional (SIN), mientras que las 3 regiones

restantes se encuentran aisladas (Baja California, Baja California Sur y Múgelé). La operación de estas diez regiones está bajo la responsabilidad de centros de control ubicados en las ciudades de México, Puebla, Guadalajara, Hermosillo, Gómez Palacio, Monterrey y Mérida; las dos regiones de Baja California se administran desde Mexicali.

El SEN está interconectado a diferentes niveles de tensión con Estados Unidos de América, Belice y Guatemala. Estas interconexiones se dividen en las de uso permanente y las que se utilizan en situación de emergencia (Rojas, 2018).

3.1.4.1 Redes Generales de Distribución (RGD)

Se integra por las redes en media tensión y las redes de baja tensión, ofrece servicio a 40.7 millones de usuarios, con una cantidad de 1,446,529 piezas de transformadores de distribución y con una capacidad total de 53,528 MVA.

3.1.4.2 Red Nacional de Transmisión (RNT)

Sistema integrado por el conjunto de las Redes Eléctricas que se utilizan para transportar energía eléctrica a las Redes Generales de Distribución y al público en general, así como a los sistemas eléctricos extranjeros que determine la Secretaría.

La Red Nacional de Transmisión comprende las instalaciones con nivel de tensión mayor o igual a 69 kV ubicadas en el Sistema Eléctrico Nacional.

Sistema Eléctrico Nacional (SEN)



Fuente de imagen: <http://msef.blogspot.es/tags/mapa/>

3.1.5 Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)

Permite la consulta y descarga de información sobre las solicitudes de acceso a la información recurrentes en el tema del Mercado Eléctrico Mayorista.

Con la reforma energética, se creó el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) con el objetivo de proveer energía a precios competitivos para que todos los usuarios pudieran beneficiarse adquiriendo energía a precios más accesibles. en él se adquieren todos los productos que se requieren para la operación óptima y confiable de nuestro Sistema Eléctrico Nacional, la cual está a cargo del Centro Nacional de Control de Energía.

A partir de 2016, en el MEM se compran y venden productos como Energía, Potencia, Certificados de Energía Limpia, servicios conexos y Derechos Financieros de Transmisión, entre otros.

Gracias a la óptima operación de este mercado es que se garantiza que todos los días los hogares mexicanos tengan energía eléctrica en casa, oficina, escuela, vialidades, etcétera y sea un país con más oportunidades de desarrollo (*Centro Nacional de Control de Energía, 2018*).

Productos del Mercado Eléctrico Mayorista



Fuente de imagen: <https://www.gob.mx/cenace/articulos/sabes-que-es-el-mercado-electrico-mayorista?idiom=es>

3.1.6 Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)

Es un organismo público descentralizado cuyo objeto es ejercer el control operativo del Sistema Eléctrico Nacional (SEN); la operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y garantizar imparcialidad en el acceso a la Red Nacional de Transmisión (RNT) y a las Redes Generales de Distribución (RGD).

Como operador independiente del sistema realiza sus funciones bajo los principios de eficiencia, transparencia y objetividad, cumpliendo los criterios de calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad en la operación y control del SEN. Realiza la operación del MEM en condiciones que promueven la competencia, eficiencia e imparcialidad, mediante la asignación y despacho óptimos de las centrales eléctricas para satisfacer la demanda de energía del SEN.

Es responsable de formular los programas de ampliación y modernización de la RNT y de las RGD, los cuales en caso de ser autorizados por la Secretaría de Energía (SENER), se incorporan al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), (CENACE, 2019)



Fuente de imagen: <https://universidad.cenace.gob.mx/>

3.1.7 Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA)

Garantiza la seguridad de las personas y la integridad del medio ambiente con certidumbre jurídica, procedimental y de costos en el sector hidrocarburos. Su visión es ser la agencia que lleve al sector hidrocarburos de México a ser el más limpio y seguro del mundo. ASEA es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión, encargado de regular y supervisar la seguridad industrial, la seguridad operativa y la protección del medio ambiente en las actividades del sector hidrocarburos.

La Agencia tiene como objeto regular y supervisar en materia de seguridad industrial, operativa y de protección del medio ambiente, las instalaciones y actividades del sector hidrocarburos, incluyendo las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, así como el control de residuos (ASEA, 2019)



Fuente de imagen: <https://www.gob.mx/asea>

3.1.8 Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)

Centro de investigación del sector energía, dedicado principalmente a las áreas eléctrica y energética de México. Sus objetivos principales son la investigación, la innovación aplicada, el desarrollo tecnológico, la ingeniería y los servicios técnicos especializados en áreas como la eficiencia

energética, la planeación y expansión del sistema eléctrico nacional, la confiabilidad, seguridad, simulación, las energías renovables, la automatización, y las nuevas tecnologías de información. Además, realiza la comercialización y transferencia tecnológica de nuestros desarrollos, ofrecemos capacitación y actualización a los ingenieros del sector y otorgamos grados académicos.

La creación del INEEL, obedece a la necesidad de contar con un organismo que, estrechamente vinculado a la industria eléctrica y en particular a la Comisión Federal de Electricidad, contribuya a asegurar el crecimiento armónico del sector eléctrico, como parte esencial del desarrollo económico del país (*INEEL, 2019*).

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) se convirtió en un nuevo Instituto que brinda apoyo técnico y científico a la Secretaría de Energía para formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de energía eléctrica en general y energías limpias en particular.

El nuevo Instituto es una evolución del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), dotado de cualidades técnicas y científicas con el respaldo de 40 años ofreciendo soluciones innovadoras en energía a nivel nacional, gracias a las aportaciones de sus especialistas en áreas que incluyen líneas de investigación en redes eléctricas inteligentes, gestión de activos, eficiencia, ahorro energético y sustentabilidad, energías renovables, materiales, nanotecnologías y sistemas avanzados de capacitación y simulación (*INEEL, 2016*).



Fuente de imagen: <https://www.gob.mx/ineel>

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

Es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que fue creada a través de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre del 2008, y tiene como objetivo central promover la eficiencia energética y fungir como órgano técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

Misión y visión

Su misión es promover el óptimo aprovechamiento sustentable de la energía, mediante la adopción de medidas y de mejores prácticas para el uso eficiente de la energía en los diferentes sectores de la economía y la población.

Su visión es ser el órgano técnico articulador de las políticas públicas en aprovechamiento sustentable de la energía del país, que logren el cambio tecnológico y del comportamiento en los usuarios finales de la energía, con la participación de los sectores público, social y privado (*CONUEE, 2019*).

3.2 ENTIDADES GUATEMALTECAS

3.2.1 Instituto Nacional de Electrificación (INDE)

Es una entidad estatal, autónoma y descentralizada. La cual goza de autonomía funcional, patrimonio propio, personalidad jurídica y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones en materia de su competencia.

Dentro de los objetivos institucionales de la empresa se encuentra lograr la sostenibilidad financiera para dar cumplimiento a sus compromisos, e incrementar la capacidad de generación, transporte y comercialización de energía eléctrica.

Misión y Visión

Su misión es proveer energía para el desarrollo del país contribuyendo a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Su visión es que el año 2023 alcanzarán el 34% de la producción nacional de energía eléctrica y mantendrán el liderazgo en la Transmisión y Transformación del Sistema Nacional Interconectado para posicionarnos competitivamente en el Mercado Eléctrico Nacional y Regional.

Principales fines y obligaciones del INDE:

- a. Realizar todas las acciones orientadas a dar solución pronta y eficaz de la escasez de energía eléctrica en el país y procurar que haya en todo momento energía disponible para satisfacer la demanda normal, para impulsar el desarrollo de nuevas industrias y el uso de electricidad en las regiones rurales, atendiendo las políticas que para ello defina el Estado”.

- b. Propiciar la utilización racional, eficiente y sustentable de los recursos naturales, promoviendo el uso productivo y domiciliario de la electricidad generada a partir de fuentes energéticas nativas.
- c. Cooperar en el aprovechamiento múltiple de los recursos hidráulicos, geotérmicos y otras fuentes del país para propósito de generar energía eléctrica, procurando la preservación del ambiente.
- d. Determinar técnica, económica y jurídicamente, el potencial hidroeléctrico, geotérmico y de otras fuentes renovables, para que sus estudios puedan servir de base a nuevos proyectos de generación de electricidad y ponerlos a disposición de interesados, conforme procedimientos que se establezcan para percibir ingresos por dicho servicio.
- e. Promover el uso racional y el ahorro de electricidad y ofrecer lineamientos que permitan un adecuado manejo de la demanda de energía eléctrica.
- f. Participar en los programas, obras y proyectos de transacciones regionales e internacionales de electricidad y energía (*Instituto Nacional de Electrificación, 2019*).



Fuente de imagen: <http://www.inde.gob.gt/>

3.2.2 Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)

Es un agente estatal del Gobierno de Guatemala, dedicado a regular y dirigir el desarrollo de las actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de energía eléctrica en el país.

Algunas de las principales funciones reguladoras que cumple la CNEE en Guatemala son el establecimiento de las tarifas de distribución, el control de calidad de servicio y la correcta comunicación entre los clientes y las empresas de distribución eléctrica.

Misión y visión

La misión de la CNEE es velar por el cumplimiento de la Ley General de Electricidad y su Reglamento, regulando a favor de la eficiencia, estabilidad y sostenibilidad del subsector eléctrico en Guatemala.

Su visión es liderar el desarrollo del subsector eléctrico de Guatemala propiciando un ambiente de competencia, eficiencia e inversión bajo los más altos estándares de calidad mundial (CNEE, 2018).



Fuente de imagen: <http://www.cnee.gob.gt/>

3.2.3 Ministerio de Energía y Minas (MEM)

Dentro de sus funciones se encuentra estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía; promover su aprovechamiento racional y estimular el desarrollo y aprovechamiento racional de energía en sus diferentes formas y tipos, procurando una política nacional que tienda a lograr la autosuficiencia energética del país.

También debe de coordinar las acciones necesarias para mantener un adecuado y eficiente suministro de petróleo, productos petroleros y gas natural de acuerdo a la demanda del país, y conforme a la ley de la materia.

Cumple y hace cumplir la legislación relacionada con el reconocimiento superficial, exploración, explotación, transporte y transformación de hidrocarburos, la compraventa o cualquier tipo de comercialización de petróleo crudo o reconstituido, gas natural y otros derivados, así como los derivados de los mismos.

Formula la política, propone la regulación respectiva y supervisa el sistema de exploración, explotación y comercialización de hidrocarburos y minerales.

Propone y cumple las normas ambientales en materia energética. Emite opinión en el ámbito de su competencia sobre políticas o proyectos de otras instituciones públicas que incidan en el desarrollo energético del país. Ejerce las funciones normativas y de control y supervisión en materia de energía eléctrica que le asignen las leyes.

Misión y visión

Su misión es propiciar y ejecutar las acciones que permitan la inversión destinada al aprovechamiento integral de los recursos naturales, que proveen bienes y servicios energéticos y mineros velando por los derechos de sus usuarios y de la sociedad en general.

Su visión es ser la institución rectora de los sectores energético y minero, que fomenta el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales del país. Conformar un equipo de trabajo multidisciplinario capacitado que cumple con la legislación y la política nacional, propiciando el desarrollo sostenible; en beneficio de la sociedad (MEM, 2018).



Fuente de imagen: <http://www.mem.gob.gt/>

3.2.4 Administrador del Mercado Mayorista (AMM)

Es responsable de planificar anualmente la forma en que se cubrirán las necesidades de potencia y energía del sistema, tratando de optimizar el uso de los recursos energéticos disponibles. La programación anual es revisada y ajustada semanal y diariamente.

Debe vigilar el comportamiento de la demanda y la operación del parque generador, así como del sistema de transporte. Asimismo, debe mantener la seguridad del suministro verificando constantemente las variables eléctricas del sistema y respetando las limitaciones de equipos e instalaciones asociadas.

Debe cuantificar los intercambios de Potencia y Energía entre los participantes del MM y valorizarlos utilizando el Precio de Oportunidad de la Energía y el Precio de Referencia de la Potencia. Para ello, el AMM debe

diseñar e implementar un sistema de medición que permita conocer en forma horaria la energía y potencia producida y/o consumida. Además, administrará los fondos que surgen de las transacciones entre los agentes que operan en el Mercado Mayorista.

Misión y visión

Su misión es operar el Sistema Nacional Interconectado (SNI) y Mercado Mayorista manteniendo la continuidad y seguridad en el suministro de energía eléctrica del país. Velar por la garantía del cubrimiento de la demanda, contribuyendo a la expansión de la generación, transmisión y distribución del sistema de energía eléctrica y operaciones de mercado, buscando la eficiencia económica, con transparencia, independencia y apego al Marco Legal.

Su visión es ser uno de los motores en el desarrollo económico del país a través de la operación y administración eficiente del SNI, sus interconexiones internacionales y transacciones del Mercado Mayorista, manteniendo los valores que con autonomía administrativa coadyuven con el desarrollo de sus participantes (AMM, 2014).



Fuente de imagen: <https://www.amm.org.gt/portal/>

3.2.5 Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE)

La Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE) es el ente regulador del mercado regional creado por el Tratado Marco, con personalidad jurídica propia y capacidad de derecho público internacional.

De acuerdo al Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central los objetivos generales de la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica son:

- Hacer cumplir el Tratado Marco y sus protocolos, así como sus reglamentos y demás instrumentos complementarios.
- Procurar el desarrollo y consolidación del mercado, así como velar por su transparencia y buen funcionamiento.
- Promover la competencia entre los agentes del mercado.

Misión y visión

Su misión es Proveer un ambiente regulatorio que facilite un Mercado Eléctrico Regional competitivo que contribuya a ampliar y asegurar el abastecimiento eléctrico sustentable para beneficio de los habitantes de América Central.

Su visión es proveer un abastecimiento Eléctrico Regional de calidad, confiable, competitivo y sustentable para beneficio de todos los habitantes de América Central, por medio de un Mercado Eléctrico Regional armónico, gobernado por reglas claras en un marco Institucional robusto, capaz de atraer inversiones de escala regional (*CRIE, 2014*).



Fuente de imagen: <http://crie.org.gt/wp/>

3.2.6 Ente Operador Regional (EOR)

La finalidad del Ente Operador Regional (EOR) es velar por el cumplimiento jurídico y legal del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, así como por el ordenamiento de las interrelaciones entre los mercados nacionales de los países de la región (*Ente Operador, 2019*).

El Ente operador Regional no es una entidad 100% guatemalteca, está conformada por cinco países más, pero fue agregada en este inciso debido a que forma parte importante de las entidades que se han involucrado en el intercambio de energía en las que Guatemala es participe.

Misión y visión

Su misión es Operar y planificar el Sistema Eléctrico Regional y administrar el Mercado con criterio técnico y económico, contribuyendo a un marco regulatorio sólido y previsible, para el desarrollo gradual de un Mercado más abierto y competitivo, en beneficio de los habitantes de América Central.

Su visión es Ser un ente operador de clase mundial que dinamice la expansión y consolidación de un Mercado Eléctrico Regional abierto y competitivo basado en un marco regulatorio sólido y previsible, que contribuya al desarrollo sostenible de América Central.

En la página del Ente Operador Regional se muestra en tiempo real la transmisión que está teniendo cada país medido en KW.



Fuente de imagen: <https://www.enteoperador.org/>

3.2.7 Mercado Eléctrico Regional (MER)

El Mercado Eléctrico Regional (MER) tiene como normativa fundamental el Tratado Marco aprobado por representantes de los gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá en mayo de 2000. Su diseño general conceptualiza al MER como un séptimo mercado, superpuesto con los seis mercados o sistemas nacionales existentes, con regulación regional, en el cual los agentes habilitados por el Ente Operador Regional (EOR) realizan transacciones internacionales de energía eléctrica en la región centroamericana (*MER, 2017*).

CAPÍTULO 4

INTERCONEXIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA EN MÉXICO Y GUATEMALA

Relación bilateral

Las relaciones entre México y Guatemala se desarrollan dentro de un marco de confianza mutua, basado en la voluntad política de ambos Gobiernos. Lo anterior ha contribuido al avance de los temas de la agenda bilateral, así como a mantener el dinamismo de los mecanismos de diálogo y a fortalecer la cooperación en los distintos ámbitos (*SER, 2019*).

México y Guatemala establecieron relaciones diplomáticas el 6 de septiembre de 1848. En 1986 se estableció la Comisión Binacional México – Guatemala, mecanismo de diálogo y cooperación en el que se abordan cada uno de los temas de la agenda.

Ambos países han firmado más de 40 acuerdos bilaterales, casi 20 de ellos entre 2014 y 2017, lo cual refleja el impulso que ha tenido la relación en los últimos años y el compromiso de ambos países para fortalecer la cooperación, que se traduzca en un mayor desarrollo, prosperidad y seguridad, particularmente para las poblaciones que habitan en la zona fronteriza (*Embajada de México en Guatemala, 2019*).



Fuente de imagen: <https://embamex.sre.gob.mx/guatemala/index.php/relacion-mexico-guatemala>

Dentro de los acuerdos más importantes destacan:

1. Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla

Se trata de una iniciativa mexicana cuyo objetivo es el diálogo político, consolidar la paz, la democracia y fomentar la cooperación regional.

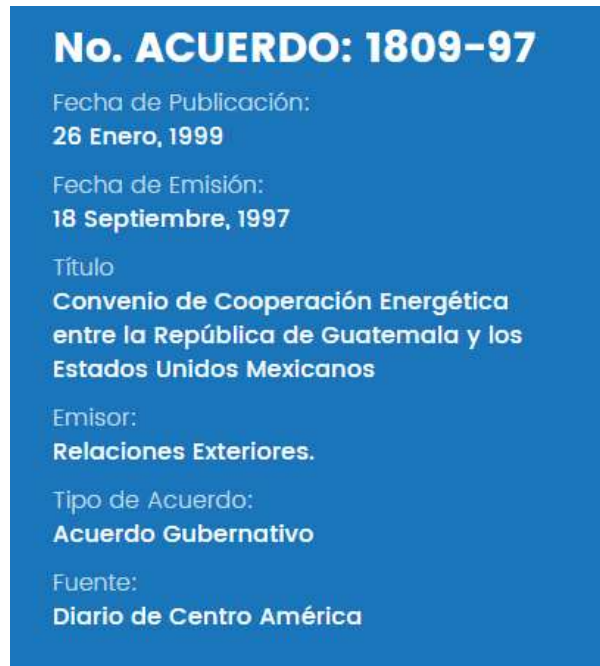
El Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla (Mecanismo de Tuxtla) tiene antecedente en la Reunión Cumbre realizada los días 10 y 11 de enero de 1991 en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en la que participaron los Presidentes de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México y Nicaragua para conversar sobre los principales temas vinculados con el desarrollo de Centroamérica y de México (*Secretaría de Relaciones Exteriores, 2015*).

El Mecanismo fue creado formalmente durante la “Cumbre Tuxtla Gutiérrez II”, celebrada los días 15 y 16 de febrero de 1996, en San José, Costa Rica, en la que fue firmada la Declaración Conjunta de Jefes de Estado y de Gobierno de Centroamérica y México. A los miembros fundadores (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México y Nicaragua), en 1996 se incorporaron al Mecanismo Belice y Panamá, y en el 2009, ingresaron Colombia y República Dominicana.

A lo largo de estos años, el Mecanismo de Tuxtla se ha convertido en detonador del fortalecimiento democrático, la integración y la cooperación para el desarrollo de Mesoamérica, en temas como infraestructura carretera, interconexión eléctrica y de telecomunicaciones (*Embajada de México en Guatemala, 2019*).

2. Convenio de cooperación Energética

Ratifica el Instrumento que con fecha 17 de marzo de 1997, se suscribió en la Ciudad de México, el Convenio de Cooperación Energética entre la República de Guatemala y los Estados Unidos Mexicanos (*Congreso de la República, 2019*).



Fuente de imagen: <https://www.congreso.gob.gt/acuerdo-detalle/?id=7281>

El proyecto de Interconexión México–Guatemala nace del Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla (2001) del Convenio de Cooperación Energética (1997). El 20 de mayo de 2003, se firmó el Memorándum de Entendimiento entre el Ministerio de Energía y Minas (MEM) de Guatemala y la Secretaría de Energía de México (SENER).

El Objetivo fue establecer las condiciones generales para la construcción y mantenimiento (Convenio Instituto Nacional de Electrificación -INDE- y Comisión Federal de Electricidad -CFE-) y operación y explotación del proyecto (Convenio Administrador de Mercado Mayorista -AMM- y Comisión Federal de Electricidad -CFE-)

La puesta en operación del proyecto inició con la autorización de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) para la conexión al sistema de transporte en abril de 2009 y la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE) aprobó la solicitud de conexión en agosto de 2009, posteriormente se suscribió el Protocolo de operación Administrador Mercado Mayorista (AMM) y Comisión Federal de Electricidad (CFE) en septiembre de 2009, realizando un programa de pruebas definido por el Ente Operador Regional (EOR) y el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) (*EPR, 2017*).

Infraestructura Interconexión México-Guatemala

Consiste en una línea de transmisión 400 KV de 98.6 Km (27 Km en México y 71.6 Km en Guatemala) con un circuito habilitado y las estructuras preparadas para doble circuito, la ampliación subestaciones Los Brillantes y Tapachula, con una capacidad transformación de 225 MW iniciales (EPR, 2017).

Interconexión México- Guatemala



Fuente de imagen: <https://www.eprsiepac.com/contenido/interconexion-mexico-guatemala/>

Inicio de funcionamiento Interconexión

El Ente Operador Regional (EOR) autorizó la puesta en servicio de la interconexión Guatemala-México, a partir del 26 de febrero de 2010. En marzo de 2010, el EOR solicitó la instalación de un esquema de disparo transferido. A partir del 22 de abril de 2010, se inició la Operación Normal Transitoria (EPR, 2017)

La interconexión eléctrica bilateral entre Guatemala y México se concluyó en 2009 y entró en operación comercial en 2010. De agosto de 2015 a julio 2016, se han comerciado alrededor de 246 Giga Watts hora entre ambos países, lo que equivale a un monto de \$17 millones de dólares (Proyecto Mesoamérica, 2018).

Representación gráfica Interconexión México-Guatemala



Fuente de imagen: www.proyectomesoamerica.com

En 2009, con el inicio de la interconexión con México, se tenía una capacidad de 120 MW en la subestación Los Brillantes, pero desde el 2015 se han realizado ampliaciones y actualmente puede operar hasta los 240 MW (*El Periódico, 2016*).

México tiene la energía para promover el desarrollo, tanto en su territorio como con sus socios más cercanos, Centroamérica y el Caribe por eso a partir de 2015 decidió modernizar su sector energético para ampliar el potencial que tiene como un país con un amplio abasto energético, ser más competitivo con otros mercados eléctricos e impulsar el crecimiento compartido de la región.

México ha promovido la creación del Sistema de Interconexión Eléctrica para América Central (SIEPAC), 1800 KM que unen desde Guatemala hasta Panamá para consolidar un Mercado Eléctrico Regional que inició operaciones en 2014 y garantiza un suministro de energía más barato y confiable para más de 45 millones de habitantes (*AMEXCID, 2017*).

A través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), México es accionista del 11% de la empresa propietaria del SIEPAC creada por Centroamérica Colombia, España y México. Esta participación ha permitido que el país no sólo sea parte activa en la construcción de la iniciativa de cooperación energética más consolidada de la región, también, a través de La Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID) ha podido compartir conocimientos y mejores prácticas con el sector energético de otros países que también enfrentan un momento global de cambio y redefinición (*AMEXCID, 2017*).

CAPÍTULO 5

SIEPAC

SISTEMA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS PAÍSES DE AMÉRICA CENTRAL

5.1 Orígenes del SIEPAC

El Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central y su primer protocolo, ratificados entre los años 1997 y 1998, por los respectivos congresos de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, crearon los organismos regionales de operación y regulación del Mercado Eléctrico Regional: Ente Operador Regional (EOR) y Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), respectivamente y definieron a Empresa Propietaria de la Red (EPR) para el desarrollo del primer sistema de interconexión regional (infraestructura SIEPAC), (*Proyecto Mesoamérica, 2014*).

El Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, se suscribió en 1996 cuando los seis presidentes de América Central, de ese entonces, acordaron el objetivo supremo de “lograr el desarrollo y bienestar de la población del Istmo”. Este tratado al ser ratificado por los poderes Legislativos de los seis países involucrados, se convirtió en la base jurídica para la creación de un Mercado Eléctrico Regional (MER) (*Ente Operador Regional, 2017*).

El tratado dio origen a la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE) y al Ente Operador Regional (EOR), con la finalidad de velar por el cumplimiento jurídico y legal del mismo, así como por el ordenamiento de las interrelaciones entre los mercados nacionales de los países de la región. Con ello, se inició el proceso de diseño de Mercado Regional y, se obtuvieron los primeros borradores de reglamentación para discusión (*Ente Operador Regional, 2017*).

5.1.1 Ente Operador Regional -EOR-

El Ente Operador Regional (EOR), es un organismo regional adscrito al Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) creado a través del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central firmado en 1996 por los Gobiernos de las Repúblicas de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá y ratificado por sus correspondientes asambleas legislativas. El EOR tiene personalidad jurídica propia y capacidad de derecho público internacional aplicable a las partes firmantes del tratado. Su domicilio está situado en la República de El Salvador (*Ente Operado Regional, 2017*)

Los principales objetivos y funciones del EOR

- Proponer a la CRIE los procedimientos de operación del Mercado y del uso de las redes de transmisión regional.
- Asegurar que la operación y el despacho regional de energía sea realizado con criterio económico, procurando alcanzar niveles adecuados de seguridad, calidad y confiabilidad.
- Llevar a cabo la gestión comercial de las transacciones entre agentes del Mercado.
- Apoyar, mediante el suministro de información, los procesos de evolución del Mercado.
- Formular el plan de expansión indicativo de la generación y la transmisión regional, previendo el establecimiento de márgenes regionales de reserva y ponerlo a disposición de los agentes del Mercado (*Ente Operado Regional, 2017*).

5.1.2 Comisión Reguladora de Interconexión Eléctrica -CRIE-

Ente regulador del mercado eléctrico regional creado por el Tratado Marco del Mercado Centroamericano, con personalidad jurídica propia y capacidad de derecho público internacional, dedicado a la formación y crecimiento gradual de un Mercado Eléctrico regional competitivo basado en el trato

recíproco y no discriminatorio, que contribuya al desarrollo sostenible de la región dentro de un marco de respeto y protección al medio ambiente. Su domicilio está situado en la República de Guatemala (*SELA, 2018*)

Objetivos de la CRIE

- Hacer cumplir el Tratado Marco y sus protocolos, así como sus reglamentos y demás instrumentos complementarios.
- Procurar el desarrollo y consolidación del mercado, así como velar por su transparencia y buen funcionamiento.
- Promover la competencia entre los agentes del mercado (*SELA, 2018*).

5.1.3 Mercado Eléctrico Regional -MER-

El MER fue creado dentro del ámbito del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), específicamente por medio del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, con la idea que un mercado eléctrico regional, sustentado en la interconexión de los sistemas eléctricos de los países, promueve el desarrollo de la industria eléctrica en beneficio de todos sus habitantes; se inició como un proceso gradual de integración eléctrica, mediante el desarrollo de un mercado eléctrico regional competitivo, a través de líneas de transmisión que interconecten sus redes nacionales y la promoción de proyectos de generación regionales (Consejo Nacional de Energía, 2019).

5.1.4 Empresa Propietaria de la Red -EPR-

Es un consorcio público-privado creado para construir y operar el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) de 230Kv, que conecta las redes nacionales de Panamá, Costa Rica, Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala (*Bnamericas, 2019*).

5.1.5 Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central -SIEPAC-

La Línea SIEPAC es el primer sistema de transmisión regional que involucra a Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica y Panamá. Debe mencionarse que Belice no forma parte de este sistema Regional. El SIEPAC

5.2 Infraestructura del SIEPAC

La infraestructura del proyecto de Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) consiste en el Primer Sistema de Transmisión Eléctrica Regional que refuerza la red eléctrica de América Central (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá). El Proyecto se describe como líneas de transmisión eléctrica a 230 kV en un primer circuito, con torres previstas para un segundo circuito futuro, con longitudes de las líneas descritas a continuación:

- Guatemala, 281 km
- El Salvador, 286 km
- Honduras, 270 km
- Nicaragua, 310 km
- Costa Rica, 493 km
- Panamá, 150 km

El Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), impulsado por los países en el marco del Proyecto Mesoamérica, finalizó su período de construcción y opera en un 100%. El proyecto de importancia estratégica para la región, tiene una longitud final de 1,800 km a un costo de US\$505 millones financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), Banco de Desarrollo de

América Latina (CAF), Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT), Davivienda y aporte de los accionistas, entre otros (Proyecto Mesoamérica, 2014).

Especificando la extensión del SIEPAC por país, se presenta a continuación el desglose por país/instalación y por subestaciones:

Infraestructura SIEPAC

País	Tramo	Longitud aproximada (km)	Longitud aproximada por país (km)
Guatemala	Guate Este – Frontera El Salvador	96	281
	Guate Norte - Panaluya	106	
	Panaluya – Frontera Honduras	74	
El Salvador	Frontera Guatemala – Ahuachapán	19	286
	Ahuachapán – Nejapa. Doble Circuito (1)	89	
	Nejapa – 15 Septiembre. Doble Circuito (1)	85	
	15 Septiembre - Frontera Honduras	93	
Honduras	Frontera El Salvador – Agua Caliente	54	270
	Agua Caliente – Frontera Nicaragua	61	
	Torre “T” - Río Lindo. Doble Circuito (2)	14	
	Río Lindo – Frontera Guatemala	141	
Nicaragua	Frontera Honduras – P. Nicaragua	122	310
	P. Nicaragua – Ticuantepe	63	
	Ticuantepe – Frontera Costa Rica	125	
Costa Rica	Frontera Nicaragua – Cañas	130	493
	Cañas – Parrita	159	
	Parrita – Palmar Norte	130	
	Palmar Norte – Río Claro	51	
	Río Claro – Frontera Panama	23	
Panamá	Frontera Costa Rica - Veladero	150	150
TOTAL			1,790

Fuente de imagen: <https://www.enteoperador.org/newsite/documentos/RMER.pdf>

Bahías en las subestaciones

País	Subestación	Conexión a	Bahías	Total por país
Guatemala	Guate Este	Ahuachapán	1	4
	Guate Norte	Panaluya	1	
	Panaluya	Guate Norte	1	
	Panaluya	Río Lindo	1	
El Salvador	Ahuachapán	Guate Este	1	6
	Ahuachapán	Nejapa	1	
	Nejapa	Ahuachapán	1	
	Nejapa	15 Septiembre	1	
	15 Septiembre	Nejapa	1	
	15 Septiembre	Agua Caliente	1	
Honduras	Agua Caliente	15 Septiembre	1	5
	Agua Caliente	P. Nicaragua	1	
	Río Lindo	Panaluya	1	
	Río Lindo	El Cajón	1	
	Río Lindo	Suyapa	1	
Nicaragua	P. Nicaragua	Agua Caliente	1	4
	P. Nicaragua	Ticuantepe	1	
	Ticuantepe	P. Nicaragua	1	
	Ticuantepe	Cañas	1	
Costa Rica	Cañas	Ticuantepe	1	8
	Cañas	Parrita	1	
	Parrita	Cañas	1	
	Parrita	Palmar Norte	1	
	Palmar Norte	Parrita	1	
	Palmar Norte	Río Claro	1	
	Río Claro	Palmar Norte	1	
	Río Claro	Veladero	1	
Panamá	Veladero	Río Claro	1	1
TOTAL				28

Fuente de imagen: <https://www.enteoperador.org/newsite/documentos/RMER.pdf>

5.3 Construcción y Administración SIEPAC

La línea de transmisión fue construida y es administrada por la Empresa Propietaria de la Red (EPR), un esquema de vanguardia a nivel mundial que constituye una sociedad público-privada mesoamericana, integrada por socios locales y extra regionales detallados a continuación:

SOCIOS LOCALES	SOCIOS EXTRA REGIONALES
<ul style="list-style-type: none">- INDE, Instituto Nacional de Electrificación (Guatemala).- CEL, Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (El Salvador).- ENEE, Empresa Nacional de Energía Eléctrica (Honduras).- ENATREL, Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (Nicaragua).- ICE, Instituto Costarricense de Electricidad (Costa Rica).- ETESA, Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (Panamá).	<ul style="list-style-type: none">- ENDESA, Empresa Nacional de Electricidad Sociedad Anónima (España).- ISA, Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P (Colombia).- CFE, Comisión Federal de Electricidad (México).

Fuente de imagen: elaboración propia

La construcción del SIEPAC inició el 11 de abril de 2007, fecha que se colocó la cimentación de la primera torre en una zona cercana a los puestos fronterizo entre Honduras y Nicaragua (Proyecto Mesoamérica, 2014).

Objetivos del SIEPAC

El proyecto SIEPAC tiene dos objetivos principales

1. Apoyar la formación y consolidación progresiva de un Mercado Eléctrico Regional (MER) mediante la creación y establecimiento de los mecanismos legales, institucionales y

técnicos apropiados, que facilite la participación del sector privado en el desarrollo de las adiciones de generación eléctrica.

2. Establecer la infraestructura de interconexión eléctrica (líneas de transmisión, equipos de compensación y subestaciones) que permita los intercambios de energía eléctrica entre los participantes del MER (CRIE, 2017).

5.4 Beneficios del SIEPAC

Los beneficios del SIEPAC son efectivos en tres áreas fundamentales

1. Integración de seis sistemas eléctricos creando un único mercado energético.
2. Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.
3. Integración de los sistemas de comunicaciones de Centroamérica, México, Colombia y cables submarinos (*EPR, 2017*)

La infraestructura se encuentra bajo la responsabilidad de la Empresa Propiedad de la Red (EPR)

Interconexión América Central



Fuente de imagen: <http://www.proyectomesoamerica.org/index.php/ejes-de-trabajo/eje-economico/energia>

5.5 Interconexión México-SIEPAC

México y Centroamérica se encuentran conectados con la misma energía, México tiene la energía para promover el desarrollo, tanto en su territorio como con sus socios más cercanos, Centroamérica y el Caribe. A partir de 2015, México se decidió modernizar su sector energético para ampliar el potencial que tiene como un país con amplio abasto energético, ser más competitivo con otros mercados eléctricos e impulsar el crecimiento compartido de la región (*Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2017*).

En julio de 2016 se conformó la Comisión de Interconexión Eléctrica entre México y el SIEPAC, con el fin de determinar el estado actual de los sistemas eléctricos de México y América Central, y analizar las posibles modalidades de integración de los mercados eléctricos. Esto permitirá el flujo internacional de energía en Mesoamérica y aumentará la seguridad energética de la región (*Proyecto Mesoamérica, 2018*).

La Comisión se reunió por primera vez en septiembre de 2016 en la Ciudad de México, donde se acordó el reglamento de la Comisión. Los estudios técnicos para viabilizar la interconexión que comenzó a ejecutarse en 2017 (*Proyecto Mesoamérica, 2018*).

A través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), México es accionista del 11% de la empresa propietaria del SIEPAC creada por Centroamérica, Colombia, España y México. Esta participación ha permitido que el país no sólo sea parte activa en la construcción de la iniciativa de cooperación energética más consolidada de la región, también, a través de la AMEXCID ha podido compartir conocimientos y mejores prácticas con el sector energético de otros países que también enfrentan un momento global de cambio y redefinición

Los esfuerzos en materia energética no estarían completos sin un componente enfocado en valorar la sostenibilidad y seguridad energética de la región, por eso,

desde 2008 se creó la Red Mesoamericana de Investigación y Desarrollo de Biocombustibles, un espacio en donde actúan varias partes involucradas, coordinado por México que promueve el intercambio de experiencias y recursos humanos para detonar la generación de conocimientos y atender las demandas tecnológicas del sector con el objetivo de mejorar la competitividad y la sustentabilidad en la región.

En esta misma línea, México promovió el Programa Mesoamericano de Uso Racional y Eficiente de Energía (PMUREE) que tiene como objetivo formular planes y programas nacionales y regionales para la elaboración e instrumentación de proyectos interdisciplinarios e interinstitucionales en materia de eficiencia energética. Además, este Programa busca promover la capacitación y fortalecimiento de capacidades de sus integrantes, así como el fomento al intercambio de conocimientos y experiencias para incidir en la vinculación directa de los usuarios y beneficiarios participantes en los proyectos específicos (*Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2017*).

CAPÍTULO 6

IMPACTO ECONOMICO EMPRESARIAL EN MÉXICO Y GUATEMALA MEIDANTE EL INTERCAMBIO DE ENERGIA ELECTRICA

Para lograr comprender y visualizar el impacto económico empresarial de la interconexión de energía eléctrica entre México y Guatemala se realizaron entrevistas a personas que se encuentran laborando en la industria, me apoyaron dos personas que laboran en el Administrador Mercado Mayorista, una persona del Instituto Nacional de Electrificación y un experto más que por motivos de contrato de confidencialidad no puede proporcionar el nombre de su empresa.

Es enriquecedor poder obtener aportes de personas que se encuentran involucradas en la industria y como sus comentarios son objetivos, pero sobre todo precisos. El conocimiento compartido por cada uno de los expertos enriquece la investigación y brinda ciertas características que de forma documental no hubiésemos podido obtener. La experiencia se basa en trabajo y gracias al método de una entrevista descriptiva pudimos obtener diferentes puntos de vista y conocimientos varios a los previamente documentados.

Las opiniones brindadas difieren tanto por empresa como por el eslabón que se juega en la cadena de esta interconexión es decir es diferente el peso de la importancia de esta interconexión y de la futura unión de México a SIEPAC dependiendo de la empresa que se haya entrevistado.

“Para poder brindar un comentario sobre beneficios de la unión de México al SIEPAC, considero que se debe plantear bajo que perspectiva como operador de mercado, es decir, si se quiere el punto de vista desde un generador, comercializador o gran usuario. Considero que esto les afecta de distinta manera a cada uno de ellos, algunos a favor o en contra”
(Castellanos, 2019).

Concuerdo totalmente con el comentario brindado por la Ing. Castellanos, mientras a unos favorezca la interconexión pueda que a otros no tanto, el comercializador

obtendrá una ventaja mayor al generador como en toda distribución de productos. Es interesante la comprensión que en todo negocio unos son más favorecidos respecto a otros, la energía eléctrica es un producto que mientras más distribuidores tenga, el cliente final pagará el precio final en donde cubra a el resto de implicados en la cadena de distribución.

Lo fue común encontrar en las entrevistas realizadas es que es efectivo el beneficio bilateral de la interconexión y de la unión de México al SIEPAC, siempre y cuando se solucionen problemas estructurales y de infraestructura.

“Posiblemente una mayor estabilidad en el mercado Regional, mayor competencia”, “Un proyecto muy bueno, pero como muchas debilidades en ciertos puntos, lo que no permite su funcionamiento de forma adecuada” (Castellanos, 2019).

Castellanos reitera que el beneficio bilateral sería la estabilidad de un mercado regional, que es a lo que aspiran los gobiernos involucrados para mantener los precios y que el beneficio se mutuo, deben corregirse ciertas debilidades que tiene el proyecto para que pueda funcionar de manera correcta.

“Si se resuelven los problemas técnicos, podría darle mayor estabilidad al sistema” (Saravia, 2019)

El comentario anterior del Ing. Saravia muestra como los expertos involucrados identifican la intermitencia de la interconexión, una de las preguntas de la investigación era indagar en el porqué de a intermitencia de la exportación e importación entre los países objetivo. Como resultado vemos que es a nivel técnico en infraestructura es lo que ha ocasionado la intermitencia y al estar resuelta se podría brindar estabilidad al sistema y proseguir en su funcionamiento adecuado.

A pesar que muchas empresas hacen un esfuerzo por lograr utilizar como fuente de energía eléctrica las energías renovables, el sector empresarial lo ve pausado y complicado tanto por factores internos como factores externos que hacen lento el cambio radical al uso completo de energías renovables, es difícil imaginar que ya no se utilicen los combustibles fósiles en las industrias.

“Complicada, debido a: Conflictividad social, malos diseños operativos, mala planificación estratégica, corrupción” (Saravia, 2019).

No es ningún secreto que la corrupción es un factor por el cual aún las energías renovables no han logrado establecerse en un 100% o lograr una prospectiva totalmente aceptada. Al estar en el sector de los combustibles fósiles se buscan retardar el auge de las energías renovables que generan precios más baratos a los consumidores, es por eso que la corrupción desacelera el desarrollo de las energías renovables como fuente de generación de energía eléctrica.

La facilidad y accesibilidad de energía eléctrica por medio de energías renovables son inagotables y permite a la industria tener disponibilidad de producto todo el tiempo en cualquier momento del año, es por eso que los sectores privados deberían estar en búsqueda de lograr trabajar con energías verdes para poder lograr disminuir el efecto invernadero.

CONCLUSIONES

La razón de ser de la interconexión entre México y Guatemala es ser un mecanismo de diálogo político y técnico con el objetivo de analizar distintas opciones que permitan el flujo de energía eléctrica entre el mercado mexicano y el centroamericano, especialmente con el mercado guatemalteco que es con el que se comparte gran parte de extensión territorial en frontera. Por ser países vecinos, México y Guatemala, y con historia respecto a convenios, el intercambio de energía entre ambos países es de beneficio para ambos territorios ya que se pueden obtener mejoras en precios y cobertura.

Al ser efectivo el beneficio bilateral que brinda la exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala, garantiza un suministro de energía más barato y confiable para más de 45 millones de habitantes. La estabilidad y accesibilidad de precios en este intercambio de energía es importante debido a que en ciertas horas del día y en ciertas épocas del año por motivos climáticos se encarece considerablemente la energía y es por eso que el intercambio bilateral brinda beneficios a ambos sectores y brinda estabilidad energética. Incluso por motivos de emergencia el intercambio de energía es primordial y eficiente por cualquier motivo de causa mayor que pueda afectar a los territorios.

Dentro de la prospectiva para México a favor de la eficiencia energética para integrar un Mercado Eléctrico Regional, desde México hasta Panamá, es una muestra fiel de que el desarrollo compartido sólo es posible si todos los países se encuentran a favor y de manera coordinada establecen los límites adecuados. La electricidad, la eficiencia energética y la investigación para el desarrollo del sector energético compartido desde México hasta Panamá es la energía que puede potenciar el crecimiento de las naciones involucradas. Como lo mencionó uno de los expertos entrevistados, para que todo esto sea posible también serán necesarias infraestructuras que se encuentren en buen estado técnico y sean funcionales para el proyecto.

Junto con Guatemala, México ha avanzado un gran camino, y continúa trabajando para unir el último eslabón de esta gran cadena para completar su integración a SIEPAC. La unión de la Interconexión actual México-Guatemala al SIEPAC es primordial para estabilizar y ampliar el mercado energético regional centroamericano, es la opción para lograr mejores precios para ambos territorios y que México pueda explotar su potencial energético.

Es importante mencionar que existen temas fuera de las manos de muchos involucrados, como comentó una de las expertas entrevistadas, la unión al SIEPAC es buen negocio, pero deben resolverse temas específicos del Ente Operado Regional (EOR) con respecto al Mercado Eléctrico Regional (MER), para que el funcionamiento sea correcto y no interrumpible. Llegar a un acuerdo mutuo entre las entidades para que el funcionamiento logre darse es un paso importante que debe darse para que finalice la desaceleración del proyecto e inicie el desarrollo y crecimiento de este.

A mi parecer la unión de México al SIEPAC es primordial para beneficio de los países involucrados, absolutamente se debe trabajar en la infraestructura y en los términos políticos que se encuentren interrumpiendo el progreso del correcto funcionamiento de las líneas de interconexión. Es un trabajo intrínseco que debe solucionarse para poder operar de manera eficiente y efectiva para que el beneficio sea percibido por las poblaciones de los países involucrados. La correcta administración de la incorporación de México al proyecto ayudará a que en un futuro seamos geopolíticamente tomados en cuenta como el istmo con mayor crecimiento y desarrollo suficiente para sostener industrias que dependan de energía eléctrica accesible y eficiente.

CONSIDERACIONES FINALES

- La búsqueda por la utilización de energías renovables para obtener energía eléctrica es una realidad a nivel industrial. Se recomienda tanto al sector público como al privado la utilización de energías renovables para la realización de un mercado regional que sea sustentable para evitar emisiones de CO₂ y la formación del efecto invernadero. Actualmente se imparten diplomados con énfasis en desarrollo de proyectos de energía renovable, que son una buena opción para que el sector público y privado tomen en cuenta para la actualización académica de sus empleados en cargos claves.
- De acuerdo con los expertos entrevistados no es de suma importancia la adhesión de México al SIEPAC, pero si se recomienda que tenga participación para poder obtener en momentos críticos energía accesible al igual que precios competitivos y lograr estabilidad en el mercado energético.
- Es necesaria la revisión de la infraestructura de las líneas de transmisión por parte de la Empresa Propietaria de la Red para que la transmisión sea limpia e interrumpida. Al igual es necesario que el Ente Operador Regional revise delimitaciones y los flujos de energía de cada país involucrado para el funcionamiento equitativo de la interconexión.
- Detectar el foco del cual surgen las actividades escrupulosas que no han permitido que la línea de interconexión funcione adecuadamente y obtener la solución adecuada. La corrupción es otro freno al proyecto de lograr un mercado energético estable que permita el beneficio binacional y que México tenga una exitosa adhesión al proyecto SIEPAC.

REFERENCIAS

- Administrador del Mercado Mayorista -AMM- (2018). Disponible en <http://www.amm.org.gt/portal/> consultado el 30/01/2018.
- Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (2019). Disponible en: <https://www.gob.mx/amexcid/articulos/mexico-y-Centro-america-conectados-con-la-misma-energia?idiom=es> Consultado el: 14/05/19.
- Alcaldes de México (2019) Disponible en: <https://www.alcaldesdemexico.com/notas-principales/2018-un-ano-historico-para-mexico-en-energia-eolica/> Consultado el: 20/05/19.
- Análisis de oscilaciones en el sistema interconectado México-Centroamérica fuera de línea (2019). Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7100/AN%C3%81LISIS%20DE%20OSCILACIONES%20EN%20EL%20SISTEMA%20INTERCONECTADO%20M%C3%89XICO-CENTROAM%C3%89RICA%20FUERA%20DE%20L%C3%8DNEA.pdf?sequence=1> consultado en 26/07/19.
- Antecedentes de la electricidad (2018) Disponible en: <https://conociendolafisica.wordpress.com/fisica-ii/apuntes-de-electrostatica/antecedentes-historicos-de-la-electricidad/> consultado en 24/02/2018
- Archivos de Flujos de Carga (2019). Disponible en: <https://www.cenace.gob.mx/Paginas/Publicas/Planeacion/TopologiaRNT.aspx> consultado el 20/07/19.
- Banco Mundial. Acceso a la electricidad; porcentaje de la población (2018) Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS> Consultado el 21/02/2018.
- Banco Mundial- Acceso a la electricidad, sector rural; porcentaje de la población rural (2018). Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.RU.ZS> Consultado: 21/02/2018.
- Bolaños, R. "Guatemala cumple una semana de exportar energía a México" (2016). Disponible en: <http://www.prensalibre.com/economia/pais-vende-energia-a-mexico> Consultado el 26/02/2018.

Campos, L. (2003) *Modelo británico en la industria eléctrica mexicana*. Siglo XXI Editores. Consultado el 25/06/2018.

Comisión Federal de Electricidad (2019). Disponible en: <https://www.cfe.mx/Pages/Index.aspx> consultado el 13/09/2018.

Comisión Reguladora de energía, Gobierno de México (2018). Disponible en: <https://www.gob.mx/cre/que-hacemos> consultado el 13/09/2018.

Congreso de la República (2019). Disponible en: <https://www.congreso.gob.gt/> Consultado el 29/06/2019.

Consejo Nacional De Energía (2019). Disponible en: https://www.cne.gob.sv/?page_id=657 consultado el 20/05/19.

Consulta Legislativa, Acuerdo 1809-97 (2019). Disponible en: <https://www.congreso.gob.gt/acuerdo-detalle/?id=7281> consultado el 06/08/2019.

Cooperación e integración energética en América Latina y el Caribe (2019). Disponible: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6305/1/S0600221_es.pdf consultado el 13/07/19

CRIE (2019). Disponible en <https://crie.org.gt/wp/que-es-el-mer/> consultado el 19/04/2019

Cruz Serrano, E. (2013) *México le vende más energía a Belice y EU*. <http://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas-cartera/2013/impreso/mexico-le-vende-mas-energia-a-belice-y-eu-106577.html> Consultado el 18/02/2018.

El Universal (2019). Disponible en: <https://www.eluniversal.com.mx/cartera/negocios/guatemala-quiere-mercado-de-energia-electrica-con-mexico> consultado el 18/07/2019.

Electricidad, INEGI (2018). Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/parque/electricidad.html> consultado el 17/02/2018.

Energías renovables (2018). Disponible en: <https://www.accion.com/es/energias-renovables/> consultado el 01/01/2019.

- Embajada de México en Guatemala (2019). Disponible en:
<https://embamex.sre.gob.mx/guatemala/index.php/> consultado el
05/08/2019
- Empresa Propietaria de la Red (2019) <https://www.eprsiepac.com/contenido/>
Consultado el 19/05/19
- Ente Operador Regional (2019). Disponible en: <https://www.enteoperador.org/>
Consultado el 05/08/19.
- Estadísticas Línea SIEPAC (2017) Disponible en:
<https://www.eprsiepac.com/contenido/estadisticas-en-operacion/>
Consultado el: 19/05/19
- Flujos de Potencia en Tiempo Real (2019). Disponible en:
<https://www.enteoperador.org/> consultado el 05/08/2019
- Forbes El nuevo negocio que iluminará Centroamérica(2014) Disponible en:
<https://www.forbes.com.mx/el-nuevo-negocio-que-iluminara-a-centroamerica/> consultado el 14/09/18.
- Foro Nuclear (2018). Disponible en: <https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/121636-que-es-la-electricidad> consultado el 13/09/2018
- Importancia de la energía eléctrica (2018). Disponible en:
<https://www.importancia.org/energia-electrica.php> Consultado el 11/09/2018
- Instituto Nacional de Electrificación (INDE) Avances en la Interconexión Eléctrica México-Guatemala (2018). Disponible en:
http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=648&Itemid=101 Consultado el 03/03/2018
- Interconexión eléctrica con México se vuelve prioritaria: Guatemala (2019).
Disponible en: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Interconexion-electrica-con-Mexico-se-vuelve-prioritaria-Guatemala-20120527-0031.html>
Consultado el 18/01/2019.
- Ley de la conservación de la energía (2018) Disponible en:

https://www.ecured.cu/Ley_de_conservaci%C3%B3n_de_la_energ%C3%A1Da consultado el 13/09/2018

Ley de la conservación de la energía (2018) Disponible en:

https://www.ecured.cu/Ley_de_conservaci%C3%B3n_de_la_energ%C3%A1Da consultado el 22/02/2018

Martínez, I. (2003) *México, Desarrollo y fortalecimiento del sector estratégico de energía eléctrica*. MA Porrúa.

Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla (2019). Disponible en:

<https://www.gob.mx/sre/acciones-y-programas/mecanismo-de-dialogo-y-concertacion-de-tuxtla-mecanismo-de-tuxtla> consultado el 06/08/2019

Mecanismos de diálogo y cooperación bilateral (2019). Disponible en:

<https://embamex.sre.gob.mx/guatemala/index.php/relacion-mexico-guatemala> consultado el 06/08/2019

Ministerio de Energía y Minas (2018). Disponible en: <http://www.mem.gob.gt>
Consultado el 17/02/2018

Morales, A. (2001) *La industria eléctrica del futuro en México: Soluciones a un problema no planteado*. Senado de la República, LVIII Legislatura.

Proyecto de Integración y Desarrollo Mesoamérica (2019). Disponible en:

http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=172 consultado el 18/01/2019

Ramos, R. *Energía Undimotriz* (2011). Disponible en: <http://ecomedioambiente.com/energias-renovables/energia-undimotriz/> consultado el 20/05/19.

Recio M., J. *La energía* (2012) Disponible en: http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/index.html Consultado el 01/01/2019.

Relación Bilateral (2019). Disponible en: <https://embamex.sre.gob.mx/guatemala/index.php/relacion-mexico-guatemala> consultado el 06/08/2019.

Sector Electricidad (2018). Disponible en: <http://www.sectorelectricidad.com/12443/introduccion-a-las-lineas-de-transmision-de-energia-electrica/>
Consultado el 13/09/2018.

Secretaría de Energía (2018). Disponible en: <https://www.gob.mx/sener>
Consultado el /09/2018.

Sistema Eléctrico Nacional en México (2019). Disponible en: <https://sustainableearth.com/2018/02/23/sistema-electrico-nacional-en-mexico/>
Consultado el 06/08/2019.

Secretaría de Relaciones Exteriores (2019). Disponible en: <https://www.gob.mx/sre/acciones-y-programas/mecanismo-de-dialogo-y-concertacion-de-tuxtla-mecanismo-de-tuxtla> Consultado el 06/08/2019

Sistema de Interconexión Eléctrica de los países de América Central (SIEPAC) (2019) http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=171 consultado el 03/03/2018.

Sistema Interconectado Nacional (2019). Disponible en: <http://msep.blogspot.es/tags/mapa/> Consultado el 06/08/2019.

Velasco, T. *Análisis de oscilaciones en el sistema interconectado México-Centroamérica fuera de línea* (2014) Disponible en:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7100/AN%C3%81LISIS%20DE%20OSCILACIONES%20EN%20EL%20SISTEMA%20INTERCONECTADO%20M%C3%89XICO-CENTROAM%C3%89RICA%20FUERA%20DE%20L%C3%8DNEA.pdf?sequence=1> Consultado el 18/01/2019

ANEXOS

Anexo 1

Entrevista realizada a Ing. Elviramaría Castellanos Contreras

Guatemala, julio 2019

ENTREVISTA

“Exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala”

El objetivo de la entrevista es conocer el punto de vista actual y prospectiva del sector de energía eléctrica a nivel país como a nivel regional, específicamente entre México con Guatemala. Las opiniones de expertos que laboren y estudien la industria ampliará la perspectiva previamente documentada en el trabajo de investigación.

Los comentarios podrían ser utilizados y citados debidamente para el estudio de Tesis “Exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala” con autorización previa de los entrevistados.

Entrevistador

Lic. Mireya Carolina Murga González

Estudiante de maestría Universidad Nacional Autónoma de México

Maestría en Administración en Negocios Internacionales

Tutor de tesis: Dra. Laura Estela Fischer De La Vega

https://es.wikipedia.org/wiki/Laura_Estela_Fischer_de_la_Vega

Entrevistado

Nombre: ELVIRAMARÍA CASTELLANOS

Cargo: Participante del mercado guatemalteco

Empresa: confidencial

¿Autoriza el uso de la información de esta entrevista?

SI NO

1. ¿Qué actividad ejerce en el sector energético?

Somos participantes del mercado eléctrico guatemalteco y dentro de las actividades se realizan exportaciones al MER y México.

2. Me podría brindar su opinión sobre la importancia de la energía de importación/exportación en relación a la energía eléctrica local de cada país.

- La energía eléctrica de importación/exportación es importante para crear una diversificación de matriz, y así mismo permite introducir al país que recibe un mejor precio de energía en relación a la local, una mayor oportunidad de compra o de transacciones, y al que entrega poder vender su energía a un precio razonable que permita tener los ingresos deseados.
- Considero que también brinda una mayor estabilidad a los sistemas y ante cualquier contingencia puede suplir la demanda que se tiene en el país.

3. ¿Qué fuente de energía eléctrica considera Ud. que tiene mayor peso en el sector industrial?

Considero que en la actualidad tiene un mayor peso las energías renovables, específicamente la solar, esto permite a la industria reducir costos en cierto periodo del día. Pero es necesario de igual manera una energía base que puede ser por medio de carbón o gas natural.

4. ¿Considera rentables las energías renovables en el sector industrial?

Si No

¿Por qué?

La tecnología actualmente en cuanto a las energías renovables se ha vuelto muy eficiente y ha permitido reducir bastante los costos de inversión y generar una buena tasa de retorno que permite instalar este tipo de energías renovables como lo es la solar.

5. ¿Cómo visualiza la prospectiva de energías renovables en la región?

En la actualidad, las energías renovables están ganando terreno, con los avances y las mejoras de eficiencia que han presentado, son proyectos rentables que permiten no solo contribuir con el medio ambiente, si no a obtener una energía a bajo costo. En la región se ha estado expandiendo la energía solar y eólica, el enfoque de las políticas energéticas de cada país van enfocados a poder diversificar cada vez más la matriz energética y tratar de volverla más renovable.

6. ¿Considera importante la integración de los países para la consolidación de un mercado regional de energía eléctrica?

Si, lo considero importante, ya que es un mercado actualmente activo y que brinda oportunidades de negocio.

7. ¿Tiene conocimiento sobre el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central SIEPAC?

Si__x_ No__

Si su respuesta es afirmativa, podría darme su opinión sobre este proyecto.

- La línea SIEPAC es un proyecto que buscaba incorporar a varios países de Centroamérica para poder realizar de esta manera o integrar de cierta manera un mercado eléctrico regional robusto y permitiese la libre competencia entre países y de cierta manera a mi criterio poder apoyarse ante cualquier contingencia.

Si su respuesta es negativa, pasar a COMENTARIOS.

8. ¿Cómo visualiza la prospectiva del intercambio de energía eléctrica entre México y Guatemala?

Es una buena oportunidad de negocio, pero se deben realizar muchas mejoras, se debe resolver temas con el EOR respecto al MER, para que el funcionamiento sea correcto y no interrumpible. Respecto a Guatemala como

exportador es una gran oportunidad de ampliación de portafolio de ventas de energía eléctrica, y podemos verlo como la oportunidad de crecimiento del mercado guatemalteco.

9. ¿Considera importante que México se una al SIEPAC?

Si___ No_x__

10. ¿Considera que los precios podrían disminuir o establecerse al fortalecer la Interconexión México-Guatemala con el SIEPAC?

No necesariamente, dependiendo de qué punto se vea, pero realmente esto no se ve solamente por la interconexión, si no realmente la competencia que se tiene entre el parque generador y la capacidad que se tiene para poder transportar la energía. Lo que considero que puede llegar a disminuir es la congestión de la línea que actualmente existe entre México y Guatemala, y posiblemente disminuiría las aperturas de línea que provocan en su momento una exportación de 0MW. Adicional considero que puede provocar una disminución en los costos de transmisión.

11. ¿Qué beneficios podría brindar a México su unión con el SIEPAC?

Posiblemente mayor exportación a un costo competitivo, mayor oportunidad de negocio.

12. ¿Qué beneficios podría brindar a Centro América la unión de México al SIEPAC?

Posiblemente una mayor estabilidad en el mercado Regional, mayor competencia.

13. COMENTARIOS

Si desea brindar comentarios sobre el tema

Para poder brindar un comentario sobre beneficios de la unión de México al SIEPAC, considero que se debe plantear bajo que perspectiva como operador de mercado, es decir, si se quiere el punto de vista desde un generador, comercializador o gran usuario. Considero que esto les afecta de distinta manera a cada uno de ellos, algunos a favor o en contra.

Anexo 2

Entrevista realizada al Ing. Pablo Cesar Aníbal Saravia Solares

ENTREVISTA

“Exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala”

El objetivo de la entrevista es conocer el punto de vista actual y prospectiva del sector de energía eléctrica a nivel país como a nivel regional, específicamente entre México con Guatemala. Las opiniones de expertos que laboren y estudien la industria ampliará la perspectiva previamente documentada en el trabajo de investigación.

Los comentarios podrían ser utilizados y citados debidamente para el estudio de Tesis “Exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala” con autorización previa de los entrevistados.

Entrevistador

Lic. Mireya Carolina Murga González

Estudiante de maestría Universidad Nacional Autónoma de México

Maestría en Administración en Negocios Internacionales

Tutor de tesis: Dra. Laura Estela Fischer De La Vega

https://es.wikipedia.org/wiki/Laura_Estela_Fischer_de_la_Vega

Entrevistado

Nombre: Pablo Cesar Aníbal Saravia Solares

Cargo: Jefe Departamento de Planificación

Empresa: Ex trabajador Instituto Nacional de Electrificación INDE

¿Autoriza el uso de la información de esta entrevista?

SI NO

1. ¿Qué actividad ejerce en el sector energético?

Ex trabajador del INDE como Jefe de Departamento Planificación Operativa y Jefe de la División de Gestión de la Calidad

- 2. Me podría brindar su opinión sobre la importancia de la energía de importación/exportación en relación a la energía eléctrica local de cada país.**

Toda la industria a nivel mundial gira entorno de la energía eléctrica, se ha vuelto una necesidad básica para realizar todas nuestras actividades.

- 3. ¿Qué fuente de energía eléctrica considera Ud. que tiene mayor peso en el sector industrial?**

La energía renovable

- 4. ¿Considera rentables las energías renovables en el sector industrial?**

Si No

¿Por qué? Son una fuente inagotable ya que se renuevan de forma permanente, lo que permite a la industria tener disponibilidad de energía y potencia durante cualquier momento del año.

- 5. ¿Cómo visualiza la prospectiva de energías renovables en la región?**

Complicada, debido a: Conflictividad social, malos diseños operativos, mala planificación estratégica, corrupción.

- 6. ¿Considera importante la integración de los países para la consolidación de un mercado regional de energía eléctrica?**

Si, Totalmente.

- 7. ¿Tiene conocimiento sobre el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central SIEPAC?**

Si No

Si su respuesta es afirmativa, podría darme su opinión sobre este proyecto.

Si su respuesta es negativa, pasar a COMENTARIOS.

Un proyecto muy bueno, pero como muchas debilidades en ciertos puntos, lo que no permite su funcionamiento de forma adecuada.

8. ¿Cómo visualiza la prospectiva del intercambio de energía eléctrica entre México y Guatemala?

Interesante, con beneficios para ambos países, para Guatemala el costo beneficio es bueno.

9. ¿Considera importante que México se una al SIEPAC?

Si No

Si su respuesta es afirmativa, podría brindarme su opinión al respecto.

Es importante debido al potencial energético de México, pero deben realizarse las adecuaciones técnicas para que funcione de forma correcta.

10. ¿Considera que los precios podrían disminuir o establecerse al fortalecer la Interconexión México-Guatemala con el SIEPAC?

Si totalmente, Guatemala sería muy beneficiada.

11. ¿Qué beneficios podría brindar a México su unión con el SIEPAC?

Si se resuelven los problemas técnicos, podría darle mayor estabilidad al sistema.

12. ¿Qué beneficios podría brindar a Centro América la unión de México al SIEPAC?

Mejores Precios

13. COMENTARIOS

N/A

Anexo 3

Entrevista realizada a Lic. Dessireé Menéndez Archila

ENTREVISTA

“Exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala”

El objetivo de la entrevista es conocer el punto de vista actual y prospectiva del sector de energía eléctrica a nivel país como a nivel regional, específicamente entre México con Guatemala. Las opiniones de expertos que laboren y estudien la industria ampliará la perspectiva previamente documentada en el trabajo de investigación.

Los comentarios podrían ser utilizados y citados debidamente para el estudio de Tesis “Exportación e importación de energía eléctrica entre México y Guatemala” con autorización previa de los entrevistados.

Entrevistador

Lic. Mireya Carolina Murga González

Estudiante de maestría Universidad Nacional Autónoma de México

Maestría en Administración en Negocios Internacionales

Tutor de tesis: Dra. Laura Estela Fischer De La Vega

https://es.wikipedia.org/wiki/Laura_Estela_Fischer_de_la_Vega

Entrevistado

Nombre: Dessireé Menéndez Archila

Cargo: Economista

Empresa: Administrador del Mercado Mayorista -Opinión personal-

¿Autoriza el uso de la información de esta entrevista?

SI NO

1. ¿Qué actividad ejerce en el sector energético?

Realizo estudios económicos respecto a los principales indicadores del mercado eléctrico guatemalteco, MER y México.

2. Me podría brindar su opinión sobre la importancia de la energía de importación/exportación en relación a la energía eléctrica local de cada país

La energía eléctrica es un medio de transformación de diversos tipos de energía primaria, por lo que permite conducir con mayor facilidad la energía primaria para el consumo final.

3. ¿Qué fuente de energía eléctrica considera Ud. que tiene mayor peso en el sector industrial?

Los combustibles fósiles tienen el mayor peso actualmente, ya que son el principal recurso para generación eléctrica a nivel mundial y es una fuente de energía eléctrica estable en términos operativos.

4. ¿Considera rentables las energías renovables en el sector industrial?

Si No

¿Por qué?

Algunas tecnologías renovables ya alcanzaron la madurez suficiente para asegurar su rentabilidad, sin embargo, sus debilidades en términos de disponibilidad del recurso aún necesitan más investigación y desarrollo.

5. ¿Cómo visualiza la prospectiva de energías renovables en la región?

La región es rica en recursos renovables para generación eléctrica que no ha sido explotada en su totalidad, por lo que visualizo una prospectiva exponencial a nivel regional.

6. ¿Considera importante la integración de los países para la consolidación de un mercado regional de energía eléctrica?

Es importante la integración de los países para realizar transacciones de energía eléctrica. La consolidación de un mercado regional puede ser importante siempre y cuando las instituciones nacionales estén en armonía para su éxito y funcionamiento. Económicamente un mercado regional es importante, ya que se obtienen ventajas comparativas entre los países miembro y se gana estabilidad de precios y del suministro eléctrico para los consumidores.

7. ¿Tiene conocimiento sobre el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central SIEPAC?

Si No

Si su respuesta es afirmativa, podría darme su opinión sobre este proyecto.

Si su respuesta es negativa, pasar a COMENTARIOS.

8. ¿Cómo visualiza la prospectiva del intercambio de energía eléctrica entre México y Guatemala?

Considero que hay beneficios significativos para ambos países con el intercambio de energía eléctrica que se perfila irá en crecimiento siempre que se cuente con la capacidad de transmisión.

9. ¿Considera importante que México se una al SIEPAC?

Si No

Considero que México debe realizar un análisis costo-beneficio para tomar la decisión.

Si su respuesta es afirmativa, podría brindarme su opinión al respecto

10. ¿Considera que los precios podrían disminuir o establecerse al fortalecer la Interconexión México-Guatemala con el SIEPAC?

Los precios pueden llegar a disminuir siempre y cuando se tengan capacidad suficiente en las interconexiones, lo que conlleva un compromiso regional de largo plazo.

11. ¿Qué beneficios podría brindar a México su unión con el SIEPAC?

Mayores transacciones de energía eléctrica siempre y cuando se tenga más capacidad de transmisión en la interconexión México-Guatemala.

12. ¿Qué beneficios podría brindar a Centro América la unión de México al SIEPAC?

Mayor competencia en el mercado y estabilidad en el sistema (ya se tiene debido a que los sistemas están interconectados).

13. COMENTARIOS

Si desea brindar comentarios sobre el tema

N/A

SIGLARIO

AMEXCID Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

AMM Administrador del Mercado Mayorista.

ASEA Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente.

BANCOMEXT Banco Nacional de Comercio Exterior.

BCIE Banco Centroamericano de Integración Económica.

BID Banco Interamericano de Desarrollo.

CAF Banco de Desarrollo de América Latina.

CEL Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica de Río Lempa.

CFE Comisión Federal de Electrificación.

CNEE Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

CONUEE Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía Eléctrica.

CRE Comisión Reguladora de Energía.

CRIE Comisión Regional de Interconexión Eléctrica.

EMBAMEX Embajada de México

ENATREL Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica.

ENDESA Empresa Nacional de Electricidad Sociedad Anónima.

ENEE Empresa Nacional de Energía Eléctrica.

EOR Ente Operador Regional.

EPR Empresa Propietaria de la Red

ETESA Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima.

GW Gigavatio.

ICE Instituto Costarricense de Electricidad.

IIE Instituto de investigaciones Eléctricas.

INDE Instituto Nacional de Electrificación.

J Julio.

KW Kilovatio.

MEM Ministerio de Energía y Minas

MEM Mercado Eléctrico Mayorista.

MER Mercado Eléctrico Regional

MW Mega Vatio.

RGD Redes Generales de Distribución.

RNT Red Nacional de Transmisión.

SENER Secretaría de Energía

SI Sistema Internacional de Unidades

SICA Sistema de Integración Centroamericana

SIEPAC Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central.

SIN Sistema Interconectado Nacional.

SRE Secretaría de Relaciones Exteriores.

W Vatio.

Wh Vatio-hora.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Energía

Es la capacidad que poseen los cuerpos y sistemas para realizar un trabajo. Esta propiedad se evidencia en formas diversas que pueden transformarse e interrelacionarse. Una materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición en relación con las fuerzas que actúan sobre ella. Una de las propiedades que presenta la energía es que se transfiere.

La energía no se crea ni se destruye, simplemente se transforma; ésta es la ley de la conservación de la energía. Todas las formas de energía pueden convertirse en otras formas mediante los procesos adecuados; es decir que la energía puede tomar apariencia de corriente eléctrica, luz, calor, sonido y movimiento.

Trabajo

Es una de las formas de transmisión de energía entre los cuerpos. Para realizar un trabajo es preciso ejercer una fuerza sobre un cuerpo y que este se desplace.

El trabajo (W), de una fuerza aplicada a un cuerpo es igual al producto de la componente de la fuerza en la dirección del movimiento (F_x) por el desplazamiento (s) del cuerpo:

$$W = F_x \cdot s$$

El trabajo (W), se mide en julios (J), La fuerza se mide en newtons (N) y el desplazamiento en metros (m).

Potencia

Cantidad de energía producida o consumida por una unidad de tiempo. 4

La potencia es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo, se asocia a la velocidad de un cambio de energía dentro de un sistema, o al tiempo que demora la concreción de un trabajo. 5

Formas de Energía

La energía se manifiesta continuamente a nuestro alrededor, y se presenta en la naturaleza bajo muchas formas de energía. A la energía se le puede encontrar en las formas siguientes: La energía actual o cinética y la energía potencial.

a. Energía Cinética

Es la energía derivada del movimiento de las partículas materiales. Se divide en energía de traslación, provocada por la velocidad del cuerpo y energía de rotación, que se da en los sólidos que giran en torno a un eje

b. Energía Potencial

Es la energía poseída por los cuerpos en virtud de sus posiciones o reposo. Puede ser de naturaleza gravitara, elástica, magnética, eléctrica, química, etc.

Ley de la conservación de la energía

Constituye el primer principio de la termodinámica y afirma que la cantidad total de energía en cualquier sistema aislado (sin interacción con ningún otro sistema) permanece invariable con el tiempo, aunque dicha energía puede transformarse en otra forma de energía.

Es una de las leyes fundamentales de la física y su teoría se trata de que la energía no se crea ni se destruye, únicamente se transforma; ello implica que

la masa en ciertas condiciones se puede considerar como una forma de energía.

Resistencia

Elemento que se intercala en un circuito para modificar el paso de la corriente o para producir calor.

Electricidad

La electricidad es un conjunto de fenómenos producidos por el movimiento e interacción entre las cargas eléctricas positivas y negativas de los cuerpos físicos.

Energía eléctrica

Electroestática

Estudia la carga eléctrica cuando se encuentra en reposo.

Electrodinámica

Estudia la carga eléctrica en movimiento.

Línea de Transmisión

Una línea de transmisión eléctrica es básicamente el medio físico mediante el cual se realiza la transmisión y distribución de la energía eléctrica, está constituida por: conductores, estructuras de soporte, aisladores, accesorios de ajustes entre aisladores y estructuras de soporte, y cables de guarda

(usados en líneas de alta tensión, para protegerlas de descargas atmosféricas).

Carga eléctrica

Propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas a través de campos electromagnéticos.

Unidades de medida

Vatio

Unidad de potencia eléctrica, equivalente a un Julio por segundo o de 1,000 ergios. Su símbolo es: W.

Julio

Cantidad de calor que corresponde a la energía disipada en un segundo por la corriente eléctrica de un amperio. Su símbolo es: J.

Voltio

Unidad de fuerza electromotriz o tensión eléctrica, equivalente a la tensión o diferencia de potencia existente entre dos puntos de un conductor por el cual pasa una corriente de un amperio, cuando la potencia disipada entre los mismo es de un vatio.

Amperio

Unidad con que se mide la intensidad eléctrica, su símbolo es A.

Potencia

Es la fuerza o el conjunto de fuerzas capaces de producir un trabajo u otros efectos. Su unidad de medida es el vatio W.

Kilo

Prefijo que al ser colocado antes del nombre de una unidad lo multiplica por mil Se abrevia K.

Mega

Prefijo derivado del griego MEGAS, que significa grande, y antepuesto a una unidad, la multiplica por un millón. Se abrevia: M

Megavatio

Unidad de potencia que vale un millón de vatios. Su símbolo es: MW.

Gigavatio

Unidad de potencia que vale Mil millones de vatios. Su símbolo es: GW.