# Nuevo Módulo de Estadísticas Energéticas en Guatemala













# Nuevo Módulo de Estadísticas Energéticas en Guatemala

# PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Jimmy Morales Cabrera

## MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

#### **MINISTRO**

Luis Alfonso Chang Navarro

#### VICEMINISTRO DEL ÁREA ENERGÉTICA

Rodrigo Estuardo Fernández Ordóñez

#### UNIDAD DE PLANEACIÓN ENERGÉTICO MINERO

Director técnico Gabriel Armando Velasquez Velásquez

#### JEFE SECCION ESTADISTICAS ENERGETICAS

Armando Rubén Hernandez Chan

#### Equipo de Trabajo

Otto Rolando Ruiz Jaime Vinicio Bardales Felipe Arnoldo Robles Sical

# INTRODUCCIÓN

Le presente Módulo Energético, tiene como finalidad mostrar de una forma sintética, el comportamiento de las principales variables del sector energético, en especial del subsector eléctrico, que abarcan la generación eléctrica por tipo de fuente y consumo de combustibles utilizados para dicha generación; capacidad efectiva instalada y demanda de potencia en el Sistema Nacional Interconectado; Oferta y Consumo de energía eléctrica, importaciones y exportaciones de energía, y las tarifas de la energía eléctrica a nivel nacional y regional. Asimismo, se muestra aspectos generales de las energías renovables en la generación eléctrica, haciendo énfasis en la solar y eólica.

Como una actividad de promoción al aprovechamiento de la energía eólica, se muestran los resultados del proyecto de medición de variables eólicas que lleva a cabo la Dirección General de Energía, que comprende la instalación de torres de medición eólica, con la finalidad de brindar información básica para el desarrollo de futuros proyectos energéticos, como la generación eléctrica, el bombeo de agua, entre otros.

Tomando en cuenta el peso que tiene el uso de la leña dentro de la matriz energética, se incluye un documento con la descripción sobre la construcción y uso de una estufa ahorradora, llamada "tipo plancha metálica"; la cual por su versatilidad podría ser una solución para la disminución del uso de bosques en el país.

Se presenta también el balance energético (instrumento que resume la información relativa a la producción, transformación y consumo de energía, expresada en kilo barriles equivalentes de petróleo -kBEP- y referida a un año determinado); y el índice de cobertura eléctrica nacional, a nivel municipal, departamental y del país.

Finalmente, este Módulo incluye consejos para el ahorro de energía eléctrica en el hogar, de combustible en vehículos automotores y en el uso del gas propano en el hogar; medidas que al final de cuenta, representan reducción de gastos para las personas, y constituyen medidas para la conservación del ambiente.

Si bien la información muestra el éxito que ha tenido la Política Energética que ha propuesto el Estado, también, de alguna forma, nos presenta las oportunidades de inversión que se tiene en el sector energético.

# ÍNDICE

SUBSECTOR ELÉCTRICO EN GUATEMALA	. 7
POTENCIA EFECTIVA INSTALADA Y DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO 2011-2016	. 10
LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN GUATEMALA	. 13
ENERGÍA SOLAR EN GUATEMALA	. 18
ENERGÍA EÓLICA EN GUATEMALA	. 26
OFERTA Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2011-2016	. 35
MATRIZ DE GENERACIÓN ELÉCTRICA 2011 - 2016	. 41
CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN LA GENERACIÓN ELÉCTRICA 2010-2016	. 44
TARIFAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOCIAL Y NO SOCIAL	. 48
GENERACIÓN ELÉCTRICA DE CENTROAMÉRICA Y PANAMÁ, 2016	. 52
INFORME BALANCE ENERGÉTICO 2016	. 59
PROYECTO DE MEDICIÓN EÓLICA EN GUATEMALA	. 79
ÍNDICE DE COBERTURA ELÉCTRICA 2016	. 164
ESTUFA AHORRADORA DE PLANCHA METÁLICA	. 181
PROYECTOS HIDROELECTRICOS	
ESTADÍSTICAS DEL SUBSECTOR ELÉCTRICO	. 245
AHORRO DE ENERGÍA	261



Subsector Eléctrico en Guatemala

# SUBSECTOR ELÉCTRICO EN GUATEMALA

En Guatemala, el sector energético lo conforman los subsectores eléctrico e hidrocarburos, cuya rectoría le corresponde al Ministerio de Energía y Minas -MEM-.

En lo que respecta al subsector eléctrico, dicha rectoría está contemplada en la Ley General de Electricidad y su reglamento; que expresa que el MEM es el responsable de la formulación y coordinación de las políticas, elaboración de planes de Estado y programas indicativos del subsector; así como de la aplicación de la Ley para dar cumplimiento a sus obligaciones.

A través del subsector eléctrico, se cumple con el suministro de energía eléctrica en condiciones óptimas de seguridad, calidad y precio, el cual está sustentado en lo siguiente:

## POLÍTICA ENERGÉTICA

Dentro de la Política Energética se encuentra la base fundamental del desarrollo del subsector eléctrico, que define los objetivos que deberán considerarse en la realización de toda acción institucional, regulatoria o evolutiva del mercado y sistema eléctrico; ya sea ésta pública o privada, con la finalidad de fortalecerlo.

#### MARCO INSTITUCIONAL

El marco institucional del subsector eléctrico está conformado por tres entidades que están descritas en la Ley General de Electricidad, siendo éstas: El Ministerio de Energía y Minas -MEM- (ente rector); La Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE- (ente regulador) y el Administrador del Mercado Mayorista -AMM- (ente operador del sistema y del mercado eléctrico).

#### **MARCO REGULATORIO**

El marco regulatorio que rige al subsector eléctrico está conformado por la Ley General de Electricidad y su Reglamento; el Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista; el Acuerdo Número AG-

# MARCO INSTITUCIONAL SUBSECTOR ELÉCTRICO MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS Administrador del Mercado Mayorista Generadores Distribuidores Grandes Usuarios

110-2002; el Acuerdo Gubernativo No. 244-2003; la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable y su Reglamento; otros acuerdos ministeriales publicados por el MEM; las normas y resoluciones emitidas por la CNEE y el AMM; y la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto Número 68-86.

#### MERCADO ELÉCTRICO

En este mercado se realizan las transacciones comerciales (compra y venta de potencia y energía eléctrica) del subsector eléctrico.

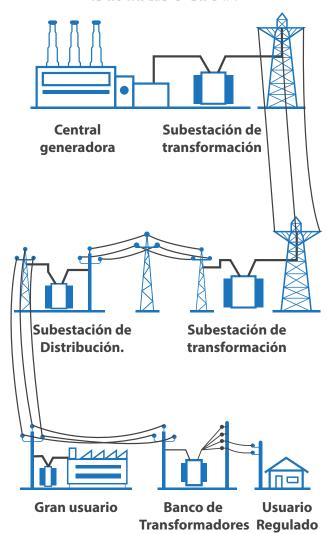
Su importancia radica en que determina cuantitativamente la dimensión del sistema eléctrico.

En la Ley General de Electricidad, se establece que el mercado de energía está constituido por los mercados regulado y mayorista (mercado libre), el cual a su vez, está integrado por Agentes y Grandes Usuarios.

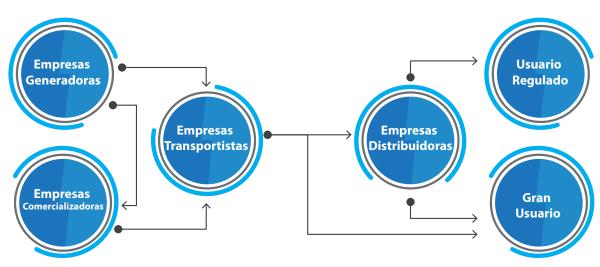
## SISTEMA ELÉCTRICO

Este sistema está conformado por la infraestructura física que permite cumplir, tanto cualitativa como cuantitativamente con el suministro de energía eléctrica. Este a su vez se divide en los sistemas de Generación (que representa la oferta de energía eléctrica); Transporte (conformada por líneas de transmisión y subestaciones de potencia, que son el medio de transferencia de la energía eléctrica desde los sitios de producción a los de consumo); y Distribución (conformada por las líneas y subestaciones, que representa la demanda o consumo de energía eléctrica).

## SISTEMA ELÉCTRICO GENERACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN



# MERCADO ELÉCTRICO





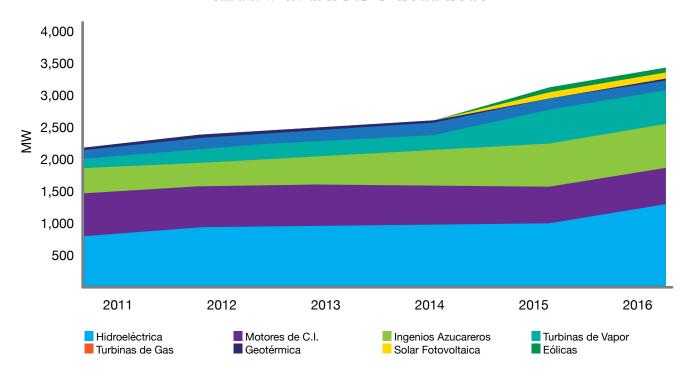
POTENCIA EFECTIVA INSTALADA Y DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO 2011-2016

# POTENCIA EFECTIVA INSTALADA EN EL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO

En el siguiente cuadro se muestra la potencia efectiva instalada en MW en el Sistema Nacional Interconectado –S.N.I.– en MW por tipo de tecnología, para el periodo comprendido del 2011 al 2016.

POTENCIA EFECTIVA INSTALADA EN EL S.N.I. EN MW (2011-2016)							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Hidroeléctricas	838.10	944.84	954.51	963.62	1,039.45	1,306.09	
Motores de C. I.	660.33	670.79	683.02	609.92	564.93	572.11	
Ingenios Azucareros	357.45	330.49	408.10	570.39	646.62	700.97	
Turbinas de Vapor	153.45	229.32	266.92	265.40	532.75	530.97	
Turbinas de Gas	153.06	178.52	178.46	177.79	160.60	137.77	
Geotérmica	31.70	31.70	33.95	33.95	33.56	33.56	
Solar Fotovoltaica				5.00	85.00	85.00	
Eólicas					75.90	75.90	
Total	2,194.08	2,385.65	2,524.96	2,626.07	3,138.81	3,442.37	

# POTENCIA EFECTIVA INSTALADA EN EL S.N.I., en MW PERÍODO 2011-2016



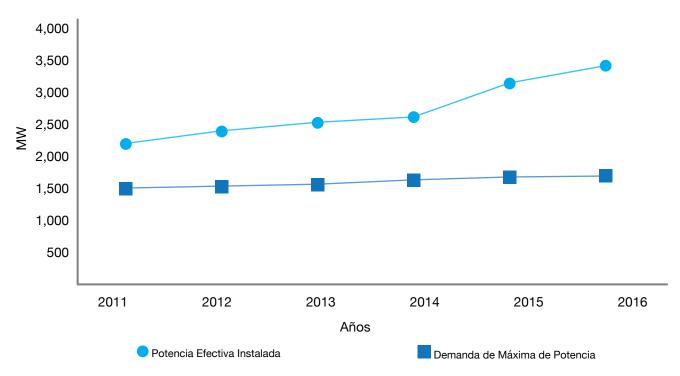
## DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA EN EL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO

En el siguiente cuadro se muestra la demanda máxima de potencia en MW en el Sistema Nacional Interconectado –S.N.I.– en MW, para el periodo comprendido del 2011 al 2016.

DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA EN EL S.N.I. EN MW (2011-2016)							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Demanda Máxima de Potencia	1,491.16	1,532.97	1,563.57	1,635.90	1,672.05	1,701.58	

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de la demanda máxima de potencia y de la potencia efectiva instalada en MW en el Sistema Nacional Interconectado, para el periodo del 2011 al 2016.

# DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA vrs POTENCIA EFECTIVA INSTALADA EN EL S.N.I. (2011-2016)



Fuente: Elaboración propia con información del AMM.



LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN GUATEMALA

# GENERACIÓN ELÉCTRICA EN GUATEMALA CON RECURSOS RENOVABLES DE ENERGÍA

Con la finalidad de fortalecer las condiciones que el país necesita para ser más competitivo, eficiente y sostenible en el aprovechamiento de los recursos naturales con que cuenta; se actualizó la Política Energética para el periodo 2013-2027, mediante el Acuerdo Gubernativo Número 80-2013, de fecha 15 de febrero de 2013.

La Política Energética 2013-2027, en uno de sus objetivos operativos promueve la diversificación de la matriz de generación eléctrica mediante la priorización de fuentes renovables, con lo que se pretende, en el largo plazo, alcanzar un 80% de la generación de energía eléctrica a partir de estos recursos.

El aprovechamiento de las energías renovables tienen la ventaja que mantiene un precio de la energía eléctrica más competitivo y estable a largo plazo, debido a que se disminuye la dependencia de los combustibles fósiles.

Otro de los objetivos operativos de la política está la de ampliar los sistemas de generación y transmisión de energía eléctrica.

#### Puntos de Interés

- Guatemala se encuentra en una posición estratégica.
- Existen recursos de energía renovable que aún no han sido aprovechados.
- Existen incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable.
- Existe un mercado para la venta de energía eléctrica producida por micros y pequeñas centrales generadoras de energía renovable.
- El proceso actual apunta hacia un desarrollo sostenible.



Torre de medición eólica Aldea El Rodeo, San Marcos, San Marcos

#### Recursos Renovables de Energía en Guatemala, un mercado atractivo.

Guatemala es un país que cuenta con una considerable cantidad de recursos renovables de energía, los cuales a la fecha han sido poco aprovechados.

La afirmación anterior, se deriva del hecho que existiendo un potencial de 6,000 MW de energía hidroeléctrica y 1,000 MW de geotermia, se aprovecha solamente el 22.1% de la primera y un 3.4% de la segunda.

Para el desarrollo de proyectos de energía solar, el país cuenta con un recurso importante, el cual tiene un valor anual promedio de radiación solar global de 5.3 kWh/m²/día.

En lo que respecta al recurso eólico, Guatemala tiene sitios con potencial para el desarrollo de proyectos de generación. Este Ministerio dispone de mapas de velocidad de viento (m/s) y de densidad de potencia (W/m²), así como, de mediciónes realizadas en el proyecto de evaluación de este recurso.

# RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES

Los recursos energéticos renovables se definen como aquellos recursos que tienen como característica común que no se terminan, o que se renuevan por naturaleza. Dentro de estos de estos recursos se tienen las energías hidráulica, geotérmica, eólica, solar (térmica y fotovoltaica) y la biomásica (leña, carbón vegetal, bagazo de caña de azúcar, biocombustibles y residuos urbanos, forestales, agrícolas y estiércol).

## ENERGÍA HIDRÁULICA

La energía hidráulica es el aprovechamiento de la energía potencial que tiene una corriente de agua por diferencia de alturas, que debido a la gravedad hace que fluya de un terreno más alto a uno más bajo; y de esta forma esa energía se transforma en mecánica por medio de una turbina, que conectado a un generador produce energía eléctrica. Las instalaciones para aprovechar este potencial hídrico se denomina central hidroeléctrica.

La potencia y energía disponible en un rio está en función directa de la diferencias de altura y del caudal que se utilice.

Al mes de junio de 2017, se tiene una potencia efectiva instalada de 1,324.6 MW en centrales hidroeléctricas conectadas al Sistema Nacional Interconectado –S.N.I.-.

La historia de la generación de energía eléctrica en Guatemala da inicio en 1884, cuando se instaló la primera hidroeléctrica en la finca El Zapote al norte de la ciudad capital, con capacidad de encender 135 lámparas.





# ENERGÍA SOLAR

Es aquella energía que proviene del aprovechamiento directo de la radiación del sol, y de la cual se obtiene:

- Calor y
- Electricidad.

El calor se capta por medio de colectores térmicos, y la electricidad a través de paneles fotovoltaicos.

Debido a su posición geográfica, Guatemala presenta valores significativos de radiación solar durante casi todo el año, lo cual convierte al país en idóneo para el aprovechamiento de esta forma de energía.

Al mes de junio de 2017, existen siete centrales solares fotovoltaicas de generación eléctrica conectadas al Sistema Nacional Interconectado, con una potencia instalada efectiva de 90.0 MW. Una de estas centrales se localiza en Estanzuela, Zacapa; dos en Chiquimulilla, Santa Rosa; dos en Taxisco, Santa Rosa; y dos en Moyuta, Jutiapa.

## ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica se considera una forma indirecta de la energía solar, puesto que al producirse un calentamiento desigual de las masas de aire por el sol, las diferentes temperaturas del aire crean zonas con distintas presiones atmosféricas, como consecuencia de esta desigualdad se produce el movimiento de las masas de aire, desde las zonas de alta presión a las zonas de baja presión, con lo que se da origen a los vientos. Asociado al movimiento de una masa hay una energía cinética, que depende de su masa y su velocidad que puede transformarse en energía útil, para la generación de energía eléctrica, bombeo de agua, etc.

Al mes de junio de 2017, se tienen instalados dos parques de generación eólica conectados al Sistema Nacional Interconectado, con una potencia efectiva instalada de 75.0 MW. Uno de ellos se localiza en el municipio de Villa Canales, Guatemala y el otro en San Vicente Pacaya, Escuintla.





# ENERGÍA BIOMÁSICA

Por biomasa se entiende como la materia orgánica de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. La energía de la biomasa corresponde entonces a toda aquella energía que puede obtenerse de ella, ya sea a través de su quema directa o mediante su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible.

Un ejemplo del uso de la biomasa es en la industria azucarera a través de la cogeneración, que se define como la producción de dos o más formas de energía a partir de una sola fuente; una de ellas siempre será calor y la otra podrá ser electricidad o energía mecánica. Los ingenios azucareros producen calor para el proceso de producción de azúcar y energía eléctrica a partir del bagazo de caña.

# ENERGÍA GEOTÉRMICA

Es aquella energía que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor del interior de la tierra y que puede ser utilizada para la producción de energía eléctrica y otros usos.

La energía geotérmica consiste en reservorios de roca porosa y permeable, en la cual por circulación de vapor o agua caliente se desarrolla un sistema de convección.

El agua subterránea se filtra a profundidades de varios kilómetros donde es calentada directa o indirectamente por el magma, expandiéndose y ascendiendo a la superficie a temperatura elevada o en forma de vapor, manifestándose como géiseres o fuentes termales. Este tipo de recurso se encuentra cerca de lugares donde se detecta actividad volcánica o movimiento de placas tectónicas.

En Guatemala existen dos centrales de generación geotérmica que se encuentran conectadas al Sistema Nacional Interconectado, que suman una potencia efectiva instalada de 33.6 MW. Una de estas centrales se localiza en el municipio de Zunil, departamento de Quetzaltenango y la otra, en el municipio de San Vicente Pacaya, departamento de Escuintla.

Existen otros aprovechamientos de este recurso en baños termales, balnearios y centros recreativos, en los departamentos de Quetzaltenango, Chiquimula, Santa Rosa, El Progreso, Jalapa, Totonicapán y Quiché.



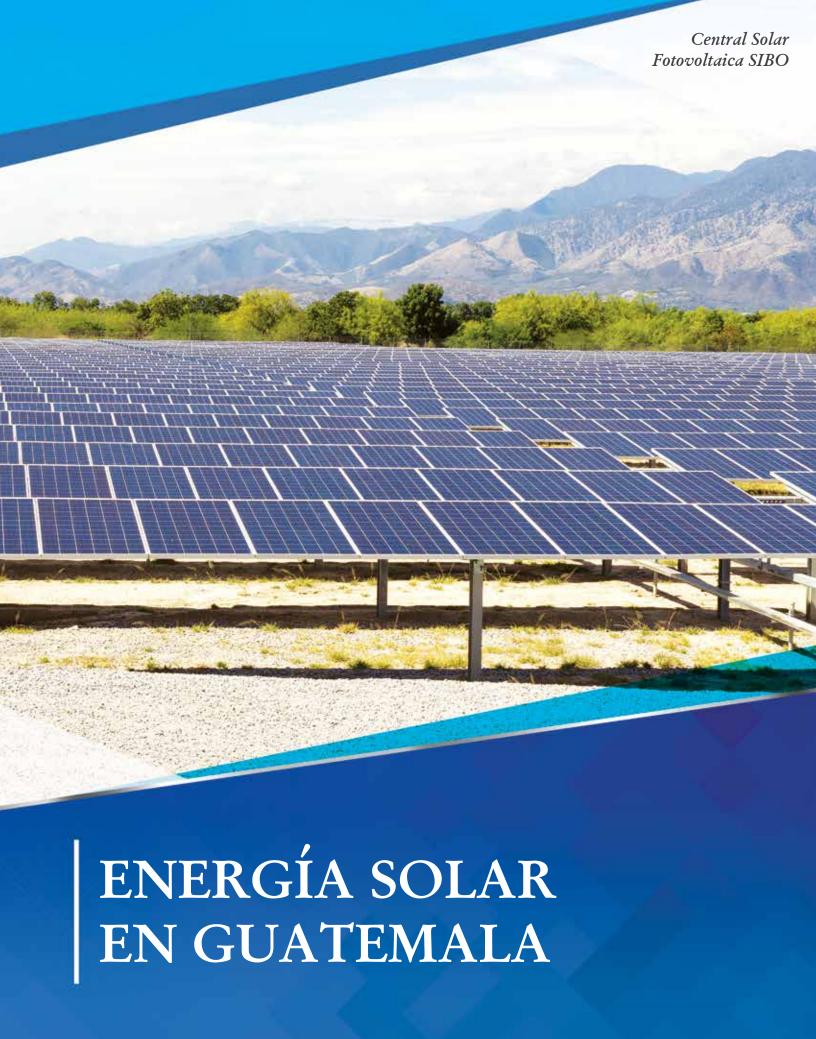


Ortitlán

Planta Geotérmica Zunil I

# VENTAJAS DEL USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

POR SUS CONSECUENCIAS	<b>No producen emisiones de CO<sub>2</sub> y otros</b> gases contaminantes a la atmósfera.
POR SU PRODUCCIÓN	Las energías renovables <b>no generan residuos</b> de difícil tratamiento.
POR SU USO	Las energías renovables son inagotables.
POR SU EXISTENCIA	Las energías renovables son autóctonas.
POR SUS EFECTOS ECONÓMICOS	Las energías renovables disminuyen la dependencia del exterior.



# ENERGÍA SOLAR EN GUATEMALA

## Puntos de Interés:

- Guatemala se encuentra en una posición estratégica.
- El valor anual promedio de radiación solar global para todo el país, es de 5.3 kWh/m2/día.
- Existen incentivos para el desarrollo de proyectos de generación solar.
- Existe una normativa que favorece el desarrollo de pequeños proyectos de energía renovable.
- El proceso apunta hacia un desarrollo sostenible



Planta Fotovoltaica de 50 MW (HORUS I)

# EL SOL COMO FUENTE DE ENERGÍA

El sol la estrella más próxima a la tierra, es el lugar donde ocurren conversiones de tipo fusión nuclear, en la que los átomos de hidrógeno se fusionan para dar origen a átomos de helio. Pequeñas cantidades de masa resultan convertidas en energía radiante, cuyo fenómeno se lleva a cabo en condiciones de elevadísima temperatura y gran presión.

La energía generada por este proceso, atraviesa las diferentes capas que integran el globo solar, llegando a su superficie, en donde tiene una temperatura entre 5,500 y 6,000 grados centígrados. De allí es emitida al espacio en forma de ondas electromagnéticas de diversa naturaleza. La energía se va dispersando conforme se aleja del sol y llega a la tierra con aproximadamente 2 billonésimas de aquella gran cantidad de energía emitida originalmente.

La energía viaja en formas de ondas radiantes, también conocidas como "ondas electromagnéticas", que se caracterizan por poseer diferentes longitudes. Cada una de ellas se asocia a un determinado poder penetrante y portación de energía, y entre más corta sea la onda más energía aporta y un mayor poder penetrante posee. El sol emite una gama diversa de estas diferentes ondas, las cuales se clasifican de acuerdo a su longitud.

La cantidad de energía que arriba a la atmósfera exterior de la tierra, después de haberse ido diluyendo en el espacio que separa el sol del planeta, se ha llegado a estimar en un valor conocido como Constante Solar, la cual expresa el promedio anual, en posición perpendicular a los rayos del sol, de la energía recibida por unidad de tiempo y de área. La variación que se tendría si la medimos en diferentes épocas del año o en posición polar o bien ecuatorial es mínima y no afecta gravemente los cálculos, ya que hay otros factores que pesan mucho más que esas ligeras variaciones de tipo astronómico o terrestre. El valor de dicha constante es 1353 W/m².

La energía solar es un recurso renovable que llega todos los días a la superficie de la tierra, y se mide en cada lugar como la cantidad diaria de energía que llega a cada metro cuadrado de superficie horizontal, expresándose habitualmente en kWh/m²/día.

La radiación solar que llega a un lugar dado tiene dos orígenes:

- Una parte proviene directamente del sol después de que los rayos solares han sido absorbidos parcialmente en la atmósfera.
- La otra proviene de toda la atmósfera y es el resultado de la dispersión de los rayos solares por los gases y partículas que forman parte de la misma.

El primer tipo de radiación recibe el nombre de "directa" y el segundo de "difusa". El porcentaje de cada una dependerá de las condiciones del lugar.

La mejor calidad energética la tienen los rayos solares directos, aunque en nuestros países en algunas

regiones o épocas del año predomina la radiación difusa. Podemos decir que para colectores térmicos se aprovecha tanto la luz directa como la difusa, para fotosíntesis ambas y para la conversión fotovoltaica, la directa.

La energía solar es un recurso de magnitud considerable, es decir que es una de las pocas fuentes energéticas renovables con capacidad suficiente para abastecer una fracción importante de las necesidades futuras a nivel mundial.

La disponibilidad de radiación solar en un lugar depende de varios factores:

- Latitud del lugar
- Época del año
- Altura del lugar
- Condiciones meteorológicas.

Guatemala es un país con un gran potencial solar, gracias a su posicionamiento geográfico, el valor promedio de radiación solar global para todo el país de 5.3 kWh/m² al día, valores que son más altos que el de los países que cuentan con programas exitosos de aprovechamiento de la energía solar.

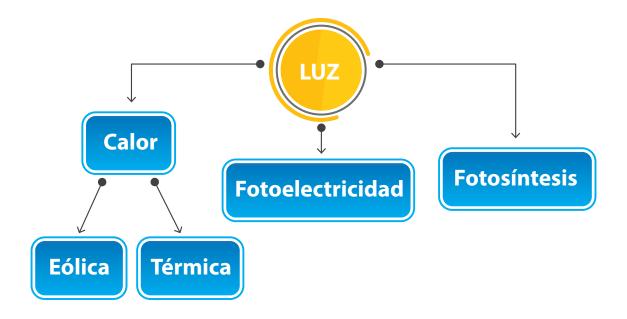
## ¿Cómo puede aprovecharse este recurso?

El ser humano puede aprovechar este recurso de cuatro formas, de las cuales tres son de manera directa y una indirecta.

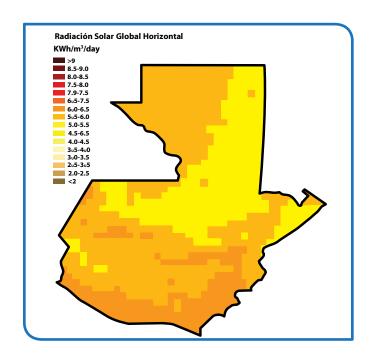
- La primera, puede convertirse la energía aportada por el sol en energía química, fenómeno conocido como fotosíntesis, que es la base de la agricultura y la vida en general.
- La segunda, es la conversión de tipo luminotérmico, o sea transformar la luz en calor y con ello calentar algún medio líquido o gaseoso, inclusive sólidos.
- La tercera, es transformar la luz en electricidad.

Finalmente se puede utilizar la energía solar indirectamente, por medio del aprovechamiento de los vientos y de las diferencias de temperatura en las masas oceánicas.

La energía solar constituye una fuente prácticamente inagotable a escala humana, disponible en el lugar de uso; con lo cual se disminuye significativamente la necesidad de líneas de distribución eléctrica, especialmente en zonas de baja densidad demográfica. Este aspecto cobra una importancia especial a nivel rural, en donde las grandes distancias y la escaza población hacen rentable el uso de estas fuentes energéticas.



# MAPA EÓLICO Y SOLAR



Con la ayuda técnica y financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) se desarrolló el proyecto Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA), con el propósito de minimizar las barreras causadas por la falta de información y de promover la utilización de la energía eólica y solar, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Mapas de velocidad (m/s) y densidad de potencia del viento (W/m2) referidos a una altura de 50 metros, de los países de Centroamérica y Cuba.
- Mapas de radiación solar global anual y directa normal, en KWh/m2/día, de Centroamérica y Cuba.
- Herramienta geoespacial que permite identificar el potencial eólico y solar de Guatemala; así como, obtener información geográfica y de infraestructura, entre otras.

#### Herramienta geoespacial (Toolkit)

Esta herramienta fue desarrollada como parte del proyecto Solar and Wind Energy Resource Assessment -SWERA-, entre sus características se encuentran:

- Permite identificar el potencial eólico y solar de Guatemala.
- Se logra obtener un análisis básico para la selección óptima de sitios para el aprovechamiento de los recursos solar y eólico.
- Identifica los lugares con los valores promedios anuales de velocidad de viento más altos, que podrían ser candidatos para el desarrollo de proyectos de energía eléctrica, bombeo de agua, etc. Así como, los sitios para el desarrollo de proyectos solares (fototérmicos y fotovoltaicos).
- Además, de obtener información de los recursos eólico y solar, se pueden conseguir otros datos tales como elevaciones, límites municipales, áreas protegidas, líneas de transmisión, aeropuertos, carreteras, poblados, etc.
- Es simple de usar.



# CENTRALES DE GENERACIÓN SOLAR EN GUATEMALA



#### 1. CENTRALES SOLARES EN OPERACIÓN

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 primera 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 1.0 MW, se localiza en el municipio de Moyuta, departamento de Jutiapa y empezó a operar el 15 de marzo de 2017.

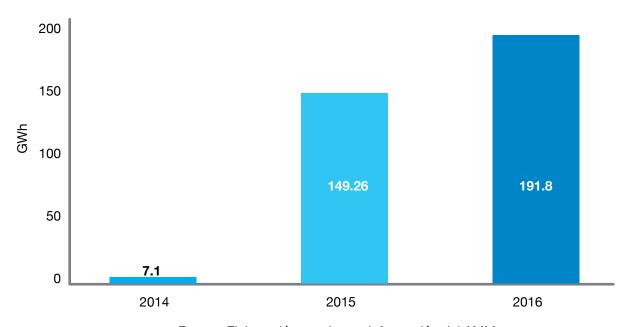
#### • Granja Solar Pedro Buena Vista

La entidad Tuncaj, Sociedad Anónima, instaló una central de generación con una con capacidad instalada de 1.5 MW, se localiza en el municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa y empezó a operar el 30 de agosto de 2017.

# 2. GENERACIÓN ELÉCTRICA DE LAS CENTRALES SOLARES EN OPERACIÓN DEL 2014 AL 2016

La generación eléctrica a partir de centrales solares fotovoltaicos en el Sistema Nacional Interconectado, desde que empezó la operación de la primera planta en el año 2014 a diciembre de 2016 fue de 348.16 GWh, como se presenta a continuación:

## Generación Solar Fotovoltaica en GWh Sistema Nacional Inteconectado, 2014-2016

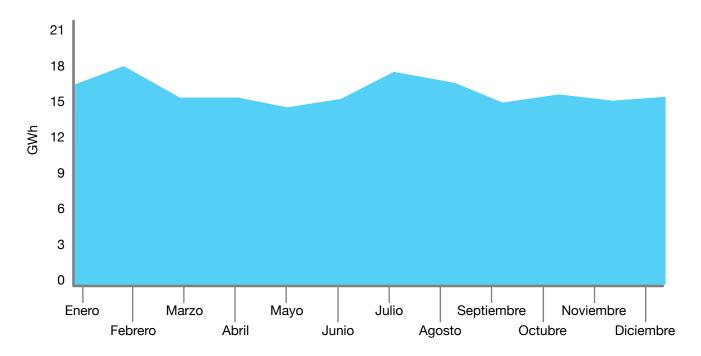


Fuente: Elaboración propia con información del AMM

El aporte que ha tenido esta tecnología en relación a las otras dentro matriz de generación eléctrica para el año 2016 fue de un 1.76%.

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de la generación solar fotovoltaica durante el año 2016, de las centrales que están conectadas al Sistema Nacional Interconectado, en el que se observa una regularidad en la producción de energía eléctrica en dicho período.

## Generación Solar Fotovoltaica en GWh Sistema Nacional Interconectado, 2016



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

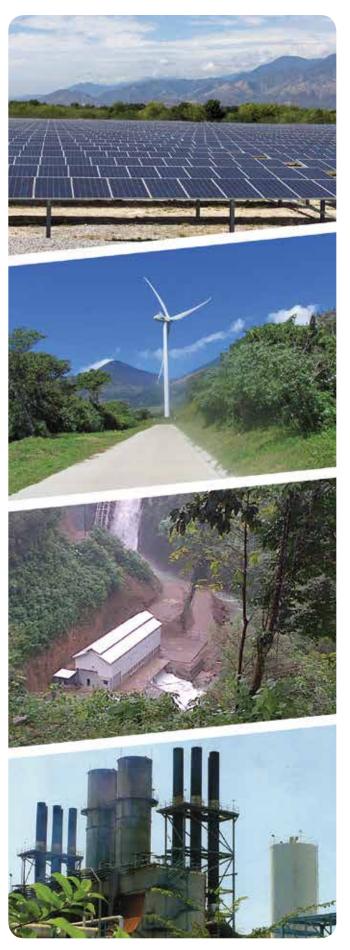
#### 3. PROYECTOS FUTUROS

Los proyectos de generación solar fotovoltaica que se desarrollarán y que estarán conectados al Sistema Nacional Interconectado suman dos, y en su conjunto tendrán una potencia de 4.2 MW.

Entidad	Proyecto	Ubicación	Potencia
Medax Energy, S.A.	Medax Solar FV 2.0 MW	Taxisco, Santa Rosa	1.7 MW
Empresa Generadora de Energía Limpia, S.A.	Solaris I 2.5 MW	Jutiapa, Jutiapa	2.5 MW

Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica

Depto. Energías Renovables, Dirección General de Energía.



# 4. INCENTIVOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE.

El Ministerio de Energía y Minas, en seguimiento a los lineamientos de la Política Energética 2013-2027 y tomando en consideración la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, Decreto Número 52-2003; está promoviendo la inversión en el sector energético nacional, con el uso de los recursos renovables de energía, con lo cual se pretende diversificar la matriz de generación de energía eléctrica, generar estabilidad en los precios de la electricidad y contribuir con los objetivos ambientales del país.

La Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, contenida en el Decreto No 52-2003, tiene por objeto promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. Estos incentivos se refieren a:

- Exención de derechos arancelarios para las importaciones, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado -IVA-, cargas y derechos consulares sobre la importación de maquinaria y equipo, utilizados exclusivamente para la generación de energía en el área donde se ubiquen los proyectos de energía renovable, para los periodos de preinversión y de construcción, durante un periodo que no excederá de diez años.
- Exención del Impuesto sobre la Renta -ISR-, por 10 años. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva a partir de la fecha en que el proyecto inicia la operación comercial.

Para aprovechar los incentivos anteriores, el interesado deberá dirigir su solicitud al Ministerio de Energía y Minas y presentarla en la Dirección General de Energía, ubicada en la 24 calle 21-12 zona 12, Ciudad de Guatemala.



ENERGÍA EÓLICA EN GUATEMALA

# ENERGÍA EÓLICA EN GUATEMALA

#### Puntos de Interés:

- Guatemala se encuentra en una posición estratégica.
- Se tienen datos de la medición del potencial eólico de distintos lugares del país.
- Existen incentivos para el desarrollo de proyectos de generación eólica.
- Existe un mercado para la venta de energía para micro y pequeñas centrales generadoras de energía.
- El proceso apunta hacia un desarrollo sostenible.



#### EL VIENTO COMO FUENTE DE ENERGÍA

El viento es el resultado del movimiento de masas de aire en la atmósfera que es causado principalmente por la radiación solar, la cual es absorbida y reflejada en forma distinta por las diferentes capas de la atmósfera y por la variedad de tipos de superficies existentes sobre la tierra. De este modo, la atmósfera se calienta en forma desigual, originado la circulación por convección.

Este hecho se manifiesta a nivel del planeta, con un mayor calentamiento del aire en las zonas tropicales que lo hacen ascender y su lugar es ocupado por aire más frío proveniente de los polos. Esta acción se combina con la rotación de la tierra y la fuerza de la gravedad contribuyendo a la formación de los vientos.

La energía eólica tiene su origen en lo solar, específicamente en el calentamiento diferencial de masas de aire que produce el sol, ya sea por cambios en la latitud (vientos globales) y el terreno (mar-tierra o vientos locales). Las diferencias de radiación entre distintos puntos de la tierra generan diversas áreas térmicas y los desequilibrios de temperatura provocan cambios de densidad en las masas de aire que se traducen en variaciones de presión. Como consecuencia de esta desigualdad de presiones se producen movimiento de las masas de aire, desde las zonas de alta presión a las zonas de baja presión; y asociado al movimiento de una masa hay energía, denominada energía cinética, que depende de su masa y su velocidad.

De los sistemas de vientos globales, uno de los más importantes es el de los Alisios, los cuales tienen su origen en el mayor calentamiento de la región ecuatorial. En general, este sistema es activo entre las latitudes 30 grados norte y 30 grados sur, por lo que es de gran relevancia para la región Centroamericana.

La dirección del viento está determinada por efectos topográficos y por la rotación de la tierra, situación que hace importante el conocimiento de las direcciones dominantes para la instalación de aerogeneradores para producir energía eléctrica proveniente de este recurso.

La energía eólica consiste en el aprovechamiento que realiza el hombre de este tipo de recurso. Esta energía ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover barcos impulsados por velas o hacer funcionar molinos de grano.

En la actualidad se emplea sobre todo para generar energía limpia y segura, por medio de aerogeneradores que cuentan con un sistema mecánico de rotación, provisto de aspas que a través de un generador producen energía eléctrica.

Los aerogeneradores tienen diferentes tamaños y pueden satisfacer demandas de pequeña potencia, o agruparse y formar granjas eólicas conectadas al sistema eléctrico nacional.

#### EL VIENTO EN GUATEMALA

Guatemala se encuentra afectada por el patrón de los vientos alisios, los cuales se desplazan con una componente del Norte (puede ser NNE, NE, NNO) durante los meses de octubre a febrero, debido a un sistema de alta presión que se ubica por esta época en la parte central de los Estados Unidos de norteamericana y su prolongación a través del Golfo de México y la Península de Yucatán (en la República Mexicana). Estas corrientes de aire ingresan desde el territorio del Golfo de México por el departamento de Izabal y se encañonan entre las Sierras del Merendón y Las Minas, de esta forma estos vientos se aceleran y logran velocidades un poco más altas en el oriente del país, luego pasan a la zona central y se dirigen a la parte noroeste del país disminuyendo considerablemente su velocidad, cubriendo el área que está comprendida entre la Sierra de los Cuchumatanes y el Pie del Monte de la Costa Sur.

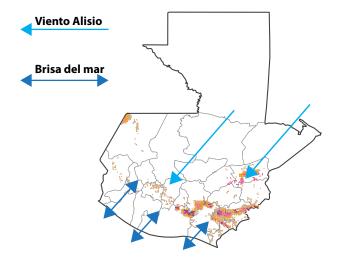
Durante los meses de marzo a junio, el viento mantiene una componente Sur por la presencia de sistemas de baja presión, ubicados a lo largo del Océano Pacífico que son responsables de gobernar la circulación o flujo del viento. Cuando estos sistemas de presión son los suficientemente grandes, hacen que el viento logre rebasar los macizos montañosos del Pie de Monte y de la Sierra de los Cuchumatanes, llegando hasta los departamentos de Alta Verapaz, Huehuetenango y El Quiché.

En los restantes meses de julio a septiembre, el viento conserva una componente Norte, debido a la presencia del anticición semipermanente del Atlántico que mantiene un flujo a través del departamento de Izabal, excepto en situaciones donde aparecen los huracanes o tormentas tropicales que hacen que el flujo cambie completamente, pero ello, de forma transitoria.

La Dirección General de Energía, a través del proyecto de medición eólica en Guatemala cuenta con información que puede ser usada para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica, bombeo de agua, entre otros.

Por otro lado, entidades privadas han participado en la medición de este recurso, con el objeto de identificar el potencial eólico para el desarrollo de proyectos con fines energéticos. Los sitios en los que se ha medido se encuentran localizados en Jutiapa (Comapa y El Progreso); Guatemala (Villa Canales y en Amatitlán); Escuintla (San Vicente Pacaya), y Sacatepéquez (Alotenango).

Finalmente, el desarrollo de proyectos de generación eléctrica a partir del recurso eólico en Guatemala, es un complemento a la producción proveniente de las centrales hidroeléctricas, ya que en la época de verano, cuando estas centrales presentan sus niveles más bajos de producción, la eólica tiene sus niveles más altos. Es común que el aumento de la velocidad de los vientos coincida con una disminución de las precipitaciones.



# MAPA EÓLICO Y SOLAR

Con la ayuda técnica y financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) se desarrolló el proyecto Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA), con el propósito de minimizar las barreras causadas por la falta de información y de promover la utilización de la energía eólica y solar, con el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

 Mapas de velocidad (m/s) y densidad de potencia del viento (W/m²) referidos a una altura de 50 metros, de los países de Centroamérica y Cuba.

- Mapas de radiación Solar Global Anual y Directa Normal, en KWh/m²/día, de Centroamérica y Cuba.
- Herramienta geoespacial que permite identificar el potencial eólico y solar de Guatemala; así como, obtener información geográfica y de infraestructura, entre otras.

# HERRAMIENTA GEOESPACIAL (TOOLKIT)

Esta herramienta fue desarrollada como parte del proyecto Solar and Wind Energy Resource Assessment -SWERA-, entre sus características se encuentran:

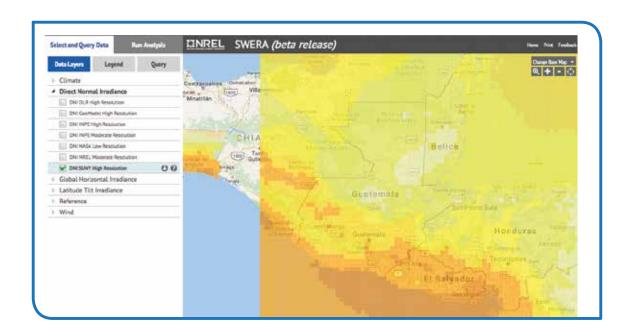
- Permite identificar el potencial eólico y solar de Guatemala.
- Permite hacer un análisis básico para la selección óptima de sitios para el aprovechamiento de los recursos solar y eólico.
- Identifica los lugares con los valores promedios anuales de velocidad de viento más altos, que podrían ser candidatos para el desarrollo de proyectos de energía eléctrica, bombeo de agua, etc. Así como, los sitios para el desarrollo de proyectos solares (fototérmicos y fotovoltaicos).
- Además, de obtener información de los recursos eólico y solar, se pueden conseguir otros datos tales como elevaciones, límites municipales, áreas protegidas, líneas de transmisión, aeropuertos,



Bombeo de Agua, kilómetro 151.5 Aldea El Tempisque, Gualán, Zacapa.

carreteras, poblados, etc.

- Es simple de usar.
- Sitio Web: http://swera.unep.net.



## PROYECTO DE MEDICIÓN EÓLICA EN GUATMALA

Uno de los objetivos de la política energética del Gobierno, consiste en promover el desarrollo sostenible a partir de los recursos renovables del país. Dentro de este contexto, la Dirección General de Energía promueve la localización y evaluación de estos recursos que se puedan emplear para la generación de energía eléctrica.

Para ello, se están se están ejecutando acciones para promover el uso de la energía proveniente del viento, a través del proyecto de medición eólica en Guatemala, el cual genera información para el desarrollo de proyectos energéticos en el futuro, como la generación eléctrica, el bombeo de agua, entre otros.

# DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto consiste en la medición del recurso eólico en un sitio seleccionado, por un periodo de dos años; mediante la instalación de una torre que cuenta con equipos que miden la velocidad y dirección del viento, radiación solar, presión y la temperatura.

#### **OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

- Conocer el potencial eólico en el país.
- Contar con una base de datos, relacionadas principalmente con la velocidad y la dirección del viento. Información que se encuentra disponible en la Dirección General de Energía, sin costo alguno, para los interesados en desarrollar proyectos energéticos.
- Promover la utilización de los recursos renovables de energía, en especial del recurso eólico, como una opción energética limpia.
- Disminuir la dependencia de los combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica; a efecto de reducir la factura petrolera.

# SITIOS CON MEDICIÓN DE VIENTO:

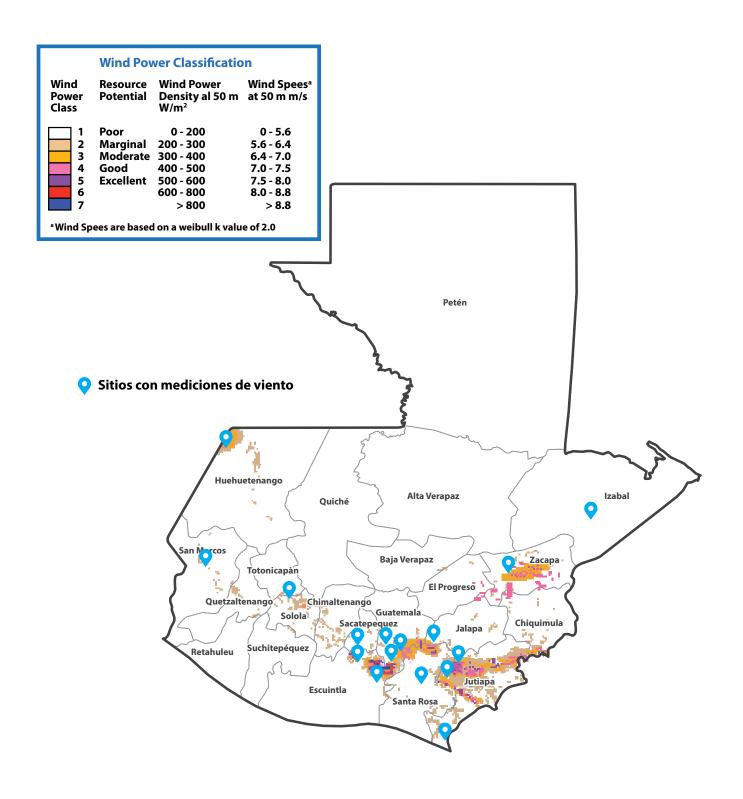
El proyecto de medición del viento empezó en el año 2006, y a la fecha se tienen resultados de los sitios localizados en Estanzuela, Zacapa; San Marcos, San Marcos; Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá; Alotenango, Sacatepéquez; Chiquimulilla, Santa

Rosa; Mataquescuintla, Jalapa; Morales, Izabal; Villa Canales, Guatemala; Nentón, Huehuetenango; Guanagazapa, Escuintla; y Moyuta, Quesada y Jutiapa, del departamento de Jutiapa, según se observa en el siguiente mapa.





# POTENCIAL EÓLICO Y LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS CON MEDICIÓN DE VIENTO



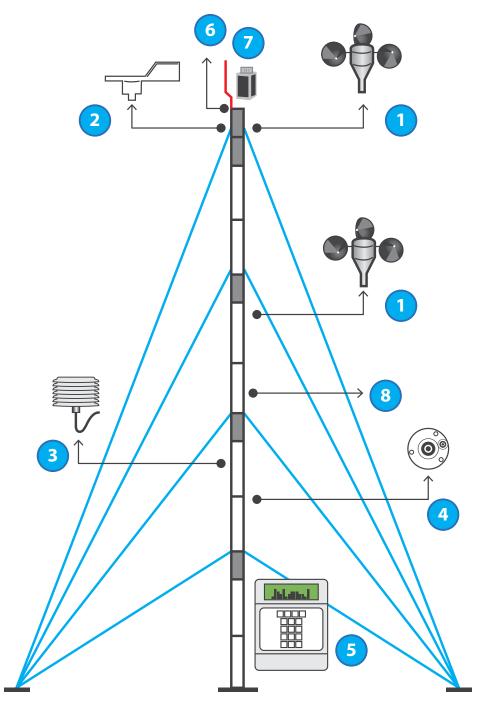
# COMPONENTES DE UNA TORRE DE MEDICIÓN EÓLICA

3.

Las torres instaladas como parte del proyecto de medición eólica, cuentan con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos, y los almacenan en un registrador de datos (data logger).

Estas torres tienen básicamente los siguientes componentes:

- 1. Medidores de velocidad -Anemómetros-.
- 2. Medidores de dirección del viento -Veletas-.
  - Un sensor de temperatura.
- 4. Sensor de radiación.
- 5. Un registrador -data logger-.
- 6. Un pararrayo y varillas de tierra.
- 7. Baliza.
- 8. Torre con sus tensores y anclas.



# PROYECTOS DE GENERACIÓN EÓLICA EN GUATEMALA

# 1. PROYECTOS EÓLICOS EN OPERACIÓN

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.

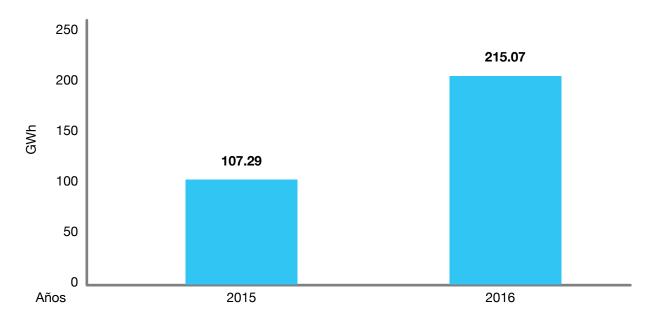
#### • Planta de Energía Eólica Viento Blanco

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.

# 2. GENERACIÓN DE LOS PARQUES EÓLICOS EN OPERACIÓN

La generación eléctrica de los parques eólicos en el Sistema Nacional Interconectado, desde que empezó la operación de la primera planta en abril de 2015, a diciembre de 2016 fue de 322.36 GWh, como se presenta a continuación:

## Generación Eólica en GWh Sistema Nacional Interconectado, 2015-2016

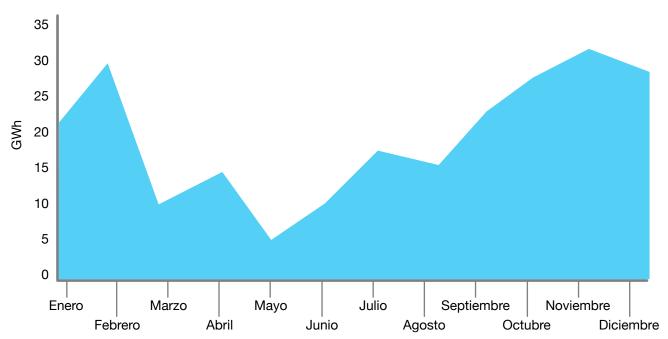


Fuente: Elaboración propia con información del AMM

El aporte que tuvo el aprovechamiento de este recurso dentro la matriz de generación eléctrica para el año 2016 fue de un 1.98%.

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de la generación eólica de las centrales que están conectadas al Sistema Nacional Interconectado, durante el año 2016; en el cual se observa la estacionalidad de la producción de energía eléctrica en dicho período.

### Generación Eólica en GWh, 2016 Sistema Nacional Interconectado



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

# 3. PROYECTOS FUTUROS DE GENERACIÓN EÓLICA

#### Proyecto Eólico Comapa

Se tiene planificado que entre en operación una planta generadora denominada "Proyecto Eólico Comapa", la cual será desarrollada por la entidad Eólica San Cristóbal, Sociedad Anónima; que tendrá 19 unidades de generación con una potencia de 3.0 MW cada una y que sumarán 57.0 MW. El proyecto se ubicará en San Cristóbal, municipio de Comapa, departamento de Jutiapa.

#### Parque Eólico Las Cumbres de Agua Blanca

La entidad transmisora de Electricidad, Sociedad Anonima,

tiene planificado construir el proyecto Eólico "Las Cumbres de Agua Blanca" que tendrá una capacidad de 31.5 MW y que se ubicará en la Aldea Lagunilla, minicipio de Agua Blanca, departamento de Jutiapa.

Se espera que cuando los dos proyectos anteriores estén en operación, en total se tenga una potencia instalada de 164.4 MW.



OFERTA Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2011-2016

# OFERTA Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE GUATEMALA

1. Potencia efectiva instalada y demanda de potencia en MW, del Sistema Nacional Interconectado -S.N.I.-, para el período comprendido del 2011 al 2016.

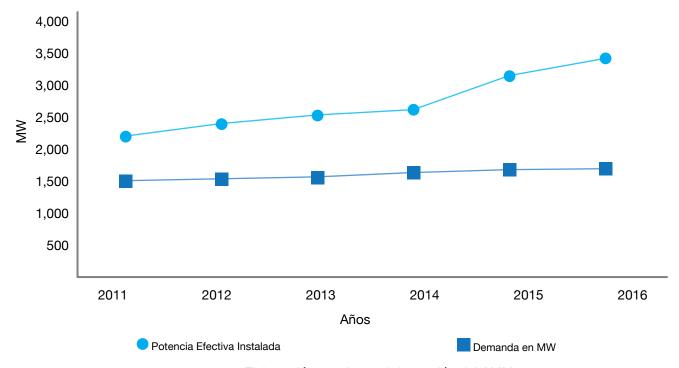
#### POTENCIA EFECTIVA INSTALADA S.N.I. en MW, 2011-2016

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Potencia en MW	2,194.08	2,385.65	2,524.96	2,626.07	3,138.81	3,442.37

# DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA S.N.I. en MW, 2011-2016

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Potencia en MW	1,491.16	1,532.97	1,563.57	1,635.90	1,672.05	1,701.58

# Potencia efectiva instalada vrs demanda máxima de potencia del S.N.I., 2011-2016



Fuente: Elaboración propia con información del AMM.

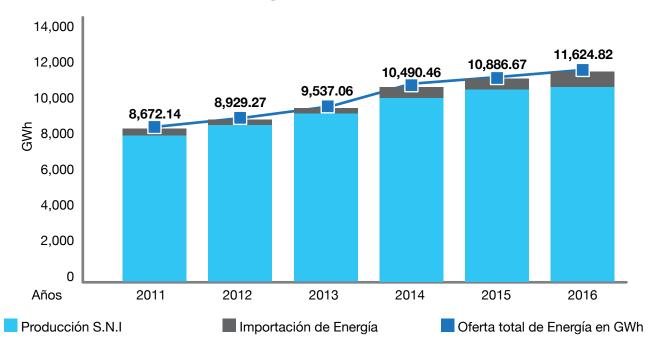
2. Oferta total de energía eléctrica en GWh, para el período comprendido del 2011 al 2016.

## OFERTA TOTAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN GWh, 2011-2016

Año	Producción de energía S.N.I.	Importación de energía	Oferta total de energía
2011	8,146.54	525.60	8,672.14
2012	8,703.47	225.80	8,929.27
2013	9,270.47	266.59	9,537.06
2014	9,782.26	708.20	10,490.46
2015	10,301.87	584.80	10,886.67
2016	10,877.91	746.92	11,624.82

Fuente: Elaboración propia con información del AMM

### Oferta total de energía eléctrica en GWh, 2011-2016



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

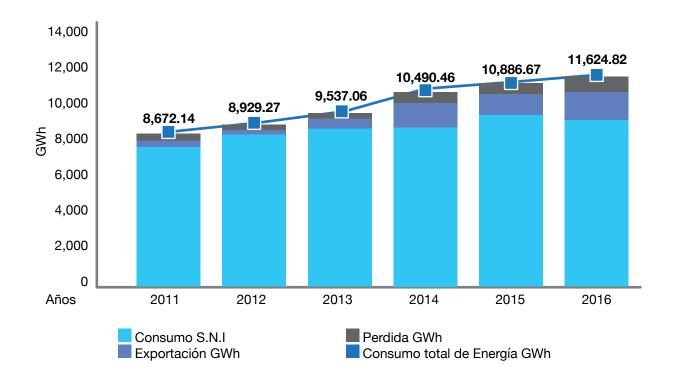
3. Consumo total de energía eléctrica en GWh, para el período comprendido del 2011 al 2016.

## CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN GWh, 2011-2016

Año	Producción de energía S.N.I.	Exportación de energía	Pérdidas de energía	Consumo total de energía
2011	8,161.02	193.39	317.73	8,672.14
2012	8,409.39	195.55	324.32	8,929.26
2013	8,634.89	587.85	314.32	9,537.06
2014	8,953.45	1,206.85	330.16	10,490.46
2015	9,466.48	1,087.21	332.98	10,886.67
2016	9,906.83	1,334.80	383.19	11,624.82

Fuente: Elaboración propia con información del AMM

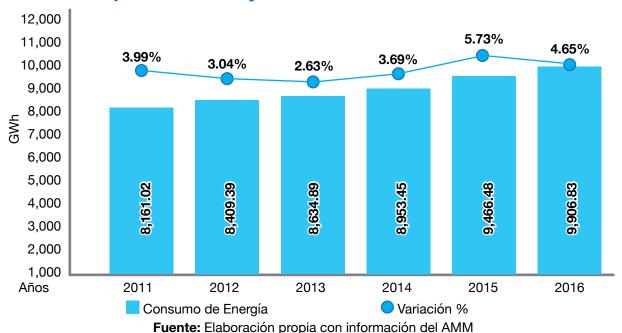
### Consumo total de energía eléctrica en GWh, 2011-2016



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

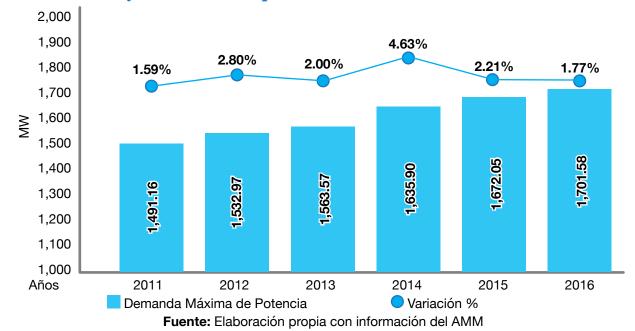
4. Consumo de energía eléctrica del Sistema Nacional Interconectado –S.N.I.–, y su variación porcentual anual, para el período comprendido del 2011 al 2016.

Consumo de energía eléctrica, en GWh y su variación porcentual anual, 2011-2016



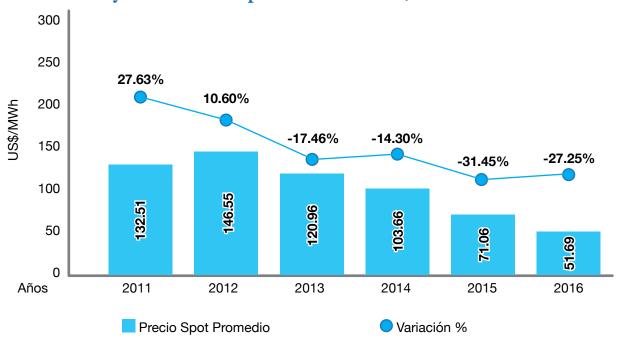
5. Demanda máxima de potencia del Sistema Nacional Interconectado –S.N.I.–, y su variación porcentual anual, para el período comprendido del 2011 al 2016.

Demanda máxima de potencia del SNI, en MW y su variación porcentual anual, 2011-2016



6. Precio spot promedio anual en US\$/MWh y su variación porcentual anual, para el período comprendido del 2011 al 2016.

Precio spot promedio, en US\$/MWh y su variación porcentual anual, 2011-2016



Fuente: Elaboración propia con información del AMM



Matriz de Generación Eléctrica 2011 - 2016

### MATRIZ DE GENERACIÓN ELÉCTRICA Sistema Nacional Interconectado -S.N.I.-

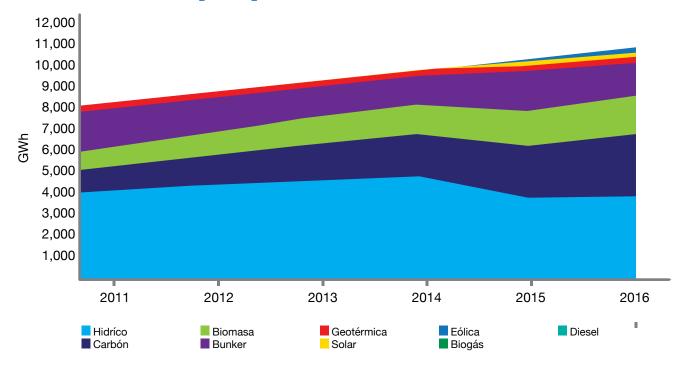
En el siguiente cuadro se muestra la generación eléctrica del Sistema Nacional Interconectado –S.N.I.- por tipo de combustible, para el periodo comprendido del 2011 al 2016.

#### Generación por tipo de combustible en GWh, 2011-2016

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Hídrico	4,094.17	4,434.83	4,630.73	4,825.15	3,851.79	3,951.29
Carbón	1,084.79	1,237.92	1,633.91	1,854.73	2,361.78	2,856.75
Biomasa	824.13	995.52	1,294.59	1,467.29	1,602.36	1,769.36
Bunker	1,876.56	1,788.32	1,497.96	1,380.22	1,971.57	1,595.57
Geotermia	237.08	245.63	212.35	246.60	251.53	289.14
Solar				7.10	149.26	191.80
Eólica					107.29	215.07
Biogás					5.15	8.62
Diesel	29.82	1.26	0.94	1.18	1.13	0.31
Total	8,146.55	8,703.48	9,270.48	9,782.27	10,301.87	10,877.91

Fuente: Elaboración propia con información del AMM

#### Generación por tipo de combustible en GWh, 2011-2016



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

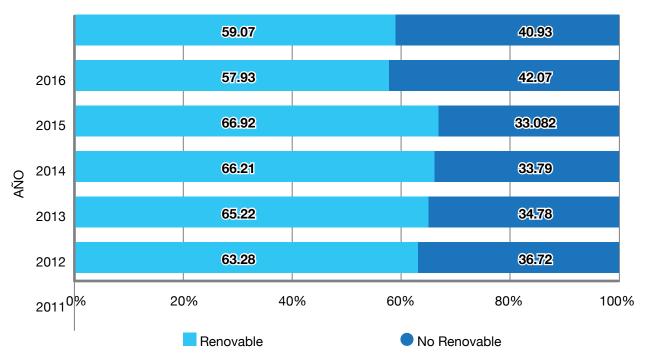
En el siguiente cuadro y gráfico se muestra la generación eléctrica por tipo de recurso expresada en porcentaje, para el periodo comprendido del 2011 al 2016.

## Generación por tipo de recurso en (%), 2011-2016

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Renovable	63.28	65.22	66.21	66.92	57.93	59.07
No Renovable	36.72	34.78	33.79	33.08	42.07	40.93

Fuente: Elaboración propia con información del AMM

#### Generación por tipo de recurso en (%), 2011-2016



Fuente: Elaboración propia con información del AMM



CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN LA GENERACIÓN ELÉCTRICA 2010-2016

# CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN LA GENERACIÓN ELÉCTRICA

En el siguiente cuadro se muestra el consumo de combustibles utilizados en la generación de energía eléctrica del Sistema Nacional Interconectado y en la autoproducción, para el periodo comprendido del 2010 al 2016.

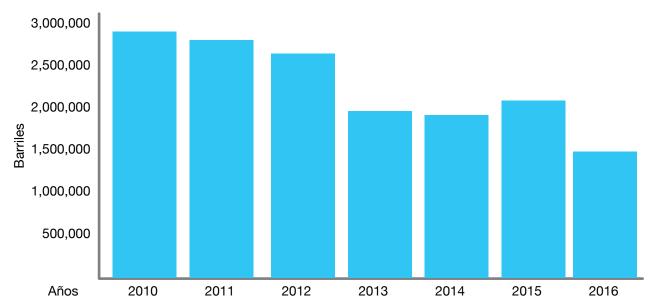
## Consumo por tipo de combustible empleado en la generación eléctrica, 2010 - 2016

Combustible	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Fuel Oil (Barriles)	2,906,339	2,818,795	2,608,191	1,967,545	1,835,581	2,076,293	1,430,154
Diesel Oil (Barriles)	11,238	56,873	26,278	16,204	11,600	23,071	13,366
Carbón Mineral (Toneladas)	491,391	493,880	657,219	990,319	1,071,012	1,535,320	1,803,291
Bagazo de Caña (Toneladas)	9,741,183	9,473,870	7,060,796	6,779,565	7,288,593	7,249,203	11,026,961
Biogás (m³)	-	-	-	936,384	5,492,169	8,733,952	8,220,692
Leña (Toneladas)	-	-	22,423	117,110	99,104	2,930	931

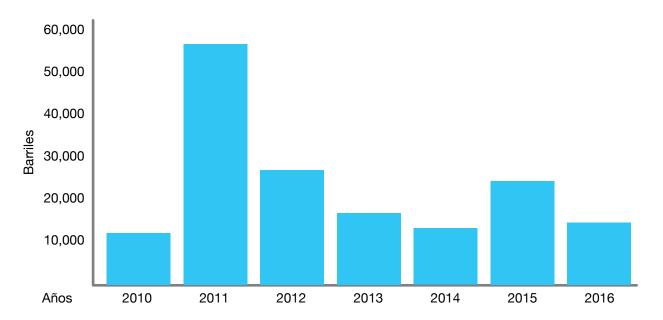
Fuente: Balances Energéticos 2010-2016, DGE

En los siguientes gráficos se muestra el comportamiento del consumo por cada uno de los combustibles utilizados en la generación de energía eléctrica del Sistema Nacional Interconectado y en la autoproducción, para el periodo del 2010 al 2016.

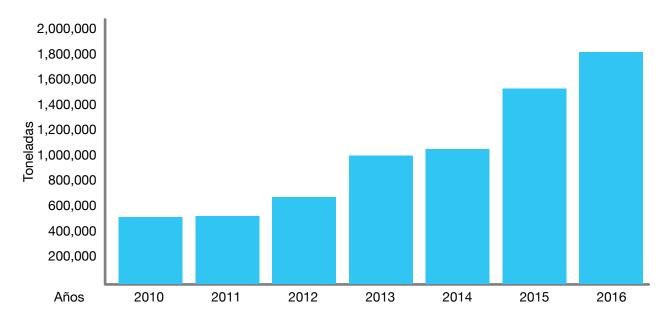
### Consumo de fuel oil para generación eléctrica 2010-2016



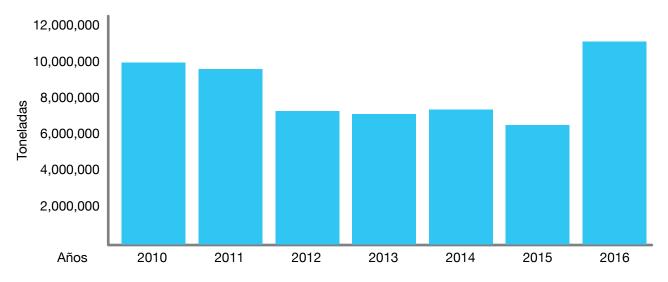
## Consumo de Diesel Oil para generación eléctrica 2010-2016



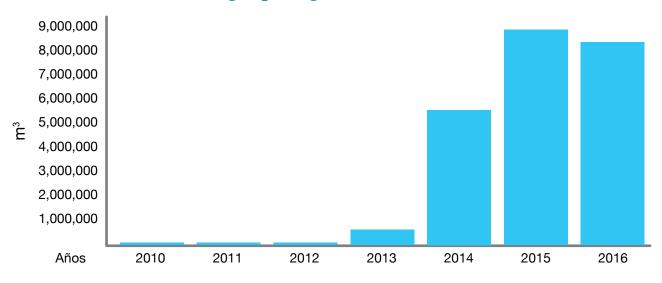
## Consumo de carbón mineral para generación eléctrica 2010-2016



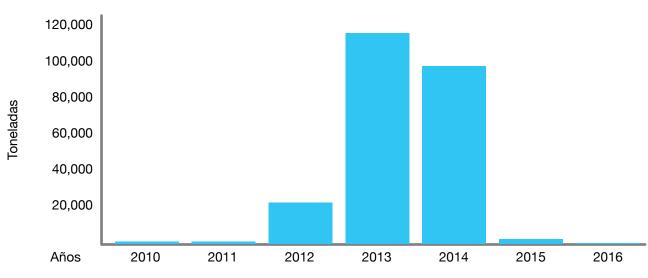
### Consumo de bagazo de caña para generación eléctrica 2010-2016



### Consumo de biogás para generación eléctrica 2010-2016



### Consumo de leña para generación eléctrica 2010-2016





TARIFAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOCIAL Y NO SOCIAL

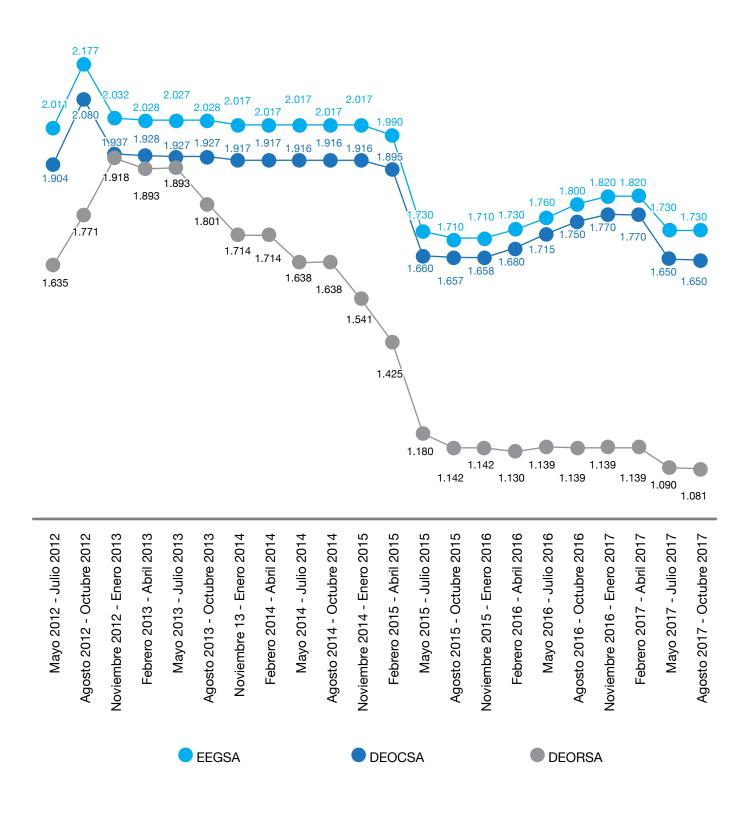
## TARIFAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOCIAL Y NO SOCIAL

A continuación se presentan las tarifas de energía eléctrica Social y No Social de las distribuidoras Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima, –EEGSA–; Distribuidora de Electricidad de Occidente, Sociedad Anónima, –DEORSA–; y de la Distribuidora de Electricidad de Oriente Sociedad Anónima, –DEORSA–; del período comprendido entre los meses de mayo 2012 a octubre de 2017, en Q/kWh.

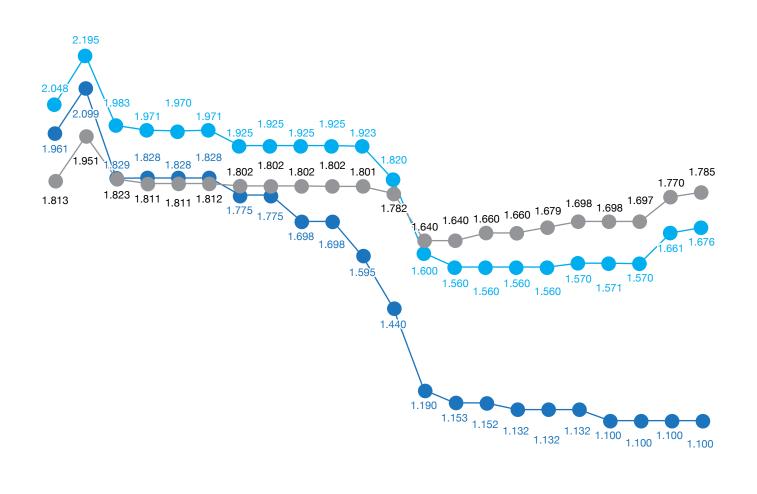
Trimestre	EEC	SSA	DEO	CSA	DEO	RSA
	Social	No social	Social	No social	Social	No social
Mayo 2012 - Julio 2012	1.635	1.961	2.011	1.813	1.904	2.048
Agosto 2012 - Octubre 2012	1.771	2.099	2.177	1.951	2.080	2.195
Noviembre 2012 - Enero 2013	1.918	1.829	2.032	1.823	1.937	1.983
Febrero 2013 - Abril 2013	1.893	1.828	2.028	1.811	1.928	1.971
Mayo 2013 - Julio 2013	1.893	1.828	2.027	1.811	1.927	1.970
Agosto 2013 - Octubre 2013	1.801	1.828	2.028	1.812	1.927	1.971
Noviembre 13 - Enero 2014	1.714	1.775	2.017	1.802	1.917	1.925
Febrero 2014 - Abril 2014	1.714	1.775	2.017	1.802	1.917	1.925
Mayo 2014 - Julio 2014	1.638	1.698	2.017	1.802	1.916	1.925
Agosto 2014 - Octubre 2014	1.638	1.698	2.017	1.802	1.916	1.925
Noviembre 2014 - Enero 2015	1.541	1.595	2.017	1.801	1.916	1.923
Febrero 2015 - Abril 2015	1.425	1.440	1.990	1.782	1.895	1.820
Mayo 2015 - Julio 2015	1.180	1.190	1.730	1.640	1.660	1.600
Agosto 2015 - Octubre 2015	1.142	1.153	1.710	1.640	1.657	1.560
Noviembre 2015 - Enero 2016	1.142	1.152	1.710	1.660	1.656	1.560
Febrero 2016 - Abril 2016	1.130	1.132	1.730	1.660	1.680	1.560
Mayo 2016 - Julio 2016	1.139	1.132	1.760	1.679	1.715	1.560
Agosto 2016 - Octubre 2016	1.139	1.132	1.800	1.698	1.750	1.570
Noviembre 2016 - Enero 2017	1.139	1.100	1.820	1.698	1.770	1.571
Febrero 2017 - Abril 2017	1.139	1.100	1.820	1.697	1.770	1.570
Mayo 2017 - Julio 2017	1.090	1.100	1.730	1.770	1.650	1.661
Agosto 2017 - Octubre 2017	1.081	1.100	1.730	1.785	1.650	1.676

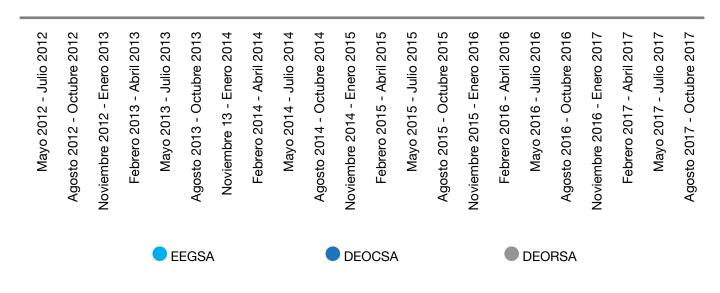
# TARIFAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA "SOCIAL" DE EEGSA, DEOCSA y DEORSA

de mayo 2012 a octubre 2017, en Q/kWh



## TARIFAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA "NO SOCIAL" DE EEGSA, DEOCSA y DEORSA de mayo 2012 a octubre 2017, en Q/kWh







GENERACIÓN ELÉCTRICA DE CENTROAMÉRICA Y PANAMÁ, 2016

## GENERACIÓN ELÉCTRICA DE CENTROAMÉRICA Y PANAMÁ, 2016

#### Contenido:

- Capacidad instalada del parque generador.
- Generación eléctrica por tipo de tecnología.
- Generación eléctrica por tipo de recurso.
- Demanda de energía eléctrica.
- Tarifas de energía eléctrica.
- Precios Promedio de la Energia.



#### Generación y Consumo de Energía de Eléctrica

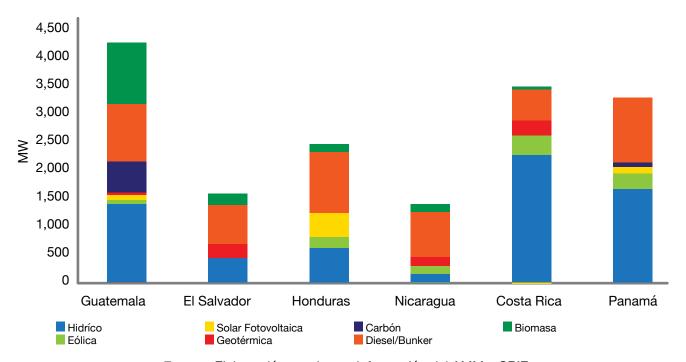
1. Capacidad instalada del parque generador de Centroamérica y Panamá por tecnología en MW, año 2016.

### Capacidad Instalada por país y por tecnología en MW, año 2016

TECNOLOGÍA	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	TOTAL
Eólica	75.9	-	175.0	186.2	319.1	270.0	1,026.2
Solar Fotovoltaica	85.0	-	409.0	-	1.0	88.5	583.5
Hidráulica	1,392.3	472.1	656.6	148.3	2,328.1	1,692.5	6,689.9
Geotérmica	49.2	204.4	-	163.3	206.9	-	623.8
Carbón	584.7	-	-	-	-	120.0	704.7
Diesel/Bunker	962.5	756.6	1,004.9	731.3	571.7	1,120.4	5,147.4
Biomasa	1,056.4	252.2	209.7	171.1	40.0	-	1,729.4
TOTAL	4,206.0	1,685.3	2,455.2	1,400.2	3,466.8	3,291.4	16,504.9

Fuente: CRIE y AMM

## Capacidad instalada por país y por tecnología en MW, año 2016



Fuente: Elaboración propia con información del AMM y CRIE

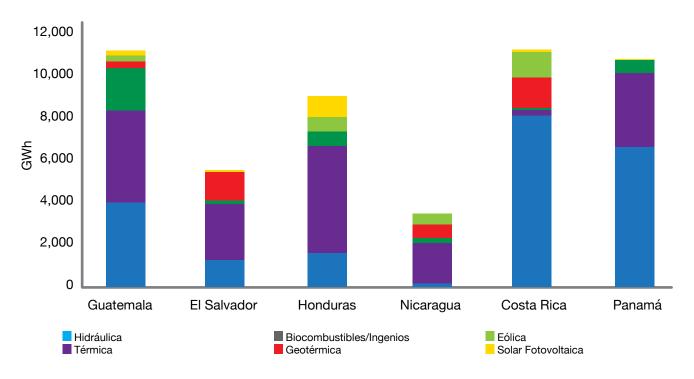
#### 2. Generación eléctrica de Centroamérica y Panamá por tecnología en GWh, año 2016.

## Generación eléctrica por país y por tecnología en GWh, año 2016

TECNOLOGÍA	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	TOTAL
Eólica	215.1	-	574.1	852.0	1,147.3	616.9	3,405.4
Solar Fotovoltaica	191.8	-	880.8	-	1.4	70.5	1,144.5
Hidráulica	3,951.3	1,257.5	2,349.5	77.3	8,025.9	6,544.0	22,205.5
Geotérmica	289.1	1,467.2	-	605.0	1,339.5	-	3,700.8
Térmica	4,452.6	2,584.9	4,404.6	1,966.9	193.0	3,501.8	17,188.9
Biocombustibles/ Ingenios	1,778.0	171.9	573.5	258.8	74.5	-	2,771.6
TOTAL	10,877.9	5,481.5	8,782.5	3,760.0	10,781.6	10,733.2	50,416.7

Fuente: CRIE y AMM

Generación eléctrica por país y por tecnología en GWh, año 2016



Fuente: Elaboración propia con información del AMM y CRIE

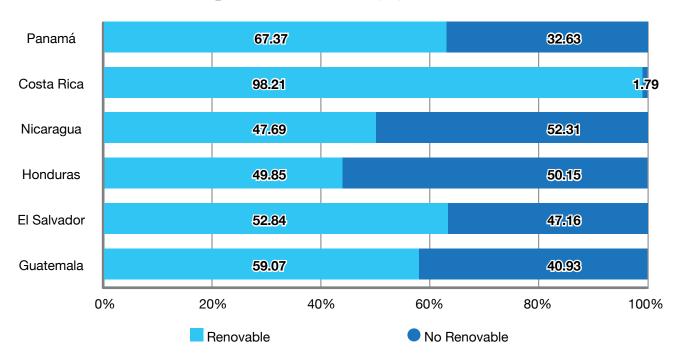
3. Matriz de generación eléctrica de Centroamérica y Panamá por tipo de recurso en (%), año 2016.

## Generación eléctrica por país y por tipo de recurso en (%), año 2016

Recurso	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	TOTAL
Renovable	59.07	52.84	49.85	47.69	98.21	67.37	66.08
No Renovable	40.93	47.16	50.15	52.31	1.79	32.63	33.92
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia, con información de la CRIE y AMM

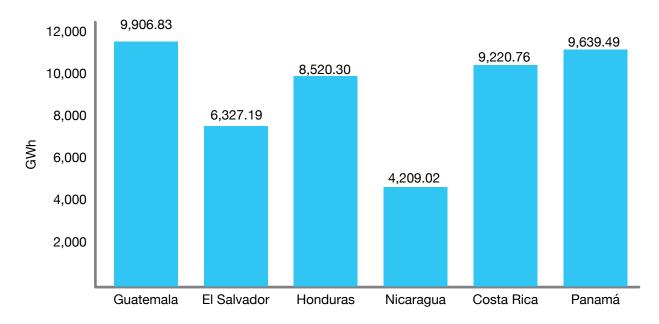
### Generación eléctrica por país y por tipo de recurso en (%), año 2016



Fuente: Elaboración propia, con información de la CRIE y AMM

#### 4. Consumo de energía de Centroamérica y Panamá en GWh, año 2016.

#### Consumo de energía de Centroamerica y Panamá en GWh, 2016



Fuente: Elaboración propia, con información de la CRIE y AMM

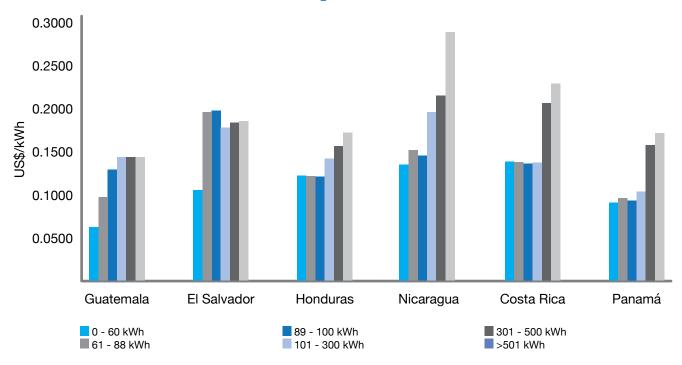
#### 5. Tarifas de Electricidad de Centroamérica y Panamá en US\$/kWh, para diciembre 2016.

Tarifas de electricidad de Centroamérica y Panamá en US\$/kWh, para diciembre 2016

Rango	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
0 - 60 kWh	0.0665	0.1082	0.1254	0.1391	0.1419	0.0934
61 - 88 kWh	0.0998	0.1991	0.1254	0.1539	0.1419	0.0994
89 - 100 kWh	0.1324	0.2010	0.1254	0.1484	0.1419	0.0972
101 - 300 kWh	0.1463	0.1816	0.1453	0.1981	0.1419	0.1068
301 - 500 kWh	0.1463	0.1876	0.1593	0.2181	0.2102	0.1604
>501 kWh	0.1463	0.1896	0.1750	0.2928	0.2330	0.1745

**Nota:** Las tarifas incluyen subsidios de acuerdo a los rangos de consumo y políticas de cada país. **Fuente:** CNEE

Tarifas de electricidad de Centroamérica y Panamá en US\$/kWh, para diciembre 2016



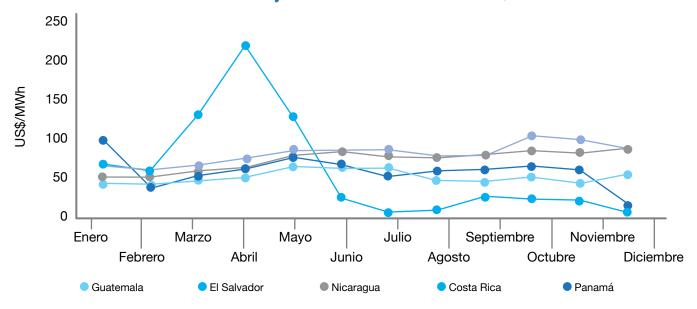
Fuente: CNEE

#### 6. Precios promedio de la energía de Centroamérica y Panamá en US\$/MWh, año 2016.

## Precios promedio de los mercados nacionales, en US\$/MWh de Centroamérica y Panamá, 2016

Mes	Guatemala	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
Enero	44.45	65.93	51.63	67.76	97.86
Febrero	42.01	62.12	52.36	58.58	38.03
Marzo	47.73	65.89	56.98	131.62	54.09
Abril	50.13	74.36	62.04	219.03	62.71
Мауо	64.63	85.57	78.36	128.43	76.30
Junio	64.37	86.36	84.19	25.67	68.13
Julio	62.48	85.61	78.71	6.43	53.29
Agosto	48.70	80.26	75.67	9.63	59.14
Septiembre	45.81	80.00	79.45	26.62	60.08
Octubre	51.49	103.39	83.88	24.24	65.63
Noviembre	44.23	98.63	83.16	21.21	60.46
Diciembre	54.29	88.54	87.54	6.15	13.72
Promedio	51.69	81.39	72.83	60.45	59.12

## Precios promedio de los mercados nacionales de Centroamérica y Panamá en US\$/MWh, año 2016



Fuente: Elaboración propia, con información de la CRIE y AMM (Información disponible)



INFORME BALANCE ENERGÉTICO 2016

#### **PRESENTACIÓN**

El balance energético es la contabilización del flujo de energía entre las diferentes etapas y actividades de la cadena energética y sus relaciones de equilibrio, por las cuales la energía se produce, se intercambia con el exterior, se transforma y se consume, etc.; todo esto calculado en una unidad común, dentro de un país dado y para un periodo determinado.

Los balances energéticos son instrumentos que permiten medir el consumo anual de energía y el consumo en los distintos sectores.

La unidad de medida utilizada en la presentación de este documento son las unidades miles de Barriles Equivalentes de Petróleo -kBEP-.

La información que se utilizó para la elaboración de este balance fue suministrada por entidades públicas y privadas, entre ellas, la Dirección General de Hidrocarburos de este Ministerio, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-, el Administrador del Mercado Mayorista -AMM-, el Instituto Nacional de Electrificación -INDE-, el Instituto Nacional de Bosques -INAB-, las generadoras y las distribuidoras de energía eléctrica; a quienes se les agradece su valioso apoyo para la realización del Balance Energético 2016.

Finalmente, se incluye las emisiones de gases de efecto invernadero –GEI- del sector energético y los resultados del cálculo de los coeficientes de emisión de gases de efecto invernadero, por la generación y consumo de energía eléctrica en el sistema eléctrico naional.

## COMPONENTES DEL BALANCE ENERGÉTICO

#### 1. Energía Primaria

Por energía primaria se refiere a las distintas fuentes de energía tal y como se obtienen de la naturaleza, en forma directa como el caso de las energías hidráulica, solar, eólica, la leña y otros combustibles vegetales, o bien las obtenidas después de un proceso de extracción como el petróleo, carbón mineral y la geoenergía, etc.

Las energías primarias que se contabilizan en Guatemala son el petróleo, el carbón mineral, la hidroenergía, la geoenergía, el biogás, la leña, el bagazo de caña, las energías solar y eólica.

En la tabla No. 1, se presenta el balance energético de las fuentes primarias de energía para el año 2016, en miles de barriles equivalentes de petróleo -kBEP-.



Tabla No.1 Balance energético de fuentes primarias de energía en kBEP, 2016

Producción				1						Primarias
	3,262.12	00.00	3,122.76	2,098.96	32.55	46,102.14	14,460.76	119.63	134.87	69,333.79
Importación	00.00	10,316.96	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	00:00	00:00	10,316.96
Exportación	2,691.68	0.00	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	00.00	00:00	2,691.68
Variación Inventario	-161.36	-1,221.34	00:00	0.00	0.00	2.42	0.00	00:00	00:00	-1,380.29
OFERTA TOTAL	409.08	9,095.62	3,122.76	2,098.96	32.55	46,104.55	14,460.76	119.63	134.87	75,578.79
Refinerias	-409.08	0.00	00:00	0.00	0.00	0.00	00.00	00.00	00:00	-409.08
Centrales Eléctricas	00.00	-9,068.01	-3,107.32	-2,098.96	-25.17	-2.42	-9,620.53	-119.63	-134.87	-24,176.91
Autoproductores	00.00	-27.61	-15.44	0.00	-7.38	0.00	-4,840.22	00.00	00.00	-4,890.66
TOTAL TRANSFORMACION	-409.08	-9,095.62	-3,122.76	-2,098.96	-32.55	-2.42	-14,460.76	-119.63	-134.87	-29,476.65
Consumo Propio	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00.00	00.00	00.00	00.0	00.00
Pérdidas	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00:00	00.00	00:00	00.00	00.00
	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00.00	00.00	00:00	00.00	00.00
Transporte	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00.00	00.00	00:00	00.0	00:00
Industria	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00.00	00.00	00:00	00.00	00.00
Residencial	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44,719.07	00.00	00.00	00.0	44,719.07
Comercio y Servicios	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,383.06	00.00	00:00	00.00	1,383.06
CONSUMO ENERGETICO	00.00	00.00	00.00	0.00	00.00	46,102.14	00.00	00.00	00.0	46,102.14
NO ENERGETICO	00.00	00.00	00:00	0.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
CONSUMO FINAL	00.00	00.00	00:00	0.00	0.00	46,102.14	0.00	0.00	00.00	46,102.14

Fuente: Balance Energético 2016

Para el año 2016, la producción de energía primaria fue de 69,333.79 kBEP, que al compararla con respecto al año 2015, tuvo un crecimiento del 13.12%, que está relacionado con el incremento en el uso de la hidroenergía, geoenergía, la leña, el bagazo de caña, y las energías solar y eólica; mientras que las otras fuentes de energía presentaron una disminución en su participación como el petróleo y biogás.

En la tabla No. 2, se muestra que la Oferta total de la energía primaria para el 2016 fue de 75,578.78 kBEP, valor superior en un 14.73% a la oferta del año anterior, lo cual se debió al aumento en la participación del carbón mineral, de la hidroenergía, geoenergía, la leña, bagazo de caña, y las energías solar y eólica.

Tabla No.2 Oferta total de energía primaria en kBEP periodo 2012-2016

ACTIVIDAD	2012	2013	2014	2015	2016
Producción	58,700.35	59,137.31	61,221.56	61,292.81	69,333.79
Importación	4,278.02	6,494.94	7,178.22	11,259.39	10,316.96
Exportación	3,247.92	3,200.68	2,957.09	3,157.02	2,691.68
Variación Inventario	-970.91	-1,137.83	-1,755.67	-3,520.39	-1,380.29
OFERTA TOTAL	58,759.53	61,293.73	63,687.02	65,874.79	75,578.79

Fuente: Elaboración propia, con información de los Balances Energéticos 2012-2016

#### 2. Energía Secundaria

Se denomina energía secundaria a los diferentes productos que provienen de los centros de transformación y cuyo destino son los diversos sectores del consumo y/o centros de transformación; entre ellos la electricidad, el gas licuado de petróleo, las gasolinas, el kerosene, el Diesel Oil, el Fuel Oil, el petCoke y los no energéticos. En la tabla No. 3, se presenta el balance energético de las energías secundarias para el año 2016, en –kBEP-.

Tabla No.3 Balance energético de las energías secundarias en kBEP, 2016

		0			0						
ACTIVIDADES	ELEC	GLP	GAS	KER	DOIL	FOIL	ORIM	COGE	NOEN	Total Derivados de Petróleo	Total Se- cundarias
Producción	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Importación	462.79	4,293.55	11,786.03	1,335.04	12,560.65	3,436.39	00.00	1,063.61	49.53	34,524.80	34,987.59
Exportación	827.04	1,268.84	904.67	729.26	481.83	37.02	00.00	0.00	110.91	3,532.53	4,359.57
Variación Inventario	00.00	-97.73	145.68	55.98	-181.49	-206.54	0.00	-50.83	65.48	-269.43	-269.43
OFERTA TOTAL	-364.25	2,926.98	11,027.04	661.76	11,897.33	3,192.83	00.00	1,012.78	4.10	30,722.84	30,358.59
Refinerias	00.00	0.00	0.00	0.00	306.27	00.00	00.00	0.00	82.35	388.63	388.63
Centrales Eléctricas	7,150.83	0.00	0.00	0.00	-13.27	-1,470.76	00:00	0.00	0.00	-1,484.03	5,666.80
Autoproductores	564.44	0.00	0.00	0.00	0.00	-57.36	00:00	00:0	0.00	-57.36	507.08
TOTAL TRANSFORMACION	7,715.28	0.00	00.0	0.00	293.00	-1,528.12	00:00	0.00	82.35	-1,152.77	6,562.51
Consumo Propio	518.41	0.00	0.00	0.00	306.27	00.00	00.00	0.00	0.00	306.27	824.68
Pérdidas	887.75	0.00	0.00	0.00	0.00	00.00	00:00	0.00	0.00	0.00	887.75
Ajuste	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00.00	00.00	0.00	0.00	0.00	00:00
Transporte	00.00	29.27	10,751.65	451.24	10,933.34	00.00	00:00	0.00	0.00	22,165.49	22,165.49
Industria	2,243.33	585.40	220.32	25.26	950.72	1,664.71	00:00	1,012.78	0.00	4,459.20	6,702.53
Residencial	2,065.10	2,253.78	0.00	176.84	0.00	00.00	00:00	0.00	0.00	2,430.62	4,495.72
Comercio y Servicios	1,636.43	58.54	55.08	8.42	0.00	00.00	00:00	0.00	0.00	122.04	1,758.47
CONSUMO ENERGETICO	7,351.03	2,926.98	11,027.04	661.76	12,190.34	1,664.71	00.0	1,012.78	0.00	29,483.62	36,834.65
NO ENERGETICO	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	00.00	00.00	0.00	86.45	86.45	86.45
CONSUMO FINAL	7,351.03	2,926.98	11,027.04	661.76	12,190.34	1,664.71	0.00	1,012.78	86.45	29,570.07	36,921.10

Según la tabla No. 4, para el año 2016, la oferta total de energía secundaria fue de 30,358.59 kBEP, que al compararla con la del año anterior, tuvo un crecimiento de un 3.75%, cuya variación se dio por el incremento en las importaciones del gas licuado de petróleo, las gasolinas, el keroseno, el Diesel Oil y el petCoke.

Tabla No.4 Oferta energía secundaria en kBEP, 2012-2016

ACTIVIDAD	2012	2013	2014	2015	2016
Importación	25,374.10	26,010.06	28,733.06	33,853.48	34,987.59
Exportación	1,034.31	1,917.79	2,349.38	3,897.59	4,359.57
Variación Inventario	-86.05	223.60	-284.54	-695.58	-269.43
OFERTA TOTAL	24,253.74	24,315.86	26,099.15	29,260.32	30,358.59

Fuente: Elaboración propia, con información de los Balances Energéticos 2012-2016

En la tabla número 5, se muestra los valores de la oferta total, transformación y consumos de las energías primaria y secundaria, así como, el total de ambas energías, en miles de barriles equivalentes de petróleo -kBEP-.

Tabla No.5
Total de energías primaria y secundaria en kBEP, 2016

ACTIVIDADES	Total Primarias	Total Secundarias	TOTAL
Producción	69,333.79	0.00	69,333.79
Importación	10,316.96	34,987.59	45,304.55
Exportación	2,691.68	4,359.57	7,051.25
Variación Inventario	-1,380.29	-269.43	-1,649.72
OFERTA TOTAL	75,578.79	30,358.59	105,937.37
Refinerías	-409.08	388.63	-20.45
Centrales Eléctricas	-24,176.91	5,666.80	-18,510.11
Autoproductores	-4,890.66	507.08	-4,383.58
TOTAL TRANSFORMACIÓN	-29,476.65	6,562.51	-22,914.14
Consumo Propio	0.00	824.68	824.68
Pérdidas	0.00	887.75	887.75
Ajuste	0.00	0.00	0.00
Transporte	0.00	22,165.49	22,165.49
Industria	0.00	6,702.53	6,702.53
Residencial	44,719.07	4,495.72	49,214.79
Comercio y Servicios	1,383.06	1,758.47	3,141.54
CONSUMO ENERGÉTICO	46,102.14	36,834.65	82,936.78
NO ENERGÉTICO	0.00	86.45	86.45
CONSUMO FINAL	46,102.14	36,921.10	83,023.23

En la tabla anterior también se puede establecer que el consumo total de energía para el año 2016, fue de 83,023.23 kBEP; de la cual la energía primaria representa el 55.53% y la energía secundaria un 47.47%

#### 3. Centros de Transformación

En la tabla No. 6, se muestra la cantidad de energéticos primarios que fueron utilizados en las refinerías y en las centrales de generación eléctrica; en el 2016 con respecto al anterior hubo un incremento de un 30.50% en el consumo de estos energéticos.

Tabla No.6 Energías primarias utilizadas en los centros de transformacion en kBEP, 2012-2016

ACTIVIDAD	2012	2013	2014	2015	2016
Refinerías	-534.79	-476.87	-569.05	-468.64	-409.08
Centrales Eléctricas y Autoproductores	-17,722.38	-19,210.86	-20,634.84	-22,118.55	-29,067.57
OFERTA TOTAL	-18,257.16	-19,687.73	-21,203.90	-22,587.19	-29,476.65
Variación %	-9.95	7.84	7.70	6.52	30.50

Fuente: Elaboración propia, con información de los Balances Energéticos 2012-2016

En la tabla No. 7, se presenta la cantidad de Diesel Oil y Fuel Oil como energía secundaria utilizada en centrales de generación eléctrica en el año 2016, la cual fue de 1,541.39 kBEP.

Tabla No. 7
Energías secundarias utilizadas en los centros de transformación en kBEP, 2012-2016

ACTIVIDAD	2012	2013	2014	2015	2016
Centrales Eléctricas y Autoproductores	-2,812.94	-3,142.45	-1,972.84	-2,241.43	-1,541.39
OFERTA TOTAL	-2,812.94	-3,142.45	-1,972.84	-2,241.43	-1,541.39
Variación %	-8.32	11.71	-37.22	13.61	-31.23

Fuente: Elaboración propia, con información de los Balances Energéticos 2012-2016

Igualmente, se muestra que la cantidad de energéticos secundarios utilizados la generación de energía eléctrica, en el año 2016 respecto del 2015, disminuyó en un 31.23%, esto se dio por una reducción en el uso de Diesel Oil y Fuel Oil.

#### 4. Consumo de Energéticos

El uso de energéticos por sector de consumo a nivel nacional alcanzó para el 2016 los 82,936.78 kBEP, lo que representa un crecimiento de 6.57% con relacion al año 2015.

#### Consumo de Energia en kBEP, por sector

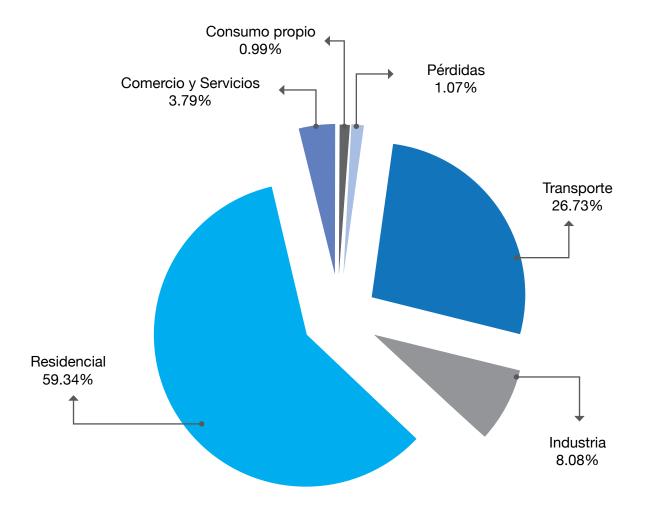
Como se puede apreciar en la tabla No. 8, el consumo de energéticos por sectores para el año 2016, el residencial fue de 49,214.79 kBEP, lo que representa un 59.34% y le sigue al transporte con el 22,165.49kBEP, que representa el 26.73% del consumo energético nacional.

Tabla No.8 Consumo energéticos por sector en kBEP, 2012-2016

ACTIVIDAD	2012	2013	2014	2015	2016
Consumo Propio	486.93	568.16	572.72	686.70	824.68
Pérdidas	787.81	818.19	853.14	831.16	887.75
Transporte	15,789.53	16,750.24	18,044.49	20,627.40	22,165.49
Industria	5,654.59	4,553.37	5,971.79	6,518.82	6,702.53
Residencial	42,990.80	44,244.06	45,332.37	46,366.02	49,214.79
Comercio y Servicios	2,517.53	2,597.41	2,687.59	2,796.68	3,141.54
TOTAL	68,227.20	69,531.42	73,462.09	77,826.78	82,936.78

Fuente: Elaboración propia, con información de los Balances Energéticos 2012-2016

Gráfica No. 1 Consumo energético 2016



#### 5. Consumo final.

En la tabla No. 9, se muestra el consumo final por energético, para el periodo comprendido del 2012 al 2016.

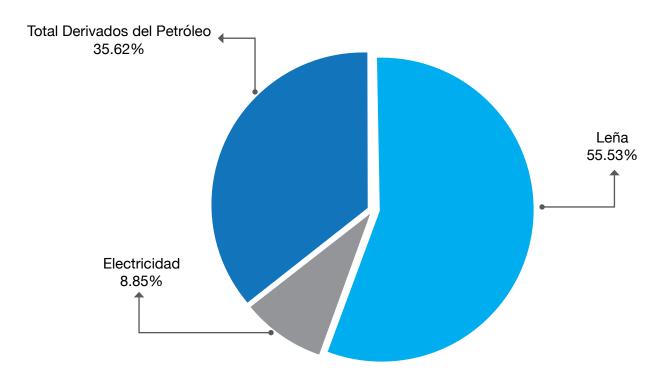
TablaNo. 9 Consumo final por energético en kBEP, 2012-2016

ENERGETICO	2012	2013	2014	2015	2016
Leña	40,502.37	41,606.01	42,483.12	43,287.59	46,102.14
Electricidad	6,060.06	6,293.75	6,562.62	6,926.31	7,351.03
Total Electricidad y Leña	46,562.43	47,899.76	49,045.74	50,213.90	53,453.16
GLP	2,162.34	2,256.45	2,348.60	2,737.45	2,926.98
Gasolinas	7,182.67	7,595.41	8,346.63	10,087.37	11,027.04
Kerosene y Turbo	582.30	559.15	602.65	629.56	661.76
Diesel Oil	9,437.27	9,987.57	10,714.46	11,507.38	12,190.34
Fuel Oil	1,472.72	229.10	1,285.64	1,625.87	1,664.71
PetCoke	827.47	1,003.99	1,118.37	1,025.26	1,012.78
No Energético	265.00	193.66	250.40	162.50	86.45
Total derivados del Petróleo	21,929.76	21,825.33	24,666.75	27,775.38	29,570.07
TOTAL	68,492.19	69,725.08	73,712.49	77,989.29	83,023.23,

Fuente: Elaboración propia, con información de los Balances Energéticos 2012-2016

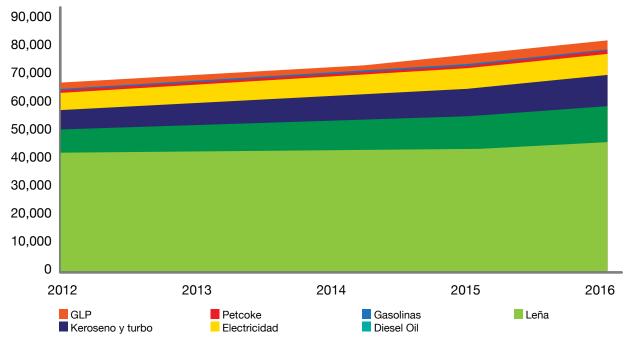
Del total de la energía final consumida en el país en el 2016, las fuentes energéticas de mayor consumo fue la leña con un 55.53%, como se muestra en la gráfica No.2.

Gráfica No. 2 Consumo final 2016



De la tabla No. 9, se muestra que de los derivados de petróleo, los que mayor consumo reportaron fueron el Diesel Oil y las gasolinas, con un 14.68% y 13.28%, respectivamente.

Gráfica No. 3 Consumo final por tipo de energético utilizado en kBEP, 2012-2016



Fuente: Elaboración propia, con información de los Balances Energéticos 2012-2016

En la gráfica No. 3, se muestra el comportamiento del consumo final de energía por tipo de energético utilizado, para el periodo comprendido del 2012 al 2016.

En la tabla No. 10 se muestra las abreviaturas utilizadas en el balance energetico.

#### Tabla No. 10 Abreviaturas utilizadas en el Balance

DESCRIPCIÓN	ABREVIATURAS
Petróleo	PETR
Carbón mineral	CRBN
Hidroenergía	HYDR
Geoenergía	GEOE
Leña	LEÑA
Bagazo de caña	BCAÑ
Electricidad	ELEC
Gas licuado de petróleo	GLP
Gasolina	GAS
Kerosene y turbo	KER
Diesel Oil	DOIL
Fuel Oil	FOIL
PetCoke	COQE
No energético	NOEN

## 6. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL SECTOR ENERGÉTICO

En este sector se incluyen todas las actividades necesarias para generar energía en forma de calor, mediante la quema de combustibles fósiles y actividades de combustión para la refinación de productos de petroleros. En esto se incluye, la quema de otros productos para generar electricidad y calor para uso propio.

La quema de estos combustibles genera una cantidad determinada de emisiones de Gases de Efecto Invernadero –GEI- por cada unidad de energía producida.

### Inventario Sectorial de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

El inventario de GEI del sector energía se integra al balance energético de manera informativa; y con el objetivo de monitorear las emisiones que se generan en las distintas actividades derivadas del uso de energéticos, se ha desarrollado un sistema de contabilización de emisiones basado en metodologías existentes que relacionan la intensidad de la actividad realizada (dato de actividad) y un factor de emisión para cada gas definido por las guías del Panel Intergubernamental de Cambio Climático - IPCC-.

Los principales GEI contabilizados en este inventario sectorial son: el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Para contar con valores unificados, las emisiones de cada gas se estandarizan de acuerdo a su potencial de calentamiento global en un horizonte de tiempo definido con la intención de presentar los valores en unidades equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e).

Para calcular las emisiones de GEI en el sector energía, se toma el consumo de combustibles como Dato de Actividad (DA) y el contenido de carbono por unidad de combustible consumido como Factor de Emisión (Fe).

#### Emisiones = $Da \times Fe$

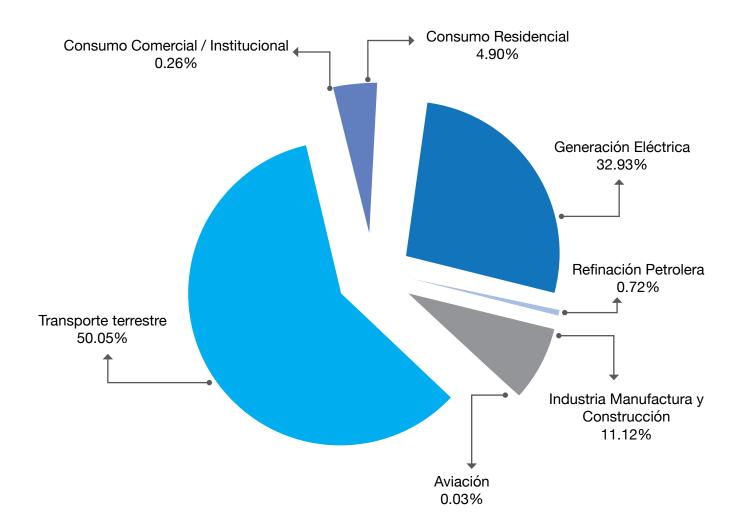
El Dato de Actividad es la cantidad y tipo de combustible quemado y se refiere a su volumen en barriles americanos que se obtiene del Balance Petrolero (Energía Bruta). En algunos casos, en la generación de energía eléctrica, se puede utilizar la energía en GWh (Energía Neta) cuando la eficiencia de la tecnología supera el 98%.

Los Factores de Emisión para cada tipo de combustible fueron definidos según las guías metodológicas del IPCC.

Los factores de emisión para el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el caso de la Biomasa (Bagazo de Caña, Biogás y la Leña) se estiman pero solo se reportan como elemento informativo, ya que sus emisiones se consideran de carácter biogénico. Sin embargo, las emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> sí se contabilizan en el inventario sectorial.

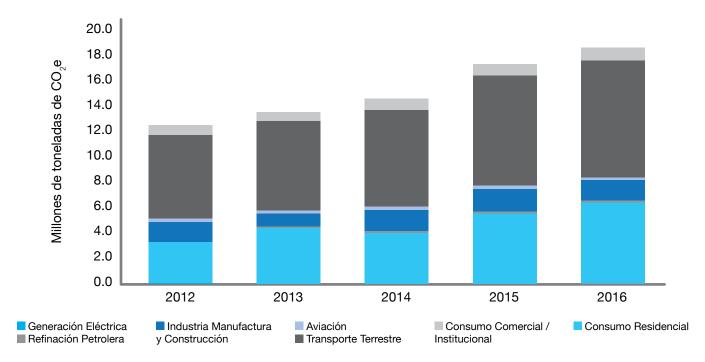
Del total de emisiones de GEI estimados para el año 2016, aproximadamente el 50% corresponden al transporte terrestre y seguidamente el 32% corresponden a las actividades de generación eléctrica.

Gráfica No. 4 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero -GEI-, en CO<sub>2</sub>e, (%) Sector Energético 2016



En la gráfica No. 5, se muestra el comportamiento de las emisiones de GEI por cada subsector, para el periodo comprendido de 2012 al 2016. El total de emisiones está expresado en millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e.

Gráfica No. 5 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero -GEI- en TCO<sub>2</sub>e, 2012 - 2016



Fuente: Elaboración propia, con información de los balances energéticos 2012 - 2016.

Tabla No. 11
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero -GEI- por subsector, en millones de TCO<sub>2</sub>e, 2012 - 2016

Emisiones de GEI Sector Energía	2012	2013	2014	2015	2016
Generación Eléctrica	3.27	4.38	4.10	5.54	6.07
Refinación Petrolera	0.10	0.11	0.13	0.13	0.13
Industria Manufactura y Construcción	1.68	1.25	1.83	2.00	2.05
Aviación	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Transporte Terrestre	6.60	6.98	7.56	8.59	9.23
Consumo Comercial / Institucional	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
Consumo Residencial	0.71	0.70	0.77	0.84	0.90
TOTAL	12.41	13.47	14.43	17.14	18.44

Fuente: Elaboración propia, con información de los Balances Energéticos 2012-2016.

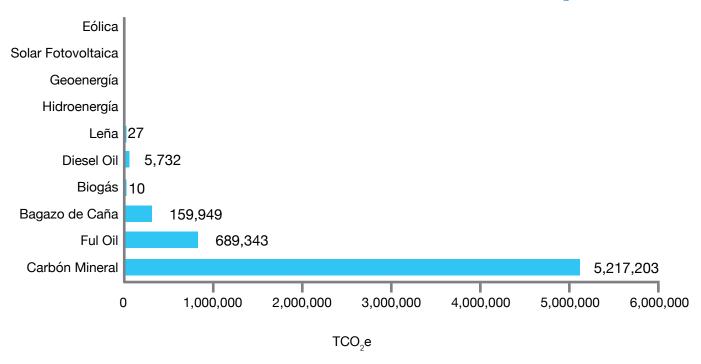
#### Coeficientes de Emisión

Los coeficientes de emisión del sector eléctrico en Guatemala son indicadores de eficiencia que determinan la cantidad de emisiones de GEI liberadas por la generación o consumo de energía eléctrica. Sus dimensionales son:

Coeficientes de emisión = 
$$\{ kgCO_2 e / KWh \}$$

En el balance energético también se incorpora los cálculos de emisiones de GEI provenientes de la generación eléctrica total, tomando en cuenta sus respectivos coeficientes de emisión.

Gráfica No. 6 Emisiones de GEI en la generación eléctrica, en TCO<sub>2</sub>e, 2016



Fuente: Balance Energético MEM, 2016.

Los coeficientes de emisión son calculados en función del total de emisiones de GEI por cada tipo de combustible, expresadas en CO<sub>2</sub>e, y su relación con la generación eléctrica total producida por cada uno de estos.

Tabla No. 12 Coeficientes de emisión de CO<sub>2</sub>e En la generación eléctrica por tipo de combustible.

Generación por tipo de combustible	Coeficiente de Emisión [Kg CO <sub>2</sub> e / KWh]
Carbón Mineral	1.3173
Fuel Oíl	0.6641
Bagazo de Caña	0.0604
Biogás	0.0007
Diésel Oíl	0.7814
Leña	0.1515
Hidroenergía	0.0000
Geoenergía	0.0000
Solar Fotovoltaica	0.0000
Eólica	0.0000

Fuente: Balance Energético MEM, 2016.

### Factor de Red

El factor de red es la proporción cuantitativa que determina la cantidad de emisiones de GEI liberadas por el consumo de energía eléctrica de la red nacional.

Tabla No. 13
Factor de emisión de GEI en Sistema Electríco Nacional

Por Energía consumida	Kg CO₂e / KWh
Factor por emisión de Red	0.4877

### República de Guatemala Ministerio de Energía y Minas

Ing. Luis Alfonso Chang Navarro

Ministro

Lic. Rodrigo Estuardo Fernández Ordóñez Viceministro, Área Energética

Ing. Gabriel Armando Velásquez Velásquez

Jefe Unidad de Planificación Energético Minero

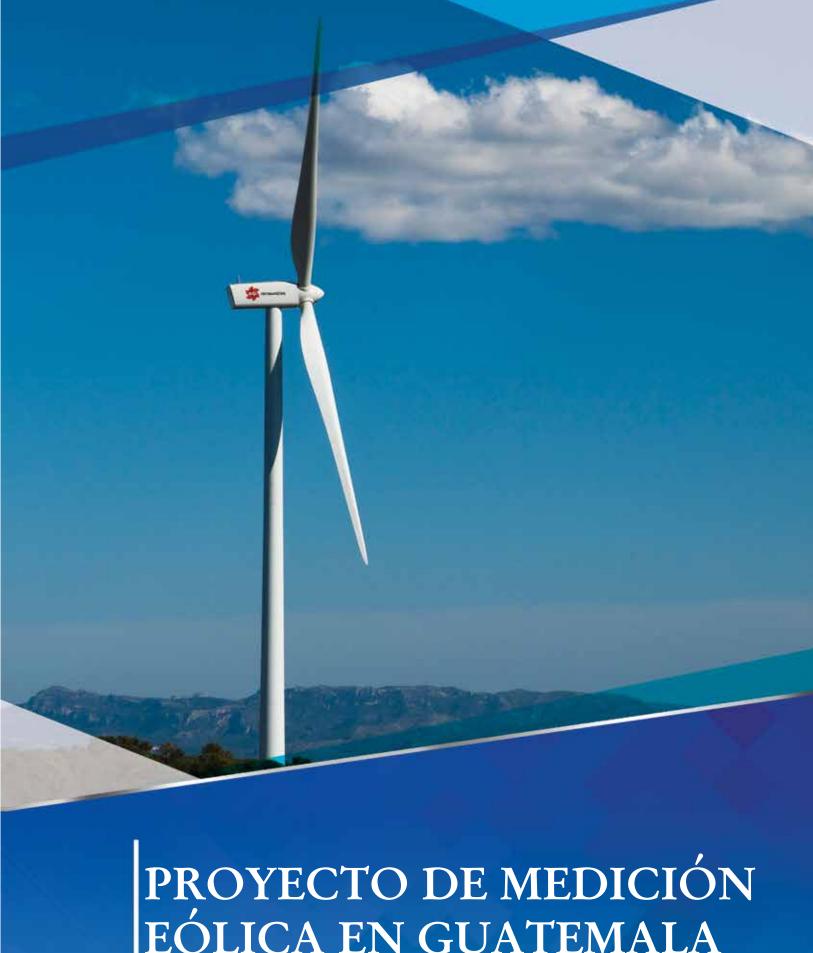
### Equipo de Trabajo Estadísticas Energéticas

Ing. Rubén Hernández Chan Ing. Jaime Vinicio Bardales Oliva Ing. Felipe Arnoldo Robles Sical Ing. Otto Rolando Ruíz Balcárcel

### Con el apoyo técnico de USAID

Proyecto Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones Ing. Luis Lepe

Especialista en Desarrollo con Bajas Emisiones



PROYECTO DE MEDICIÓN EÓLICA EN GUATEMALA

# GENERALIDADES PROYECTO MEDICIÓN EÓLICA

### **INTRODUCCION:**

Uno de los objetivos de la política energética de Guatemala, consiste en promover el desarrollo sostenible a partir de los recursos renovables del país. Dentro de este contexto, la Dirección General de Energía promueve la localización y evaluación de estos recursos que se puedan emplear para la generación de energía eléctrica.

Para ello, se están ejecutando acciones para fomentar el uso de la energía proveniente del viento, a través del proyecto de medición eólica en Guatemala, el cual estará generando información para el desarrollo de proyectos energéticos en el futuro, como la generación eléctrica, el bombeo de agua, entre otros.

### **PUNTOS DE INTERÉS:**

- Guatemala se encuentra en una posición estratégica.
- Se tienen datos de la medición del potencial eólico de distintos lugares del país.
- Existen incentivos para el desarrollo de proyectos de generación eólica.
- Existe un mercado para la venta de energía para micro y pequeñas centrales generadoras de energía.
- El proceso apunta hacia un desarrollo sostenible.

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto consiste en la medición del recurso eólico en sitios seleccionados, durante un periodo de dos años; mediante la instalación de una torre que cuenta con equipos que miden la velocidad y dirección del viento, radiación solar, presión y la temperatura.

### **OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

- Conocer el potencial eólico en el país.
- Contar con una base de datos, relacionada principalmente con la velocidad y la dirección del viento, cuya información se encuentre disponible en la Dirección General de Energía, sin costo alguno, para los interesados en desarrollar proyectos energéticos.
- Promover la utilización de los recursos renovables de energía, en especial del recurso eólico, como una opción energética limpia.
- Disminuir la dependencia de los combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, a efecto de reducir la factura petrolera.

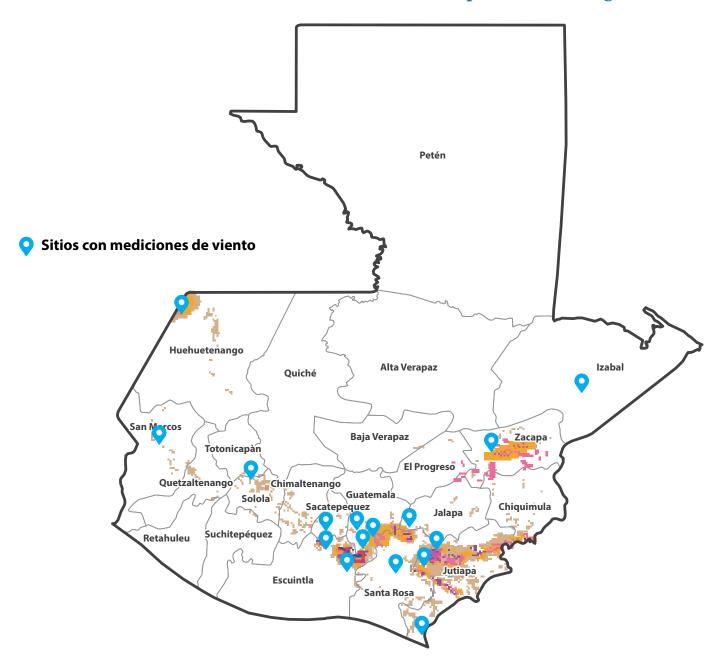
### SITIOS CON MEDICIÓN DE VIENTO:

El proyecto de medición del viento empezó en el año 2006, y a la fecha se tienen resultados de sitios localizados en Estanzuela, Zacapa; San Marcos, San Marcos; Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá; Alotenango, Sacatepéquez; Chiquimulilla, Santa Rosa; Mataquescuintla, Jalapa; Morales, Izabal; Villa Canales, Guatemala; Nentón, Huehuetenango; Guanagazapa, Escuintla; y Moyuta, Quesada y Jutiapa, del departamento de Jutiapa.

# LOCALIZACION DE LOS SITIOS CON MEDICIÓN DE VIENTO

En el siguiente mapa se muestra la ubicación de los sitios en las que se tienen mediciónes de viento.

Mapa No. 1 Ubicación de sitios con medición de viento, para fines energéticos



# RESULTADOS TORRE MEDICIÓN EÓLICA "CHISPÁN, ESTANZUELA"

### UBICACIÓN DE LA TORRE

La torre de medición de variables eólicas se instaló en la finca Matazano, aldea Chispán, municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa, y se ubica a 141 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

Mapa No. 2. Ubicación de la torre.



Las coordenadas geográficas del sitio donde estaba instalada la torre son:

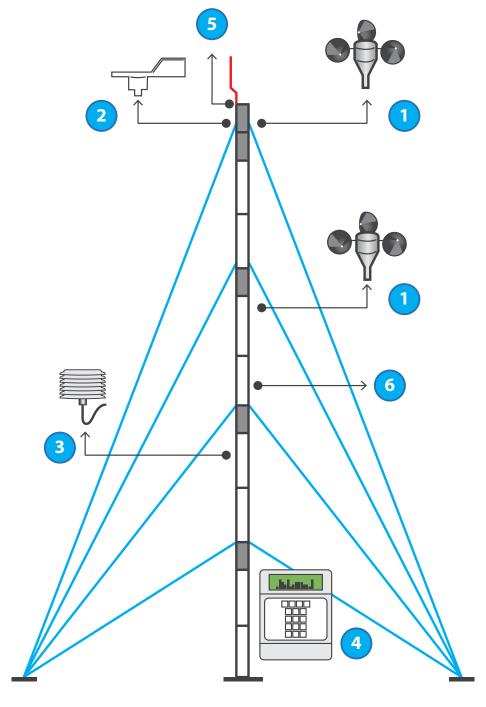
Latitud Norte: 15° 01' 30.8" Longitud Oeste: 89° 33' 46.6" Altitud: 197 msnm

### COMPONENTES DE LA TORRE DE MEDICIÓN

La torre de medición eólica instalada cuenta con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos y lo almacena en un registrador de datos (data logger).

La marca de la torre es NRG y posee los equipos y componentes siguientes:

- 1. Dos medidores de velocidad, instalados uno a 30 y el otro a 20 metros de altura, (calibrados).
- 2. Un medidor de dirección de viento, ubicado a 30 metros de altura.
- 3. Un sensor de temperatura.
- 4. Un registrador (data logger)
- 5. Un pararrayo y sus varillas de tierra.
- 6. Torre tubular de 30 metros de altura, con sus tensores y anclas.



# IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS Y SUS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

# IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Altura de Instalación (m)
DATA LOGGER	Symphonie	3147	30907667	1.5
Anemómetros	NRG #40C	1900	ver tabla	30 y 20
Veletas	NRG #200P	1904	-	30
Sensor de Temperatura	NRG #110S	1906	-	5

## PARÁMETROS DE SENSORES CALIBRADOS INSTALADOS

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
A	NRG #40C	25017	0.765	0.35	30
Anemómetros		25016	0.765	0.35	20

### **VELETAS INSTALADAS**

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
Veletas	NRG #200P	-	0.351	0	30

### INFORMACIÓN DE SITIO PROGRAMADA EN EL DATA LOGGER

Componente	Modelo	Fecha y Hora	Número de Sitio	Unidades	Altitud	Latitud y Longitud	Password de Datos
DATA LOG- GER	Symphonie	12/01/2006 00:00 a.m6 GMT	0001	SI	197m	N 15° 01.513' W 89° 33.779'	No

### PROGRAMACIÓN DE CANALES EN EL DATA LOGGER

Canal	Tipo	Leyenda	Factor de Escala	Offset	Unidades	Altura	No. de Serie
1	Frecuencia	NRG #40C Anem. m/s	0.765	0.35	m/s	30m	25017
2	Frecuencia	NRG #40C Anem. m/s	0.765	0.35	m/s	20m	25016
3	Frecuencia						
4							
5							
6							
7	Analógico	#200P Wind Vane	0.351	0	Grado	30m	-
8	Analógico						
9	Analógico	#110S Temp. °C	0.138	-86.383	°C	5m	-
10	Analógico						
11							
12							

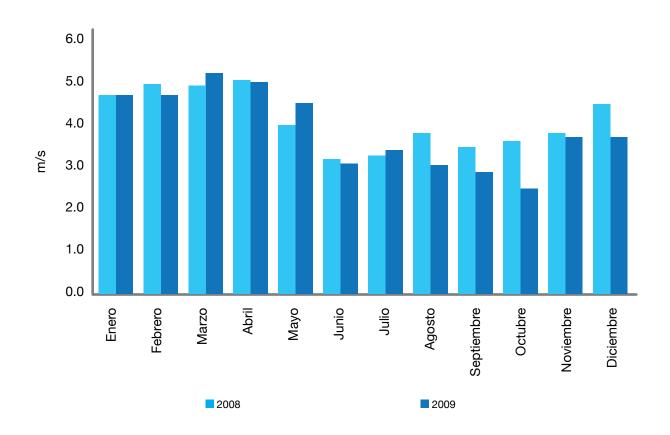
### RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

La torre instalada en Chispán, Estanzuela, Zacapa, que se identificó con el número 0001, empezó su periodo de medición el 12 de enero de 2006 y terminó el 28 de febrero de 2008, cuando se desinstaló la misma por haber cumplido con el tiempo mínimo de medición recomendado para este tipo de proyecto (dos años). A continuación se presentan los principales resultados de la medición:

Cuadro No. 1 Mediciónes torre Chispán, Estanzuela, Zacapa

0001		Velocidad m/s	Temperatura oC			
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Enero	4.7	4.7	4.5	26.4	27.4	26.8
Febrero	4.9	4.7	4.4	26.7	28.5	29.0
Marzo	4.9	5.2		28.7	28.7	
Abril	5.0	5.0		30.1	30.9	
Мауо	4.0	4.5		30.3	31.0	
Junio	3.2	3.1		28.4	29.6	
Julio	3.3	3.4		28.7	29.3	
Agosto	3.8	3.0		29.7	29.1	
Septiembre	3.5	2.9		29.6	28.2	
Octubre	3.6	2.5		29.6	27.7	
Noviembre	3.8	3.7		26.9	26.2	
Diciembre	4.5	3.7		26.9	26.5	
PROMEDIO	4.1	3.9	4.4	28.5	28.6	27.9

Gráfico No. 1 Velocidades de viento, promedio mesual en m/s Chispán, Estanzuela, Zacapa

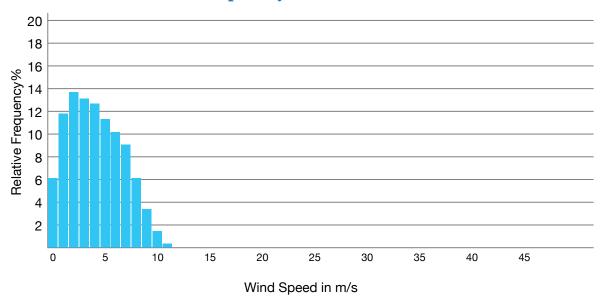


En las ilustraciones anteriores, se muestra que la velocidad promedio anual, para los años 2006 y 2007 fue de 4.1 y 3.9 m/s, respectivamente; igualmente que el periodo con mayor velocidad de viento es de diciembre a mayo de cada año.

Del software de análisis de datos de viento de NRG; en los siguientes gráficos se presentan la frecuencia de la distribución de velocidades para los años 2006 y 2007.

Site Information: Project: Mediciónes Location: Finca Matazano, Chispán Elevation: 197 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:25017 12/01/2006 to 31/12/2006 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0001 Estanzuela, Zacapa

### Frequency Distribution



Site Information: Project: Mediciónes Location: Finca Matazano, Chispán Elevation: 197 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:25017 01/01/2007 to 31/12/2007 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0001 Estanzuela, Zacapa

### Frequency Distribution

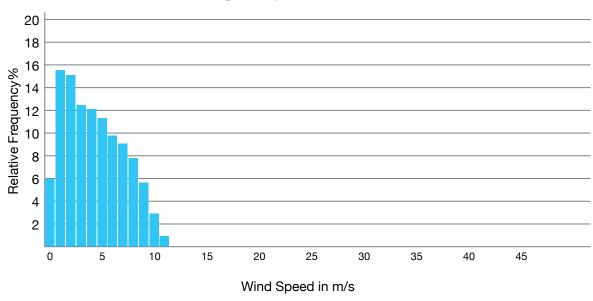


Imagen del sitio en donde se instaló la torre de medición, en la aldea Chispán, municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa.



### Mapa del sitio en donde se instaló la torre de medición.



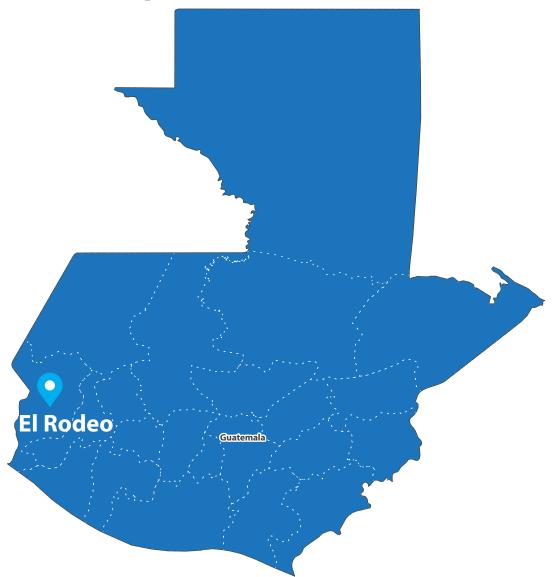
# RESULTADOS TORRE MEDICIÓN EÓLICA "EL RODEO, SAN MARCOS"

### UBICACIÓN DE LA TORRE

La torre de medición de variables eólicas se instaló en la aldea El Rodeo, municipio de San Marcos, departamento de San Marcos, y se ubica a 275 km de la ciudad de Guatemala.

Para llegar al sitio se tiene que recorrer una distancia de 250 km de la ciudad de Guatemala, a la cabecera municipal de San Marcos, de ahí 20 km hasta llegar a San Sebastián Serchil y finalmente, 5 km a la aldea el Rodeo.

Mapa No. 3. Ubicación de la torre.



Las coordenadas geográficas del sitio donde estaba instalada la torre son:

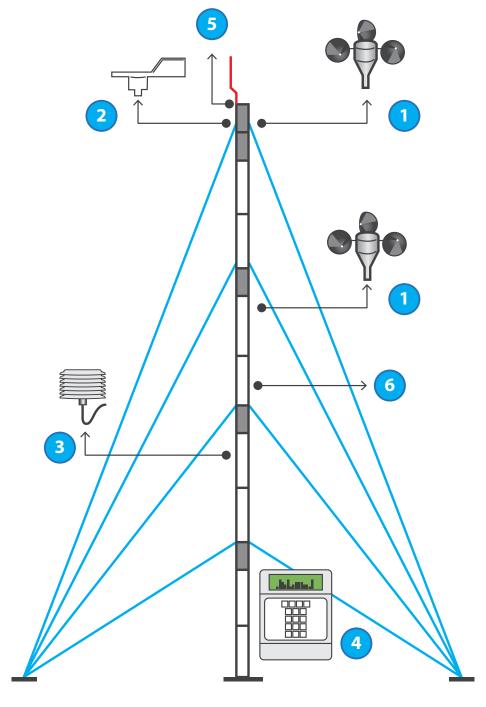
Latitud Norte: 15° 02' 33.5" Longitud Oeste: 91° 51' 41.5" Altitud: 3,340 msnm

### COMPONENTES DE LA TORRE DE MEDICIÓN

La torre de medición eólica instalada cuenta con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos y lo almacena en un registrador de datos (data logger).

La marca de la torre es NRG y posee los equipos y componentes siguientes:

- 1. Dos medidores de velocidad, instalados uno a 30 y el otro a 20 metros de altura, (calibrados).
- 2. Un medidor de dirección de viento, ubicado a 30 metros de altura.
- 3. Un sensor de temperatura.
- 4. Un registrador (data logger)
- 5. Un pararrayo y sus varillas de tierra.
- 6. Torre tubular de 30 metros de altura, con sus tensores y anclas.



# IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS Y SUS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

# IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Altura de Instalación (m)
DATA LOGGER	Symphonie	3147	30907677	2
Anemómetros	NRG #40C	1900	ver tabla	30 y 20
Veletas	NRG #200P	1904	-	30
Sensor de Temperatura	NRG #110S	1906	-	5

## PARÁMETROS DE SENSORES CALIBRADOS INSTALADOS

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
A	NRG #40C	25025	0.765	0.35	30
Anemómetros		25024	0.765	0.35	20

### **VELETAS INSTALADAS**

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
Veletas	NRG #200P	-	0.351	0	30

### INFORMACIÓN DE SITIO PROGRAMADA EN EL DATA LOGGER

Componente	Modelo	Fecha y Hora	Número de Sitio	Unidades	Altitud	Latitud y Longitud	Password de Datos
DATA LOGGER	Symphonie	14/01/2006 00:00 a.m6 GMT	0010	SI	3,340m	N 15° 02.564' W 91° 51.701'	No

## PROGRAMACIÓN DE CANALES EN EL DATA LOGGER

Canal	Tipo	Leyenda	Factor de Escala	Offset	Unidades	Altura	No. de Serie
1	Frecuencia	NRG #40C Anem. m/s	0.765	0.35	m/s	30m	25025
2	Frecuencia	NRG #40C Anem. m/s	0.765	0.35	m/s	20m	25024
3	Frecuencia						
4							
5							
6							
7	Analógico	#200P Wind Vane	0.351	0	deg	30m	-
8	Analógico						
9	Analógico	#110S Temp. °C	0.138	-86.383	°C	5m	-
10	Analógico						
11							
12							

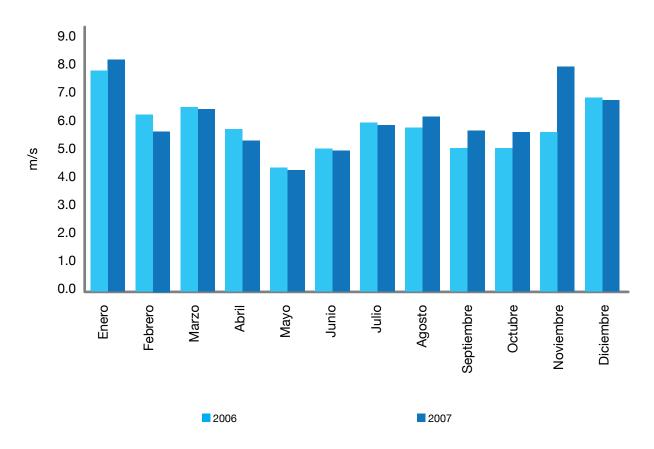
### RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

La torre instalada en El Rodeo, San Marcos, San Marcos, se identifica con el número 0010, empezó su periodo de medición el 14 de enero de 2006 y terminó el 2 de enero de 2008 (fecha en la que la torre de medición sufrió daños severos debido a los fuertes vientos que se dieron en ese mes). A continuación se presentan los principales resultados de estas mediciónes.

Cuadro No. 2 Mediciónes Torre El Rodeo, San Marcos, San Marcos

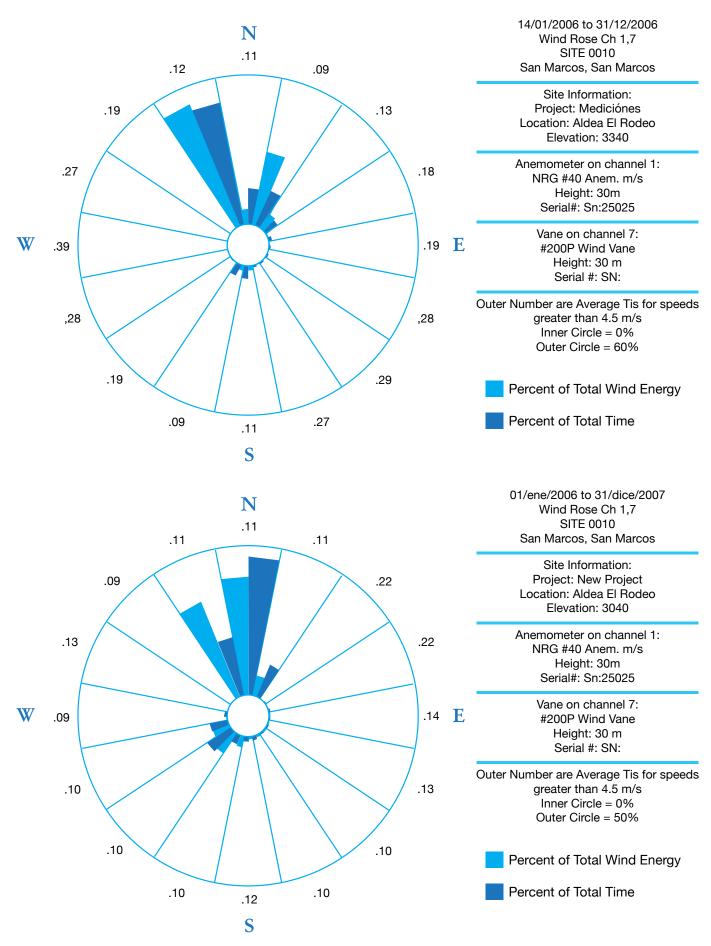
0010	Velocid	ad a 30 m	Temperatura °C		
	2006	2007	2006	2007	
Enero	7.8	8.1	8.7	9.0	
Febrero	6.2	5.6	9.6	10.5	
Marzo	6.5	6.4	10.2	9.9	
Abril	5.7	5.3	10.3	10.9	
Мауо	4.4	4.3	10.6	11.1	
Junio	5.0	4.9	10.1	10.5	
Julio	5.9	5.9	9.9	10.2	
Agosto	5.8	6.1	10.4	10.4	
Septiembre	5.0	5.6	10.2	10.0	
Octubre	5.1	5.5	10.9	9.6	
Noviembre	5.6	7.9	9.6	8.9	
Diciembre	6.8	6.7	9.3	8.9	
PROMEDIO	5.8	6.0	10.0	10.0	

Gráfico No. 2 Velocidades de viento, promedio mesual en m/s, a 30 m El Rodeo, San Marcos, San Marcos



En las ilustraciones anteriores, se muestran las velocidades promedio anual, para los años 2006 y 2007 fue de 5.8 y de 6.0 m/s, respectivamente.

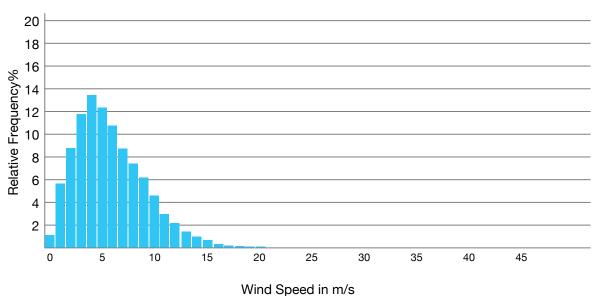
En base al software de análisis de datos de viento de NRG, en los siguientes gráficos se muestra la "Rosa de Viento", en la que se observa que la dirección predominante es noroeste; igualmente, la mayor cantidad de energía se obtiene en esa misma dirección.



En las siguientes gráficas se presenta la frecuencia de la distribución de velocidades para los años 2006 y 2007.

Site Information: Project: New project Location: Aldea El Rodeo Elevation: 3340 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:25025 14/01/2006 to 31/12/2006 Frequency Distribution Ch 2 SITE 0010 San Marcos, San Marcos

### Frequency Distribution



Site Information: Project: Mediciónes Location: Aldea El Rodeo Elevation: 3340 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:25025 01/01/2007 to 31/12/2007 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0010 San Marcos, San Marcos

### Frequency Distribution

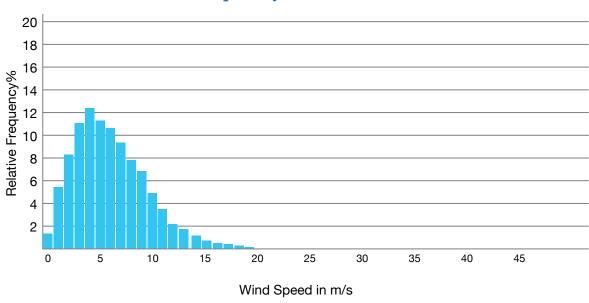
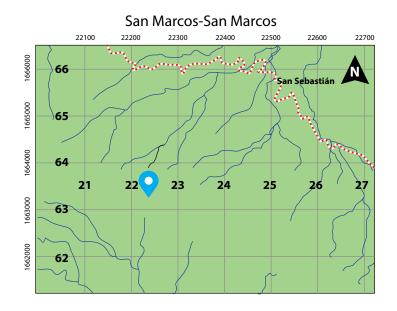


Imagen del sitio en donde se instaló la torre de medición, localizada en la Aldea el Rodeo, San Marcos, San Marcos.



Mapa de localización en donde se encontraba instalada la torre de medición.



#### **EVENTOS:**

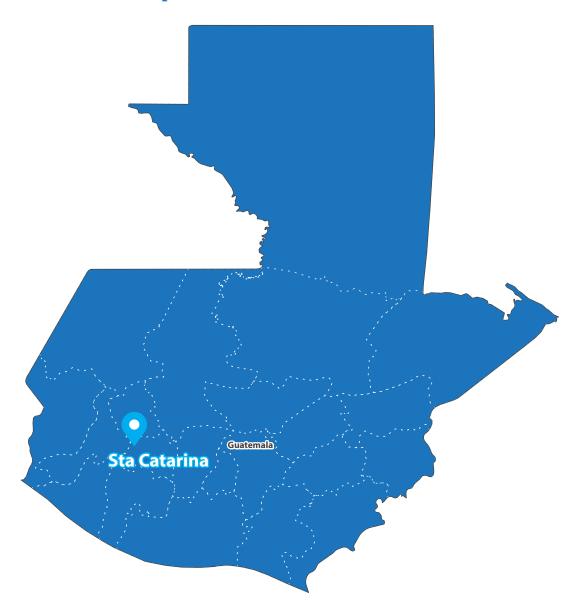
El anemómetro instalado a 20 metros dejó de funcionar adecuadamente a partir de las 15:50 horas del día 6 de Octubre de 2007, debido a que una de sus copas se quebró.

# RESULTADOS TORRE MEDICIÓN EÓLICA "SANTA CATARINA IXTAHUACÁN, SOLOLÁ"

### UBICACIÓN DE LA TORRE

La torre de medición de variables eólicas se instaló en el municipio de la Nueva Santa Catarina Ixtahuacán, departamento de Sololá, a una distancia de la ciudad de Guatemala de 170 kilómetros.

Mapa No. 4. Ubicación de la torre.



Las coordenadas geográficas del sitio donde estaba instalada la torre son:

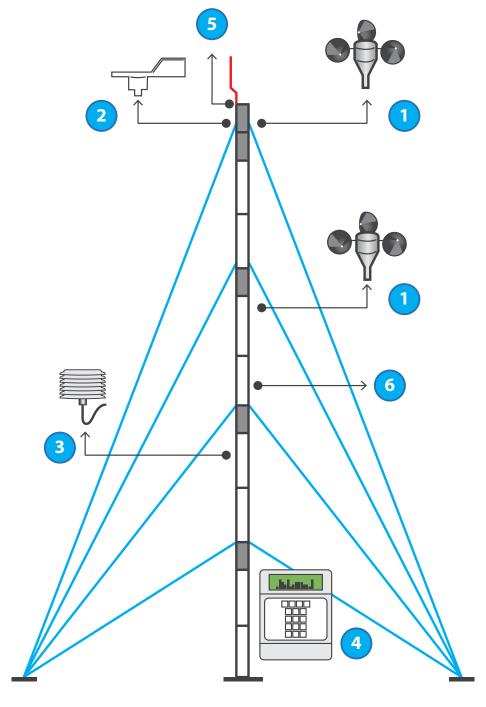
Latitud Norte: 14° 50' 46.7" Longitud Oeste: 91° 21' 35.6" Altitud: 3,013 msnm

### COMPONENTES DE LA TORRE DE MEDICIÓN

La torre de medición eólica instalada cuenta con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos y lo almacena en un registrador de datos (data logger).

La marca de la torre es NRG y posee los equipos y componentes siguientes:

- 1. Dos medidores de velocidad, instalados uno a 30 y el otro a 20 metros de altura, (calibrados).
- 2. Un medidor de dirección de viento, ubicado a 30 metros de altura.
- 3. Un sensor de temperatura.
- 4. Un registrador (data logger)
- 5. Un pararrayo y sus varillas de tierra.
- 6. Torre tubular de 30 metros de altura, con sus tensores y anclas.



# IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS Y SUS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

# IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Altura de Instalación (m)
DATA LOGGER	Symphonie	3147	30907675	2
Anemómetros	NRG #40C	1900	ver tabla	30 y 20
Veletas	NRG #200P	1904	-	30
Sensor de Temperatura	NRG #110S	1906	-	5

### PARÁMETROS DE SENSORES CALIBRADOS INSTALADOS

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
•	NRG #40C	25022	0.765	0.35	30
Anemómetros		25021	0.762	0.35	20

### **VELETAS INSTALADAS**

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
Veletas	NRG #200P	-	0.351	0	30

### INFORMACIÓN DE SITIO PROGRAMADA EN EL DATA LOGGER

Componente	Modelo	Fecha y Hora	Número de Sitio	Unidades	Altitud	Latitud y Longitud	Password de Datos
DATA LOG- GER	Symphonie	15/01/2006 00:00 a.m. -6 GMT	0020	SI	3,013m	N 14° 50.780' W 91' 21.596	No

### PROGRAMACIÓN DE CANALES EN EL DATA LOGGER

Canal	Tipo	Leyenda	Factor de Escala	Offset	Unidades	Altura	No. de Serie
1	Frecuencia	NRG #40C Anem. m/s	0.765	0.35	m/s	30m	25022
2	Frecuencia	NRG #40C Anem. m/s	0.762	0.35	m/s	20m	25021
3	Frecuencia						
4							
5							
6							
7	Analógico	#200P Wind Vane	0.351	0	Grado	30m	-
8	Analógico						
9	Analógico	#110S Temp. o C	0.138	-86.383	οС	5m	-
10	Analógico						
11							
12							

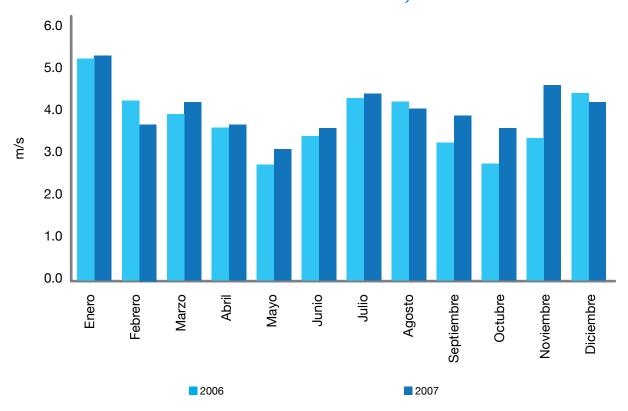
### RESULTADOS DE LA MEDICIÓN EÓLICA

La torre instalada en la Nueva Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá, se identificó con el número 0020, empezó su periodo de medición el 15 de enero de 2006 y terminó el 12 de febrero de 2008, cuando se desinstaló la misma por haber cumplido con el tiempo mínimo de medición recomendado para esroyecto (dos años). A continuación se presentan los principales resultados de la medición:

Cuadro No. 3 Mediciónes Torre Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá

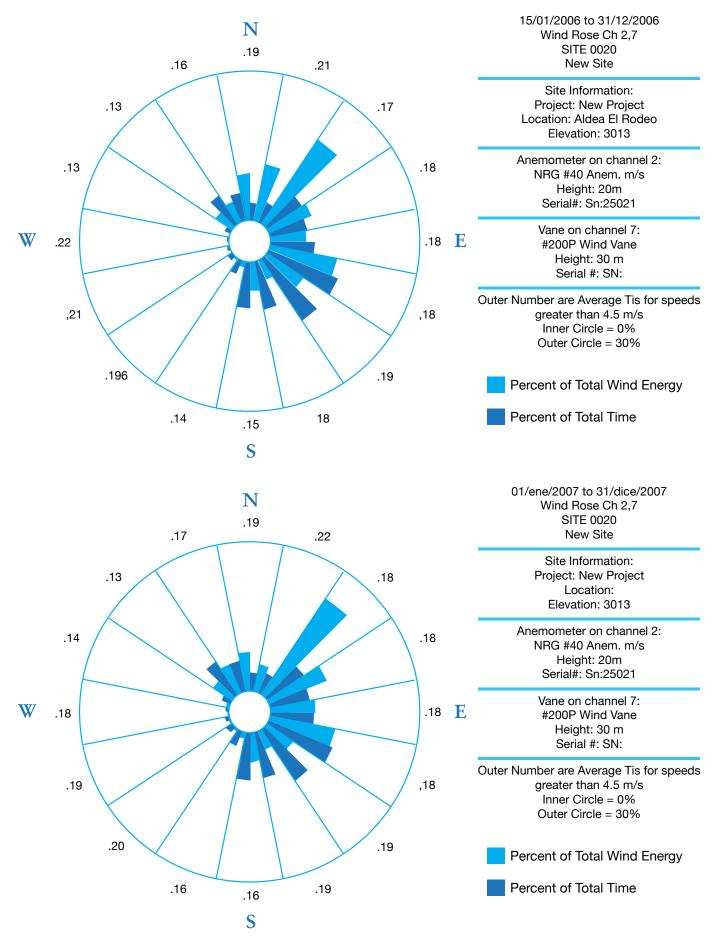
0001	Velo	cidad m/s, a 2	20 m	Temperatura °C			
0001	2006	2007	2008	2006	2007	2008	
Enero	5.2	5.3	5.3	10.7	10.8	9.9	
Febrero	4.2	3.7	3.8	10.9	11.8	10.1	
Marzo	3.9	4.2		11.4	11.0		
Abril	3.6	3.7		11.4	12.4		
Мауо	2.7	3.1		12.0	12.1		
Junio	3.4	3.6		11.8	12.0		
Julio	4.3	4.4		11.9	11.8		
Agosto	4.2	4.0		12.5	11.8		
Septiembre	3.3	3.9		11.7	11.5		
Octubre	3.0	3.6		12.3	11.0		
Noviembre	3.4	4.6		11.0	10.7		
Diciembre	4.4	4.2		10.9	11.0		
PROMEDIO	3.8	4.0	4.6	11.5	11.5	10	

Gráfico No. 3 Velocidades de viento, promedio mesual en m/s, a 20 m Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá



En las ilustraciones anteriores, se muestran las velocidades promedio anual, para los años 2006 y 2007 fue de 3.8 y de 4.0 m/s, respectivamente.

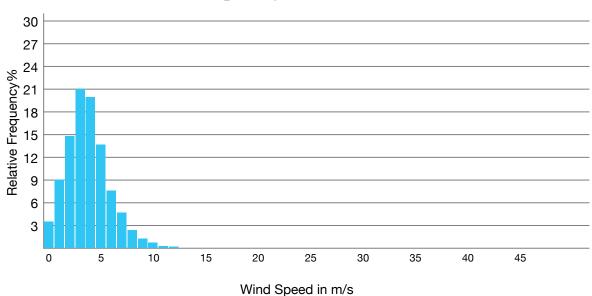
En base al software de análisis de datos de viento de NRG, en los siguientes gráficos se muestra la "Rosa de Viento", en la que se observa que para los años 2006 y 2007, la mayor cantidad de energía se obtiene en la dirección noreste.



En las siguientes gráficas se presenta la frecuencia de la distribución de velocidades para los años 2006 y 2007.

Site Information: Project: New project Location: Elevation: 3013 Sensor on channel 2: NRG #40 Anem. m/s Height: 20m Serial#: Sn:25021 15/01/2006 to 31/12/2006 Frequency Distribution Ch 2 SITE 0020 New Site

### Frequency Distribution



Site Information: Project: New Project Location: Finca Elevation: 3013 Sensor on channel 2: NRG #40 Anem. m/s Height: 20m Serial#: Sn:25021 01/01/2007 to 31/12/2007 Frequency Distribution Ch 2 SITE 0020 New Site

### Frequency Distribution

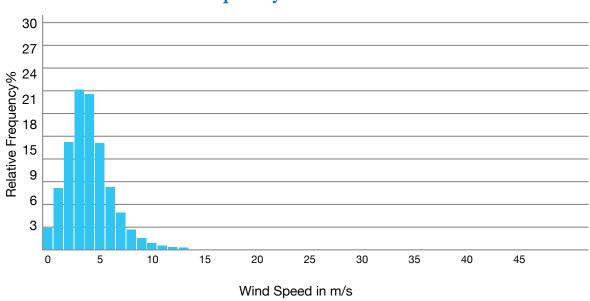


Imagen del sitio en donde se instaló la torre de medición, localizada en la Nueva Santa Catarina Ixtahuacán, departamento de Sololá.



# Mapa de localización en donde se encontraba instalada la torre de medición.



#### **EVENTOS:**

El 15 de noviembre de 2007 un pedazo de pita de cáñamo de un barrilete se atoró en el anemómetro No. 1 (instalado a 30 metros), provocando que los resultados de la medición del viento a partir de esa fecha, fueran inferiores a los obtenidos del anemómetro colocado a 20 metros. Razón por la cual en este documento se presentan las mediciónes de velocidad de viento a 20 metros de altura.

# RESULTADOS TORRE MEDICIÓN EÓLICA "CANDELARIA, ALOTENANGO"

### UBICACIÓN DE LA TORRE

La torre de medición de variables eólicas se instaló en la Finca Candelaria, municipio de Alotenango, municipio de Sacatepéquez. La distancia de la ciudad de Guatemala al sitio por la autopista Palín Escuintla es de 70 kilómetros y por Antigua Guatemala es de 91 kilómetros.

Mapa No. 5. Ubicación de la torre.



Las coordenadas geográficas del sitio donde estaba instalada la torre son:

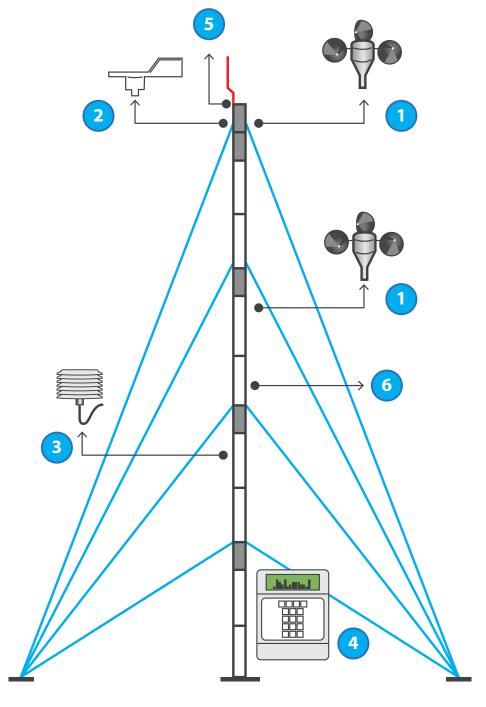
Latitud Norte: 14° 25' 41.1" Longitud Oeste: 90° 48' 47.5" Altitud: 1,091 msnm

#### COMPONENTES DE LA TORRE DE MEDICIÓN

La torre de medición eólica instalada cuenta con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos y lo almacena en un registrador de datos (data logger).

La marca de la torre es NRG y posee los equipos y componentes siguientes:

- 1. Dos medidores de velocidad, instalados uno a 30 y el otro a 20 metros de altura, (calibrados).
- 2. Un medidor de dirección de viento, ubicado a 30 metros de altura.
- 3. Un sensor de temperatura.
- 4. Un registrador (data logger)
- 5. Un pararrayo y sus varillas de tierra.
- 6. Torre tubular de 30 metros de altura, con sus tensores y anclas.



# IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS Y SUS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

#### IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Componente	Modelo	Modelo Número de Ítem		Altura de Instalación (m)
DATA LOGGER	Symphonie	3147	30907676	1.5
Anemómetros	NRG #40C	1900	ver tabla	30 y 20
Veletas	NRG #200P	1904	-	30
Sensor de Temperatura	NRG #110S	1906	-	5

#### PARÁMETROS DE SENSORES CALIBRADOS INSTALADOS

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
Anemómetros	NIDO #400	25020	0.765	0.35	30
	NRG #40C	RG #40C 25019		0.35	20

#### **VELETAS INSTALADAS**

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
Veletas	NRG #200P	-	0.351	0	30

#### INFORMACIÓN DE SITIO PROGRAMADA EN EL DATA LOGGER

Componente	Modelo	Fecha y Hora	Número de Sitio	Unidades	Altitud	Latitud y Longitud	Password de Datos
DATA LOGGER	Symphonie	16/01/2006 00:00 a.m. -6 GMT	0030	SI	1,091m	N 014° 25.682 W 90° 48.794'	No

#### PROGRAMACIÓN DE CANALES EN EL DATA LOGGER

Canal	Tipo	Leyenda	Factor de Escala	Offset	Unidades	Altura	No. de Serie
1	Frecuencia	NRG #40C Anem. m/s	0.765	0.35	m/s	30m	25020
2	Frecuencia	NRG #40C Anem. m/s	0.765	0.35	m/s	20m	25019
3	Frecuencia						
4							
5							
6							
7	Analógico	#200P Wind Vane	0.351	0	Grado	30m	-
8	Analógico						
9	Analógico	#110S Temp. °C	0.138	-86.383	°C	5m	-
10	Analógico						
11							
12							

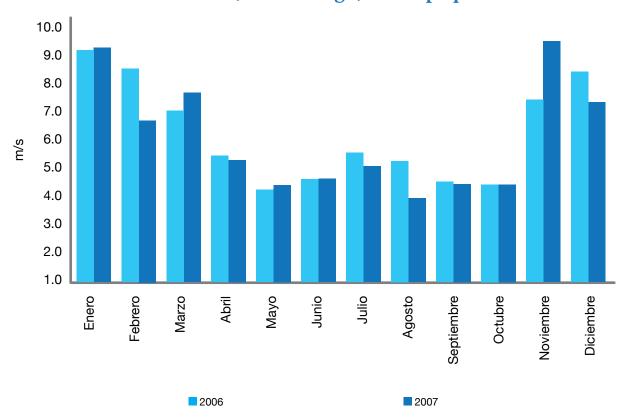
#### RESULTADOS DE LA MEDICIÓN EÓLICA

La torre instalada en la finca Candelaria, Alotenango, Sacatepéquez, se identificó con el número 0030, empezó su periodo de medición el 16 de enero de 2006 y terminó el 13 de marzo de 2008, cuando se desinstaló la misma por haber cumplido con el tiempo mínimo de medición recomendado para este tipo de proyecto (dos años). A continuación se presentan los principales resultados de la medición:

Cuadro No. 4 Mediciónes torre Candelaria, Alotenango, Sacatepéquez

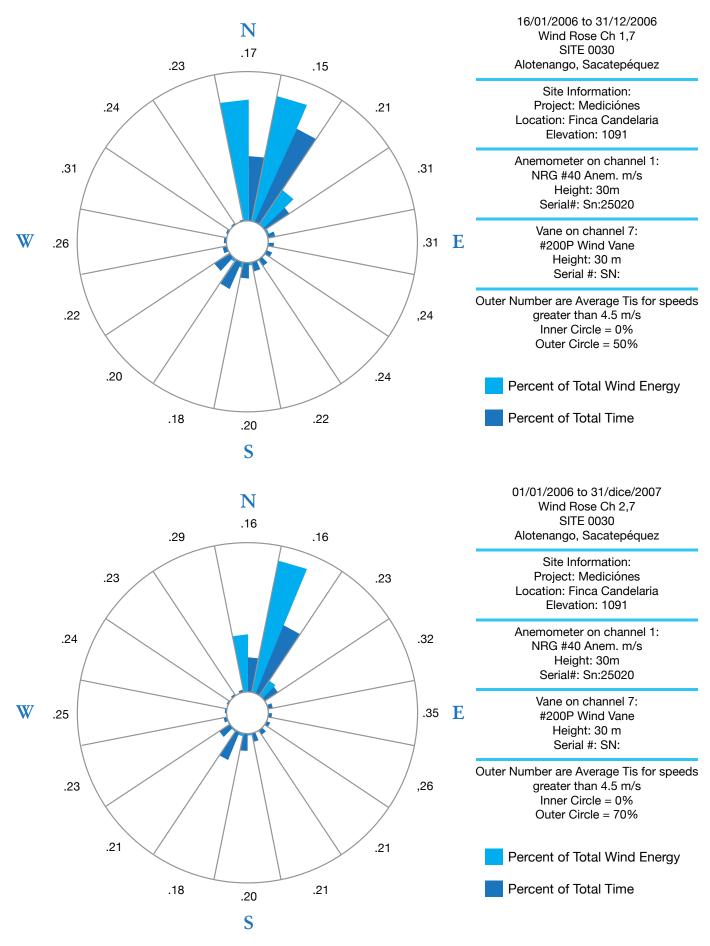
0030	Ve	elocidad m/s a 30	m	Temperatura °C				
	2006	2007	2008	2006	2007	2008		
Enero	9.0	9.1	7.3	23.2	23.4	22.4		
Febrero	8.3	6.3	2.9	22.6	22.4	22.2		
Marzo	6.7	7.4	3.0	22.9	23.8	22.5		
Abril	4.9	4.8		23.0	23.3			
Мауо	3.6	3.8		22.9	23.3			
Junio	4.0	4.0		22.8	23.1			
Julio	5.0	4.5		23.5	23.3			
Agosto	4.7	3.2		23.7	22.5			
Septiembre	3.9	3.8		22.7	22.5			
Octubre	3.8	3.8		23.1	21.9			
Noviembre	7.1	9.4		22.5	23.6			
Diciembre	8.2	7.0		23.4	22.5			
PROMEDIO	5.8	5.6	4.4	23.0	23.0	22.4		

Gráfico No. 4 Velocidades de viento, promedio mensual en m/s, a 30 m Candelaria, Alotenango, Sacatepéquez



En las ilustraciones anteriores, se muestran que la velocidad promedio anual, para los años 2006 y 2007 fue de 5.8 y de 5.6 m/s, respectivamente.

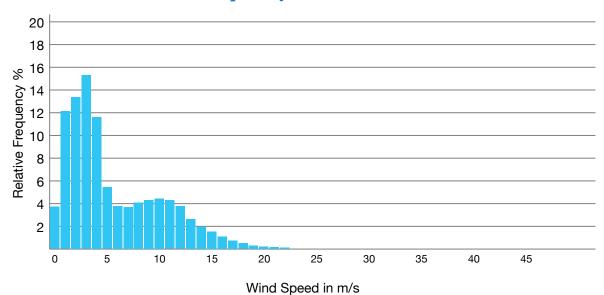
Mediante el uso del software de análisis de datos de viento de NRG se obtuvieron las gráficas de la "Rosa de Viento", en la que se observa que para los años 2006 y 2007, la dirección predominante es noreste; igualmente, la mayor cantidad de energía se obtiene en esa misma dirección.



En las siguientes gráficos se presenta la frecuencia de la distribución de velocidades para los años 2006 y 2007.

Site Information: Project: Mediciónes Location: Finca Candelaria Elevation: 1091 Sensor on channel 2: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:25020 16/01/2006 to 31/12/2006 Frequency Distribution Ch 2 SITE 0030 Alotenango, sacatéquez

#### Frequency Distribution



Site Information: Project: Mediciónes Location: Finca Candelaria Elevation: 1091 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:25020 01/01/2007 to 31/12/2007 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0030 Alotennago, Sacatepéquez

#### Frequency Distribution

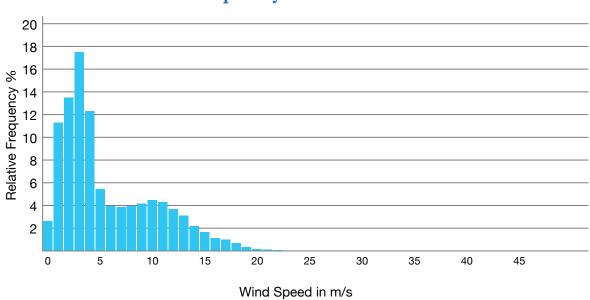
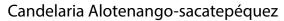
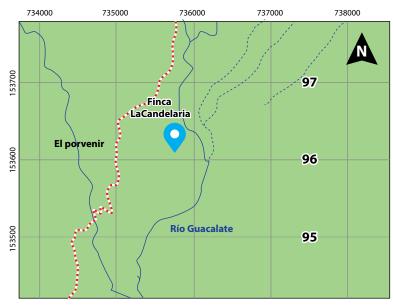


Imagen del sitio en donde se instaló la torre de medición, localizada en la finca Candelaria, Alotenango, departamento de Sacatepéquez.

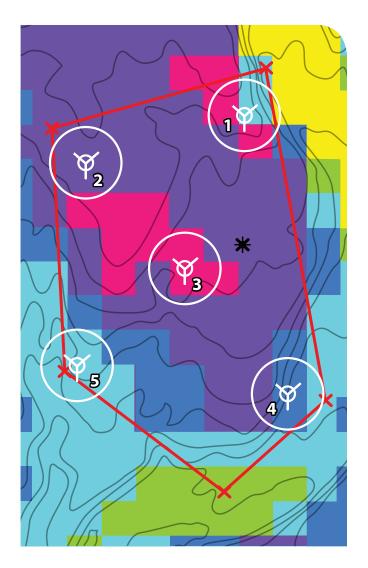


Mapa de localización en donde se encontraba instalada la torre de medición.





#### MAPA DE POTENCIAL EÓLICO Y DE UBICACIÓN DE LAS TURBINAS



∀ -Turbine
Boundary points
Boundary
Anemometry mast

# -Wind Speed 0.00 - 5.00 m/s 5.00 - 5.50 m/s 5.50 - 6.00 m/s 6.00 - 6.50 m/s 6.50 - 7.00 m/s 7.00 - 7.50 m/s

7.50 - 100 m/s

De acuerdo al estudio realizado por POYRY de Finlandia, con una extrapolación de los datos a 60 y a 80 metros de altura, las velocidades promedio son de 6.6 m/s y 6.9 m/s, respectivamente, se planteó el desarrollo de un proyecto en la finca Candelaria, Alotenango, Sacatepéquez, con las siguientes características:

- Capacidad a instalarse: Cuatro turbinas Vestas V52 (850 KW) o cuatro turbinas Suzlon S88 (2,100 KW).
- Producción de energía: Para una turbina Vestas V52 es de 1,966 MWh/año y para una turbina Suzlon S88 es de 5,247 MWh/año.
- Factor de capacidad (%): 26.4 (utilizando turbinas Vestas V52) y 28.5 (utilizando turbinas Suzlon S88).

### MAPA DE POTENCIAL DE GENERACIÓN

A continuación se muestra el mapa de potencial eólico de la finca Candelaria y la ubicación de las turbinas propuestas.

#### **EVENTOS:**

Durante el tiempo que duró la medición en el sitio, se dieron los siguientes eventos:

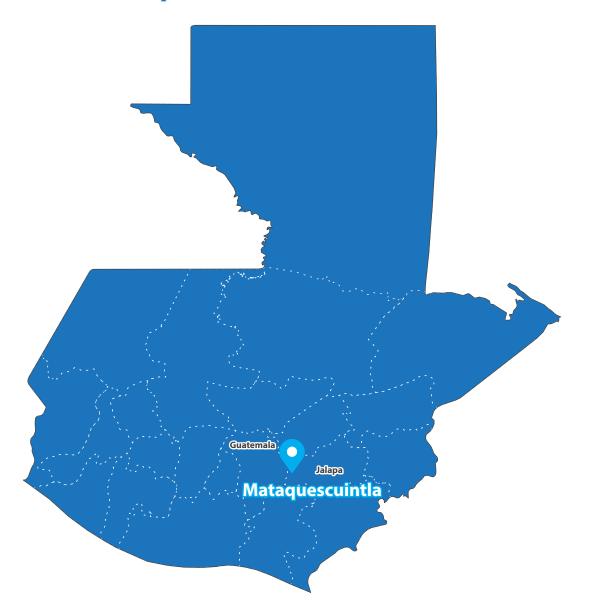
- El sensor de la dirección de viento dejó de funcionar el 24 de septiembre de 2006 y fue reemplazado el 6 de febrero de 2007; y a partir de esta fecha empezó a registrar nuevamente la dirección del viento.
- No hubo registros de información en el periodo comprendido del 18 de abril al 15 de mayo de 2007, debido a fallas en la tarjeta de almacenamiento.
- Los fuertes vientos que se dieron durante el mes de enero de 2008, dañaron el anemómetro No.1 (instalado a 30 m de altura), provocando con ello, mediciónes erróneas de velocidad a partir de esa fecha.

# RESULTADOS TORRE MEDICIÓN EÓLICA "SAMORORO, MATAQUESCUINTLA"

#### UBICACIÓN DE LA TORRE

La torre de medición de variables eólicas se instaló en la aldea Samororo, municipio de Mataquescuintla, departamento de Jalapa. Existe una distancia de 55 kilómetros de la ciudad capital al sitio por la carretera a San José Pínula.

Mapa No. 6. Ubicación de la torre.



Las coordenadas geográficas del sitio donde se encontraba instalada la torre son:

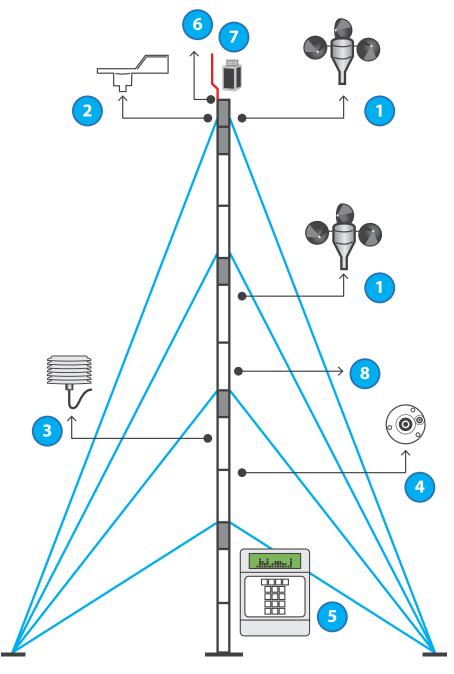
Latitud Norte: N 14° 30' 41.0" Longitud Oeste: W 90° 16' 59.8" Altitud: 1,852 msnm

#### COMPONENTES DE LA TORRE DE MEDICIÓN

La torre de medición eólica instalada cuenta con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos y lo almacena en un registrador de datos (data logger).

La marca de la torre es NRG y posee los equipos y componentes siguientes:

- 1. Dos medidores de velocidad, instalados uno a 30 y el otro a 20 metros de altura (calibrados).
- 2. Un medidor de dirección de viento, ubicado a 30 metros de altura.
- 3. Un sensor de temperatura.
- 4. Un sensor de radiación solar.
- 5. Un registrador (data logger).
- 6. Un pararrayo y sus varillas de tierra.
- 7. Una Baliza.
- 8. Torre tipo tubular de 30 metros de altura, con sus tensores y anclas.



# IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS Y SUS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

#### IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Altura de Instalación (m)
DATA LOGGER	Symphonie	3147	10251	2
Anemómetros	NRG #40C	1900	ver tabla	30 y 20
Veletas	NRG #200P	1904	-	30
Sensor de Temperatura	NRG #110S	1906	-	5
Sensor de Radiación	Li-Cor Li-200SA	1948	54617	5

#### PARÁMETROS DE LOS ANEMÓMETROS INSTALADOS

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
	ND0 #400	31110	0.763	0.35	30
Anemómetros	NRG #40C	31109	0.763	0.35	20

#### **VELETAS INSTALADAS**

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación	
Veletas	NRG #200P	-	0.351	0	30	

#### INFORMACIÓN DE SITIO PROGRAMADA EN EL DATA LOGGER

Componente	Modelo	Fecha y Hora	Número de Sitio	Unidades	Altitud	Latitud y Longitud	Password de Datos
Data Logger	Symphonie	23/01/2006 00:00 a.m. -6 GMT	0050	SI	1852m	N 14° 30.684' W 90° 16.998'	No

#### PROGRAMACIÓN DE CANALES EN EL DATA LOGGER

Canal	Tipo	Leyenda	Factor de Escala	Offset	Unidades	Altura	No. de Serie
1	Frecuencia	NRG #40C ANEM m/s	0.763	0.35	m/s	30m	31110
2	Frecuencia	NRG #40C ANEM m/s	0.763	0.35	m/s	20m	31109
3	Frecuencia						
4							
5							
6							
7	Analógico	#200P VELETA	0.351	0	Grado	30m	-
8	Analógico						
9	Analógico	#110S Temp. o C	0.136	-86.383	оС	5m	-
10	Analógico	PIRANOMETRO W/M2	1.263	0	W/m2	5m	54617
11							
12							

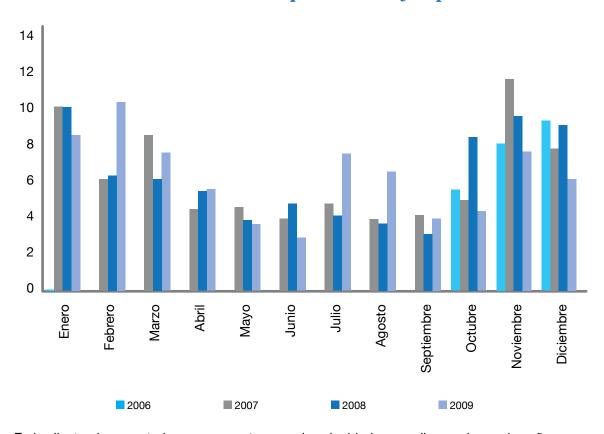
#### RESULTADOS DE LA MEDICIÓN EÓLICA

La torre instalada en la aldea Samororo, Mataquescuintla, Jalapa; se identificó con el número 0050, empezó su periodo de medición el 23 de octubre de 2006 y terminó el 24 de febrero de 2010, cuando se desinstaló por haber cumplido con el tiempo mínimo de medición recomendado para este tipo de proyecto (dos años). A continuación se presentan los principales resultados de la medición:

Cuadro No. 5 Mediciónes torre Samororo, Mataquescuintla, Jalapa

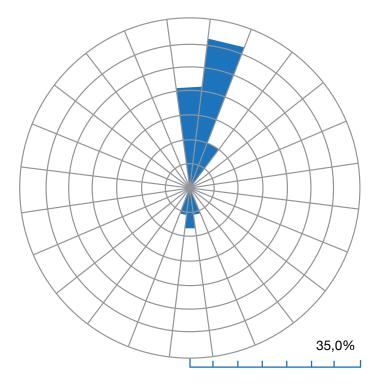
0050	<b>Ve</b> l	locidad ı	m/s a 30	m	Temperatura ºC			Radiación W/m²				
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
Enero		10.1	10.1	8.5		16.2	15.3	15.4		242.7	231.4	212.9
Febrero		6.0	6.3	10.3		16.6	16.2	15.1		258.7	204.6	241.7
Marzo		8.5	6.1	7.6		16.8	16.3	15.4		251.1	231.6	234.1
Abril		4.4	5.4	5.5		18.1	17.4	17.8		233.0	215.7	185.2
Мауо		4.5	3.8	3.6		18.1	17.7	17.4		190.1	189.2	183.2
Junio		3.9	4.7	2.8		17.7	17.2	17.3		184.3	180.7	171.5
Julio		4.7	4.0	7.5		17.8	17.0	18.3		204.4	178.6	240.4
Agosto		3.8	3.6	6.5		17.4	17.3	18.2		182.8	163.3	193.4
Septiembre		4.0	3.0	3.9		17.1	17.2	18.0		178.6	150.1	168.7
Octubre	5.5	4.9	8.4	4.3	17.4	16.3	16.6	17.7	183.7	149.5	179.6	179.0
Noviembre	7.9	11.6	9.6	7.6	15.8	15.9	14.7	16.5	200.7	230.0	230.6	194.6
Diciembre	9.3	7.8	9.1	6.0	16.2	16.0	15.5	16.3	207.8	232.1	207.6	195.4
PROMEDIO	7.6	6.2	6.2	6.2	16.5	17.0	16.5	16.9	197.4	211.4	196.9	200.0

Gráfico No. 5 Velocidades de viento, promedio mensual en m/s, a 30 m Samororo, Mataquescuintla, Jalapa



En las ilustraciones anteriores, se muestran que la velocidad promedio anual, para los años 2007, 2008 y 2009, fue de 6.2 m/s, respectivamente. Para el mismo período, los valores de radiación solar promedio, estos se encuentran entre el rango de 196.9 y 211.4 W/m².

En el siguiente gráfico se muestra la "Rosa de Viento", en la que se observa que la dirección predominante del viento es Noreste; igualmente, la mayor cantidad de energía se obtiene en esta dirección.



En el siguiente gráfico se presenta la frecuencia de la distribución de los valores de velocidad del viento en m/s, medidos a 30 metros.

Site Information: Project: Mediciónes Location: Samororo Elevation: 1493 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:31110 01/01/2009 to 31/12/2009 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0050 Mataquescuintla, Jalapa

#### Frequency Distribution

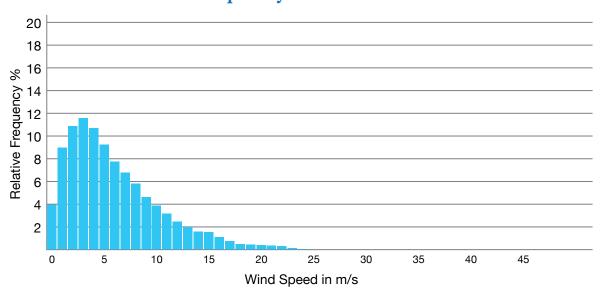


Imagen del sitio en donde se instaló la torre de medición, localizada en aldea Samororo, municipio de Mataquescuintla, departamento de Jalapa.



Mapa de localización en donde se encontraba instalada la torre de medición.

Samororo, municipio de Mataquescuintla, departamento de Jalapa



## MAPA DE POTENCIAL EÓLICO Y DE UBICACIÓN DE LAS TURBINAS

De acuerdo al estudio realizado por POYRY de Finlandia y con una extrapolación de los datos a 60 y 80 metros de altura, las velocidades de viento promedio anual son de 7.3 y 7.6 m/s, respectivamente, se estimó lo siguiente:

- Capacidad a instalarse: Dos turbinas Vestas V52 (850 KW) o dos turbinas Suzlon S88 de (2,100 kW).
- Producción de energía: Con una turbina Vestas V52 es de 2,088 MWh/año y con una turbina Suzlon S88 es de 5.635 MWh/año.
- Factor de capacidad (%): Con las turbinas Vestas V52, es de 28.0; y con las turbinas Suzlon S88 es de 30.6.

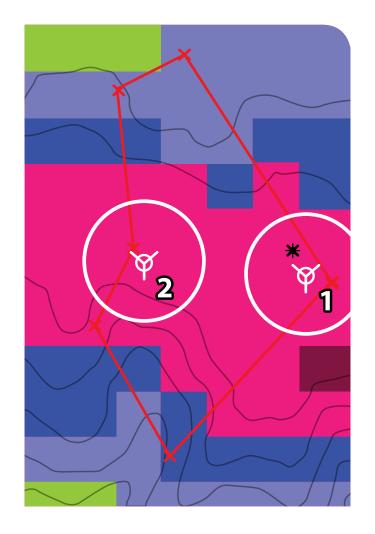
### MAPA DE POTENCIAL DE GENERACIÓN

Como se muestra el mapa de potencial eólico de Samororo y la ubicación de las turbinas propuestas.

#### **EVENTOS:**

Durante el tiempo que duró la medición en el sitio, se dieron los siguientes eventos:

- El medidor de la velocidad de viento ubicado a 20 metros de altura, presentó problemas en la medición a partir del 8 de enero de 2008, por lo que fue reemplazado el 13 de enero de ese mismo año.
- La veleta dejó de funcionar correctamente a partir del 11 de octubre de 2009, quedando en ese estado hasta la fecha de la desinstalación de toda la torre (24 de febrero de 2010).
- El 28 de enero de 2010, una de las conexiones del anemómetro instalado a 30 metros se dañó, y con ello, se interrumpió el registro de las mediciónes, quedando en ese estado hasta la fecha de la desinstalación de toda la torre (24 de febrero de 2010).





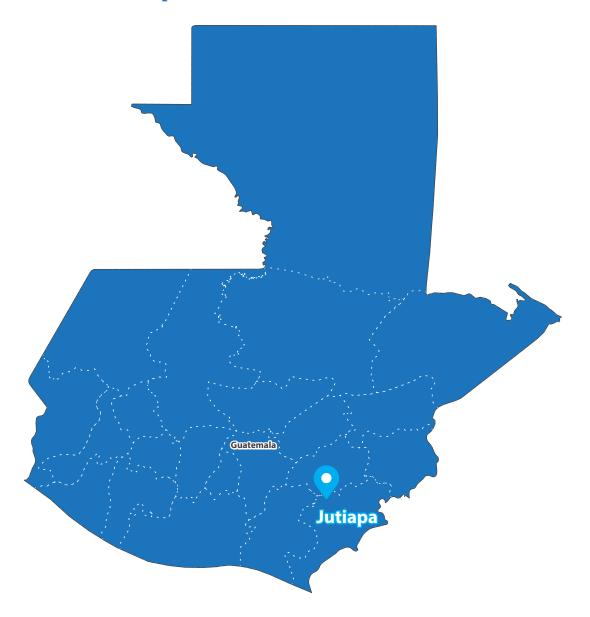


# RESULTADOS TORRE MEDICIÓN EÓLICA "DURAZNO, JUTIAPA"

#### UBICACIÓN DE LA TORRE

La torre de medición de variables eólicas se instaló en la aldea El Durazno, Cantón Valencia, del municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa. Existe una distancia 140 kilómetros de la ciudad capital al sitio.

Mapa No. 7. Ubicación de la torre.



Las coordenadas geográficas del sitio donde se encontraba instalada la torre son:

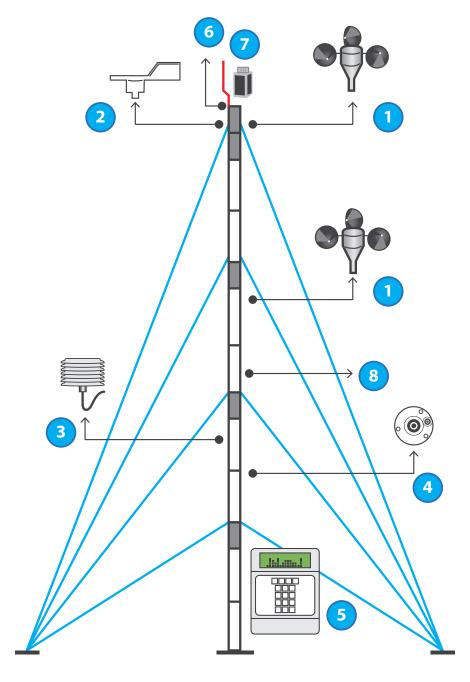
Latitud Norte: 14° 23' 5.9" Longitud Oeste: 90° 1' 39.2" Altitud: 1,850 msnm

#### COMPONENTES DE LA TORRE DE MEDICIÓN

La torre de medición eólica instalada cuenta con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos y lo almacena en un registrador de datos (data logger).

La marca de la torre es NRG y posee los equipos y componentes siguientes:

- 1. Dos medidores de velocidad, instalados uno a 30 y el otro a 20 metros de altura (calibrados).
- 2. Un medidor de dirección de viento, ubicado a 30 metros de altura.
- 3. Un sensor de temperatura.
- 4. Un sensor de radiación solar.
- 5. Un registrador (data logger).
- 6. Un pararrayo y sus varillas de tierra.
- 7. Una Baliza.
- 8. Torre tipo tubular de 30 metros de altura, con sus tensores y anclas.



# IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS Y SUS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

#### IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Altura de Instalación (m)
DATA LOGGER	Symphonie	3147	10269	2
Anemómetros	NRG #40C	1900	ver tabla	30 y 20
Veletas	NRG #200P	1904	-	30
Sensor de Temperatura	NRG #110S	1906	-	6
Sensor de Radiación	Li-Cor Li-200SA	1948	54618	5

#### PARÁMETROS DE LOS ANEMÓMETROS INSTALADOS

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
	NIDO #400	31116	0.761	0.35	30
Anemómetros	NRG #40C	31115	0.765	0.35	20

#### **VELETAS INSTALADAS**

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación	
Veletas	NRG #200P	-	0.351	0	30	

#### INFORMACIÓN DE SITIO PROGRAMADA EN EL DATA LOGGER

Componente	Modelo	Fecha y Hora	Número de Sitio	Unidades	Altitud	Latitud y Longitud	Password de Datos
Data Logger	Symphonie	24/10/2006 17:00 p.m. -6 GMT	0060	SI	1850m	N 14° 23.098' W 090°01.653'	No

#### PROGRAMACIÓN DE CANALES EN EL DATA LOGGER

Canal	Tipo	Leyenda	Factor de Escala	Offset	Unidades	Altura	No. de Serie
1	Frecuencia	NRG #40C ANEM m/s	0.761	0.35	m/s	30m	31116
2	Frecuencia	NRG #40C ANEM m/s	0.765	0.35	m/s	20m	31115
3	Frecuencia						
4							
5							
6							
7	Analógico	#200P VELETA	0.351	0	Grado	30m	-
8	Analógico						
9	Analógico	#110S Temp. o C	0.136	-86.383	оС	6m	-
10	Analógico	PIRANOMETRO W/M2	1.203	0	W/m2	5m	54618
11							
12							

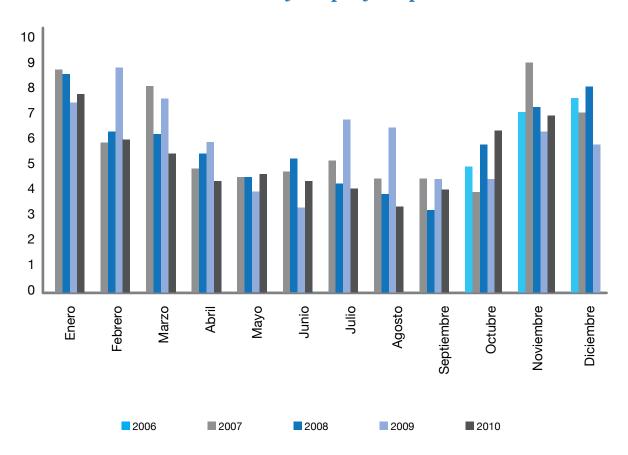
#### RESULTADOS DE LA MEDICIÓN EÓLICA

La torre instalada en la aldea El Durazno, Cantón Valencia, del municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa; se identificó con el número 0060, empezó su periodo de medición el 24 de octubre de 2006 y terminó el 11 de noviembre de 2010, cuando se desinstaló por haber cumplido con el tiempo de medición recomendado para este tipo de proyecto (dos años). A continuación se presentan los principales resultados de la medición:

Cuadro No. 8 Mediciónes torre Durazno, Jutiapa, Jutiapa

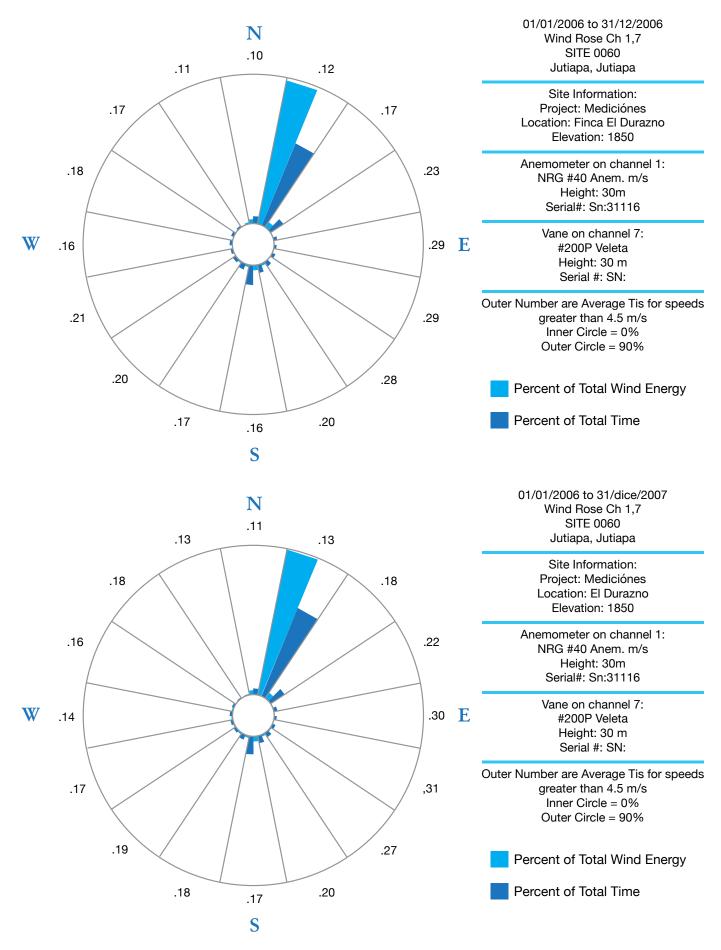
0050		Veloci	dad m/s a	a 30 m			Rad	diación W	/m²	
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Enero		8.6	8.5	7.3	7.7		233.0	214.4	225.9	229.1
Febrero		5.8	6.2	8.7	5.9		259.5	223.2	249.1	219.6
Marzo		7.9	6.1	7.5	5.4		235.9	208.2	229.7	229.0
Abril		4.8	5.4	5.8	4.3		212.9	213.2	225.2	176.3
Мауо		4.5	4.5	3.9	4.6		198.3	207.0	188.2	184.5
Junio		4.7	5.2	3.3	4.3		214.0	168.2	181.3	188.0
Julio		5.1	4.2	6.7	4.0		227.8	195.3	228.8	173.1
Agosto		4.4	3.8	6.4	3.3		180.2	193.5	215.9	158.5
Septiembre		4.4	3.2	4.4	4.0		180.6	156.3	181.1	138.3
Octubre	4.9	3.9	5.7	4.4	6.3	201.3	154.9	166.7	194.3	200.9
Noviembre	7.0	8.9	7.2	6.2	6.9	214.4	227.6	223.5	190.5	203.7
Diciembre	7.5	7.0	8.0	5.7		206.3	235.6	220.2	196.7	
PROMEDIO	6.5	5.8	5.7	5.9	5.2	207.9	213.4	199.1	208.9	191.0

Gráfico No. 8 Velocidades de viento promedio mensual en m/s, a 30 m Durazno, Jutiapa, Jutiapa



En las ilustraciones anteriores, se muestran que la velocidad promedio anual, para los años 2007, 2008 y 2009, fue de 5.8, 5.7 y 5.9 m/s, respectivamente. Para el mismo período, los valores de radiación solar promedio, estos se encuentran entre el rango de 199.1 y 213.4 W/m².

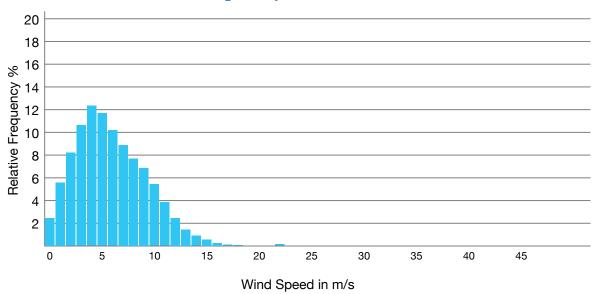
En base al software de análisis de datos de viento de NRG, en las siguientes gráficas se muestra la "Rosa de Viento", en la que se observa que la dirección del viento es predominante noreste; igualmente, la mayor cantidad de energía se obtiene en esta dirección.



En los siguientes gráficos se presentan frecuencia de la distribución de velocidades medida a una altura de 30 metros para los años 2007 y 2009.

Site Information: Project: Mediciónes Location: El Durazno Elevation: 1850 Sensor on channel 2: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:31116 01/01/2007 to 31/12/2007 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0060 Jutiapa, Jutiapa

#### Frequency Distribution



Site Information: Project: Mediciónes Location: El Durazno Elevation: 1850 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:31116 01/01/2009 to 31/12/2009 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0060 Jutiapa, Jutiapa

#### Frequency Distribution

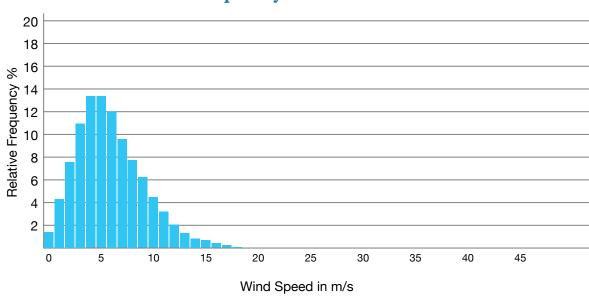
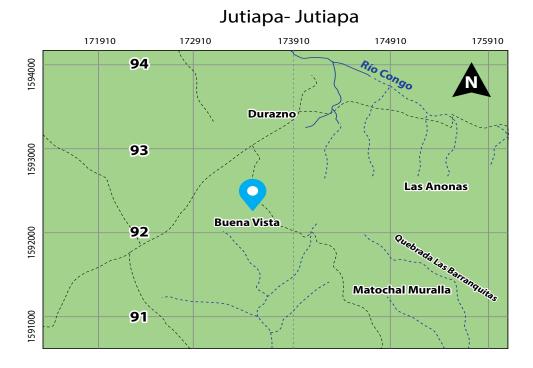


Imagen del sitio en donde se instaló la torre de medición en la aldea El Durazno, Cantón Valencia, municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa.



Mapa de localización en donde se encontraba instalada la torre de medición.



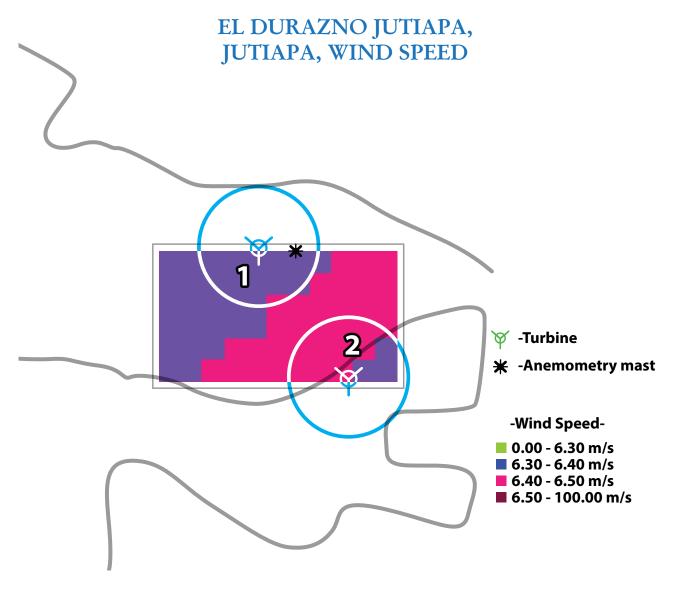
#### MAPA DE POTENCIAL EÓLICO Y DE UBICACIÓN DE LAS TURBINAS

De acuerdo al estudio realizado por POYRY de Finlandia y con una extrapolación de los datos a 60 y 80 metros de altura, las velocidades de viento promedio anual son de 7.3 y 7.6 m/s, respectivamente, se estimó lo siguiente:

- Capacidad: Dos turbinas Vestas V52 (850 KW) o dos turbinas Suzlon S88 de (2,100 kW).
- Producción de energía: Con una turbina Vestas V52 es de 1,573 MWh/año y con una turbina Suzlon S88 es de 4,496 MWh/año.
- Factor de capacidad (%): Con las turbinas Vestas V52, es de 21.4; y con las turbinas Suzlon S88 es de 24.4.

### MAPA DE POTENCIAL DE GENERACIÓN

A continuación se muestra el mapa de potencial eólico en el Durazno, Cantón Valencia, Jutiapa, Jutiapa y la ubicación de las turbinas propuestas.

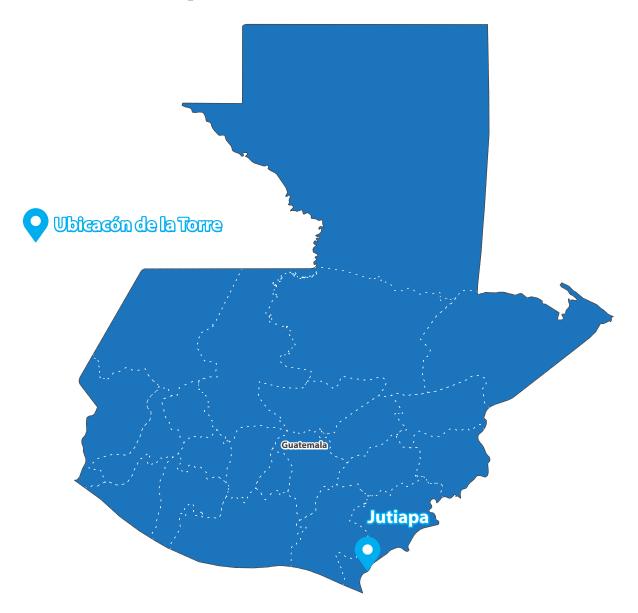


# RESULTADOS TORRE MEDICIÓN EÓLICA "SALAMAR, MOYUTA"

#### UBICACIÓN DE LA TORRE

La torre de medición de variables eólicas se instaló en la aldea Salamar, ciudad Pedro de Alvarado, municipio de moyuta, departamento de jutiapa. Existe una distancia de 164 kilómetros de la cuidad capital al sitio.

Mapa No. 8. Ubicación de la torre.



Las coordenadas geográficas del sitio donde estaba instalada la torre son:

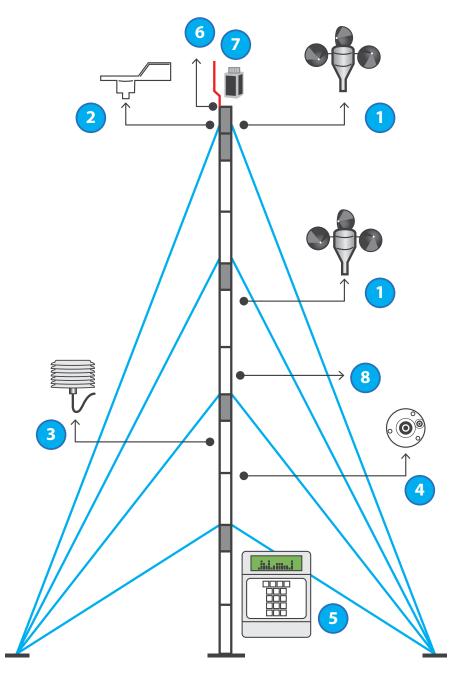
Latitud Norte: 13° 51' 24.5" Longitud Oeste: 90° 06' 21.1" Altitud: 32 msnm

#### COMPONENTES DE LA TORRE DE MEDICIÓN

La torre de medición eólica instalada cuenta con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos y lo almacena en un registrador de datos (data logger).

La marca de la torre es NRG y posee los equipos y componentes siguientes:

- 1. Dos medidores de velocidad, instalados uno a 30 y el otro a 20 metros de altura (calibrados).
- 2. Un medidor de dirección de viento, ubicado a 30 metros de altura.
- 3. Un sensor de temperatura.
- 4. Un sensor de radiación solar.
- 5. Un registrador (data logger).
- 6. Un pararrayo y sus varillas de tierra.
- 7. Una Baliza.
- 8. Torre tipo tubular de 30 metros de altura, con sus tensores y anclas.



# IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS Y SUS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

#### IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Altura de Instalación (m)
DATA LOGGER	Symphonie	3147	10270	2
Anemómetros	NRG #40C	1900	ver tabla	30 y 20
Veletas	NRG #200P	1904	-	30
Sensor de Temperatura	NRG #110S	1906	-	5
Sensor de Radiación	Li-Cor Li-200SA	1948	54619	5

#### PARÁMETROS DE LOS ANEMÓMETROS INSTALADOS

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
	NIDO #400	31112	0.764	0.35	30
Anemómetros	NRG #40C	31111	0.763	0.35	20

#### **VELETAS INSTALADAS**

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
Veletas	NRG #200P	-	0.351	150	30

#### INFORMACIÓN DE SITIO PROGRAMADA EN EL DATA LOGGER

Componente	Modelo	Fecha y Hora	Número de Sitio	Unidades	Altitud	Latitud y Longitud	Password de Datos
Data Logger	Symphonie	28/10/2006 00:00 a.m. -6 GMT	0070	SI	32m	N 13° 51.347' W 90° 06.354'	No

#### PROGRAMACIÓN DE CANALES EN EL DATA LOGGER

Canal	Tipo	Leyenda	Factor de Escala	Offset	Unidades	Altura	No. de Serie
1	Frecuencia	NRG #40C Anem m/s	0.764	0.35	m/s	30 m	31112
2	Frecuencia	NRG #40C Anem m/s	0.763	0.35	m/s	20 m	31111
3	Frecuencia						
4							
5							
6							
7	Analógico	#200P Veleta	0.351	150	Grado	30 m	-
8	Analógico						
9	Analógico	#110S Temp C	0.136	-86.383	οС	5 m	-
10	Analógico	PIRANÓMETRO W/m2	1.214	0	W/m2	5 m	54619
11							
12							

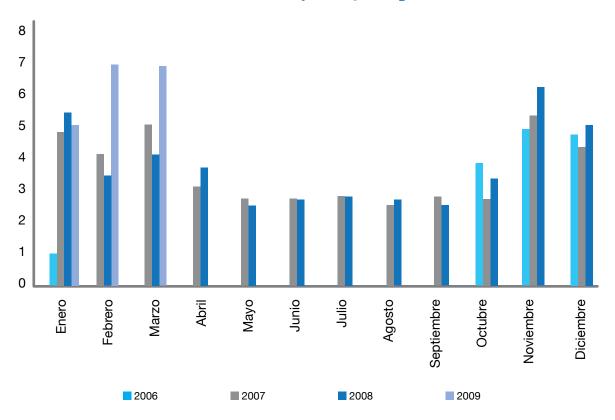
#### RESULTADOS DE LA MEDICIÓN EÓLICA

La torre instalada en Salamar, Ciudad Pedro de Alvarado, Moyuta, Jutiapa; se identificó con el número 0070, empezó su periodo de medición el 28 de octubre de 2006 y terminó el 28 de abril de 2009, cuando se desinstaló por haber cumplido con el tiempo de medición recomendado para este tipo de proyecto (dos años). A continuación se presentan los principales resultados de la medición:

Cuadro No. 9 Mediciónes torre Salamar, Moyuta, Jutiapa

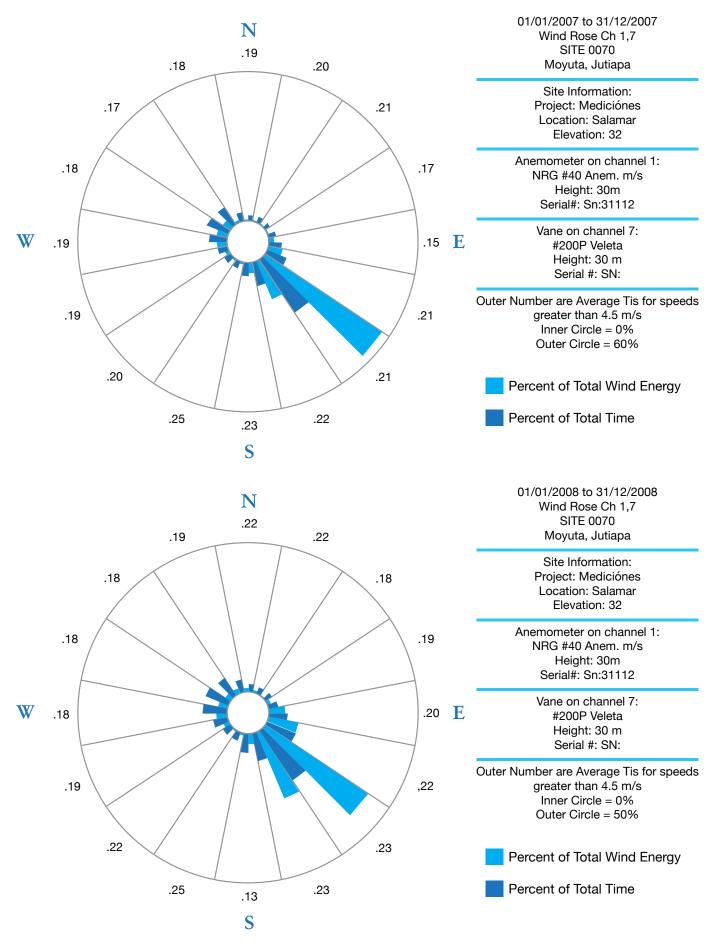
0050		Velocidad ı	m/s a 30 m		Radiación W/m²			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	
Enero		4.8	5.4	5.0		229.8	229.2	
Febrero		4.1	3.4	6.9		250.2	239.6	
Marzo		5.0	4.1	6.8		263.4	266.7	
Abril		3.1	3.7			265.0	254.7	
Мауо		2.7	2.5			208.3		
Junio		2.7	2.7			224.6		
Julio		2.8	2.8			219.5		
Agosto		2.5	2.7			207.0		
Septiembre		2.8	2.5			202.0		
Octubre	3.8	2.7	3.3		201.6	189.7		
Noviembre	4.9	5.3	6.2		219.5	227.7		
Diciembre	4.7	4.3	5.0		211.2	229.4		
PROMEDIO	4.5	3.6	3.7	6.2	210.6	226.4	247.6	

Gráfica No. 9 Velocidades de viento, promedio mensual en m/s, a 30 m Salamar, Moyuta, Jutiapa



En las ilustraciones anteriores, se muestra que la velocidad promedio anual, para los años 2007 y 2008, fue de 3.6 y 3.7 m/s, respectivamente. Para el año 2007, el valor de radiación solar promedio, fue de 226.4 W/m².

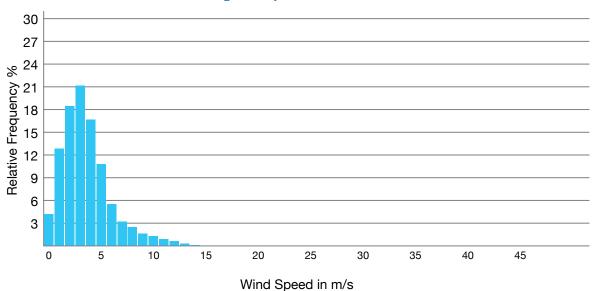
En base al software de análisis de datos de viento de NRG, en las siguientes gráficas se muestra la "Rosa de Viento", en la que se observa que la dirección del viento predominante es del sureste; igualmente, la mayor cantidad de energía se obtiene en esta dirección.



En las siguientes gráficas se presenta la frecuencia de la distribución de velocidades de viento medida a una altura de 30 metros para los años 2007 y 2008.

Site Information: Project: Mediciónes Location: Salamar Elevation: 32 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:31112 01/01/2007 to 31/12/2007 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0070 Moyuta, Jutiapa

#### Frequency Distribution



Site Information: Project: Mediciónes Location: Salamar Elevation: 32 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:31112 01/01/2008 to 31/12/2008 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0070 Moyuta, Jutiapa

#### Frequency Distribution

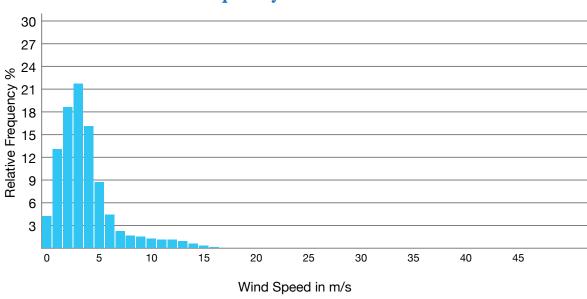
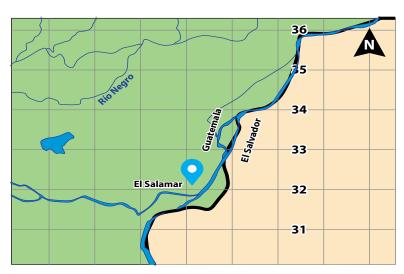


Imagen del sitio en donde se instaló la torre de medición en Salamar, Ciudad Pedro de Alvarado, municipio de Moyuta, departamento de Jutiapa.



## Mapa de localización en donde se encontraba instalada la torre de medición.



Moyuta- Jutiapa

#### **EVENTOS:**

Durante el tiempo que duró la medición en el sitio, se dieron los siguientes eventos:

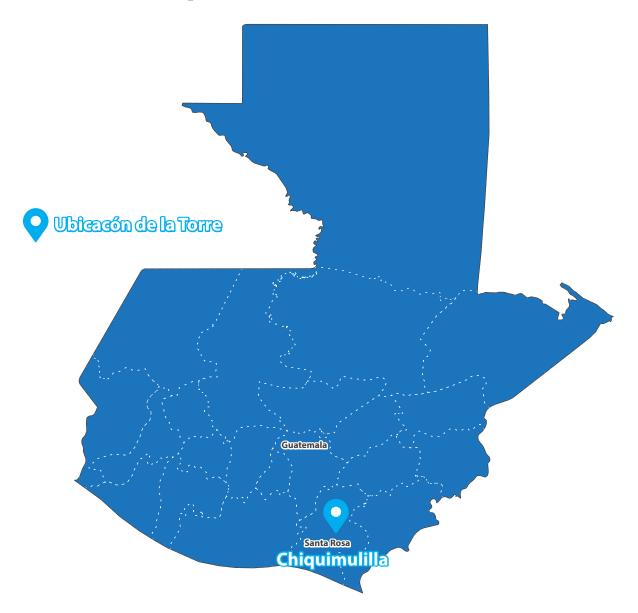
- El logger dejó de registrar las mediciónes de los equipos los días 21, 22, 29 y 30 de mayo de 2008; y a partir del 16 de marzo al 28 de abril de 2009 (fecha cuando se desinstaló la torre).
- El piranómetro dejó de funcionar a partir del 20 de mayo de 2008.

# RESULTADOS TORRE MEDICIÓN EÓLICA "GUAYABALES, CHIQUIMULILLA"

## UBICACIÓN DE LA TORRE

La torre de medición de variables eólicas se instaló en la aldea Guayabales, municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa. De la ciudad capital a Chiquimulilla existen 116 kilómetros y de ahí a Guayabales 14 kilómetros, para hacer un total de 130 kilómetros al sitio..

Mapa No. 9. Ubicación de la torre.



Las coordenadas geográficas del sitio donde estaba instalada la torre son:

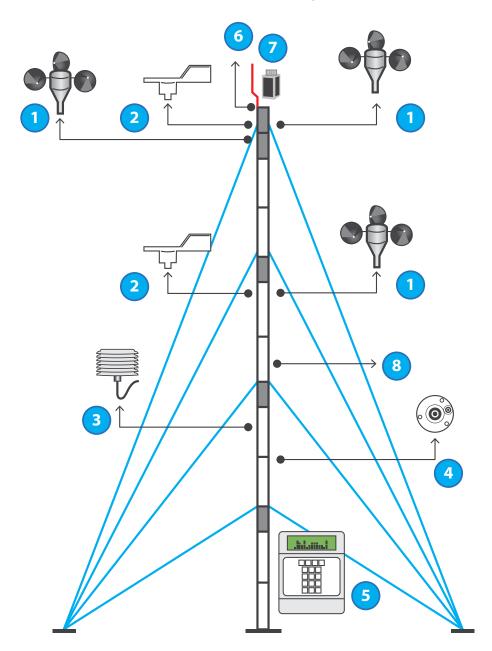
Latitud Norte: 14° 07' 2.8" Longitud Oeste: 90° 19' 7.6" Altitud: 769 msnm

#### COMPONENTES DE LA TORRE DE MEDICIÓN

La torre de medición eólica instalada cuenta con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos y lo almacena en un registrador de datos (data logger).

La marca de la torre es NRG y posee los equipos y componentes siguientes:

- 1. Tres medidores de velocidad, instalados dos a 30 y el otro a 20 metros de altura (calibrados).
- 2. Dos medidores de dirección de viento, instalados uno a 30 y el otro a 20 metros de altura.
- 3. Un sensor de temperatura.
- 4. Un sensor de radiación.
- 5. Un registrador (data logger).
- 6. Un pararrayo, con su alambre y dos varillas de tierra.
- 7. Una Baliza.
- 8. Torre de celosía de 30 metros de altura, con sus tensores y anclas.



# IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS Y SUS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

## IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Altura de Instalación (m)
DATA LOGGER	Symphonie	3147	Anterior 15149 Nuevo 15127	4.5
Anemómetros	NRG #40C	1900	ver tabla	30 y 20
Veletas	NRG #200P	1904	-	30
Sensor de Temperatura	NRG #110S	1906	-	8
Sensor de Radiación	Li-Cor Li-200SA	1948	62782	7

## PARÁMETROS DE LOS ANEMÓMETROS INSTALADOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
Anemómetros	NRG #40C	1900	49300	0.761	0.28	30
			49302	0.759	0.34	30
			49304	0.762	0.31	20

#### **VELETAS INSTALADAS**

Componente	Modelo	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
Wilster	NDO #000D	-	0.351	0	30
Veletas	NRG #200P	-	0.351	0	20

## INFORMACIÓN DE SITIO PROGRAMADA EN EL DATA LOGGER

Componente	Modelo	Fecha y Hora	Número de Sitio	Unidades	Altitud	Latitud y Longitud	Password de Datos
Data Logger	Symphonie	11/12/2007 10:30 a.m. -6 GMT	0800	SI	769m	N 14° 07.046' W 90° 19.126'	No

## PROGRAMACIÓN DE CANALES EN EL DATA LOGGER

Canal	Tipo	Leyenda	Factor de Escala	Offset	Unidades	Altura	No. de Serie
1	Frecuencia	NRG #40C Anem m/s	0.761	0.28	m/s	30 m	49300
2	Frecuencia	NRG #40C Anem m/s	0.759	0.34	m/s	30 m	49302
3	Frecuencia	NRG #40C Anem m/s	0.762	0.31	m/s	20 m	49304
4							
5							
6							
7	Analógico	#200P Veleta	0.351	0	GRADO	30 m	-
8	Analógico	#200P Veleta	0.351	0	GRADO	20 m	-
9	Analógico	#110S Temp C	0.136	-86.383	С	8 m	-
10	Analógico	PIRANOMETRO W/m²	1.242	0	W/m²	7 m	58120
11							
12							

## RESULTADOS DE LA MEDICIÓN EÓLICA

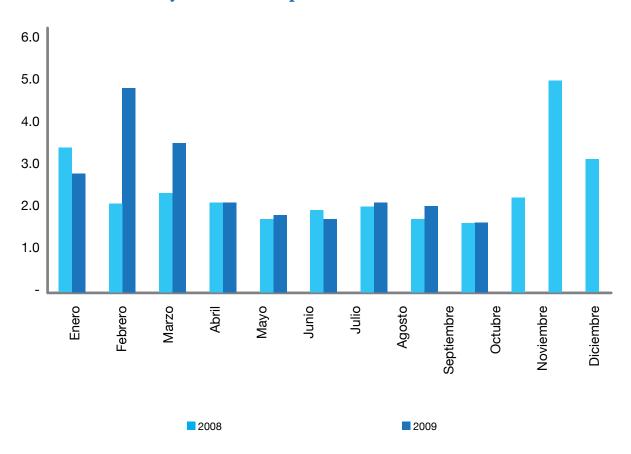
La torre instalada en la aldea Guayabales, municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa; se identificó con el número 0080, empezó su periodo de medición el 11 de diciembre de 2007 y terminó el 22 de septiembre de 2009, cuando la misma se desinstaló. A continuación se presentan los principales resultados de la medición:

Cuadro No. 10 Mediciónes torre Guayabales, Chiquimulilla, Santa Rosa

0060	Velocidad n	l m/s a 30 n	Tempera	atura °C	Radiación Solar W/m²		
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	
Enero	3.4	2.8	24.3	24.2	200.4	196.5	
Febrero	2.1	4.8	23.9	24.1	190.5	215.3	
Marzo	2.3	3.5	24.3	24.1	202.5	219.4	
Abril	2.1	2.1	24.7	25.2	n/d	208.6	
Мауо	1.7	1.8	24.3	24.3	n/d	110.5	
Junio	1.9	1.7	24.1	23.9	n/d	n/d	
Julio	2.0	2.1	24.0	25.3	164.6	150.3	
Agosto	1.7	2.0	24.5	24.8	160.1	222.2	
Septiembre	1.6	1.6	30.5	24.6	123.6	208.8	
Octubre	2.2						
Noviembre	5.0						
Diciembre	3.1		24.3		192.5		
PROMEDIO	2.4	2.5	24.9	24.5	176.3	191.5	

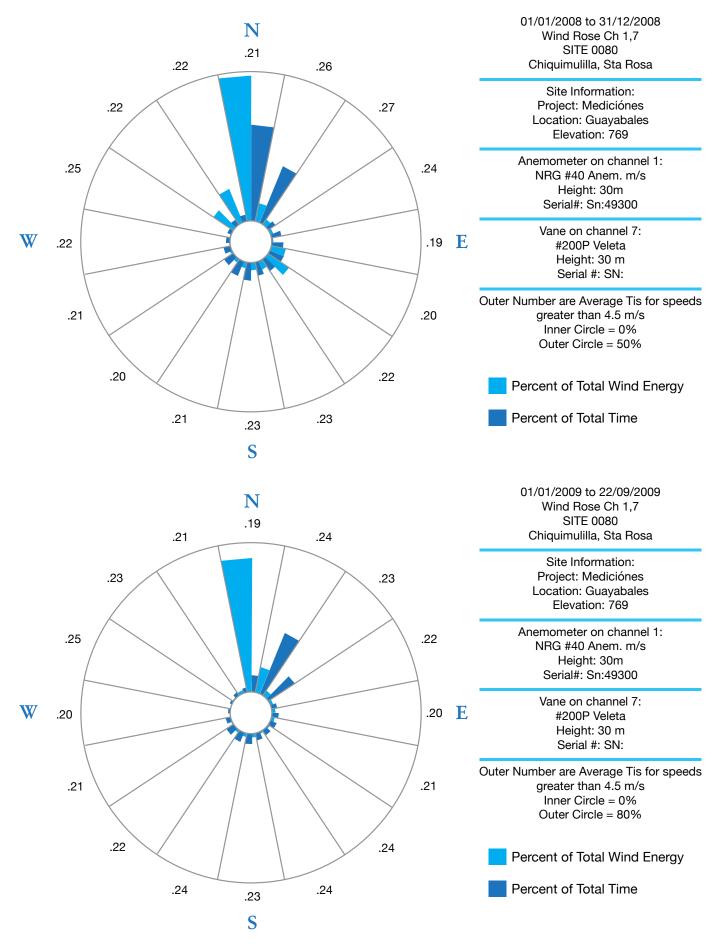
(\*) n/d = información no disponible

Gráfica No. 10 Velocidades de viento, promedio mensual en m/s, a 30 m Guayabales, Chiquimulilla, Santa Rosa



En las ilustraciones anteriores, se muestra que la velocidad promedio anual, para el año 2008, fue de 2.4 m/s.

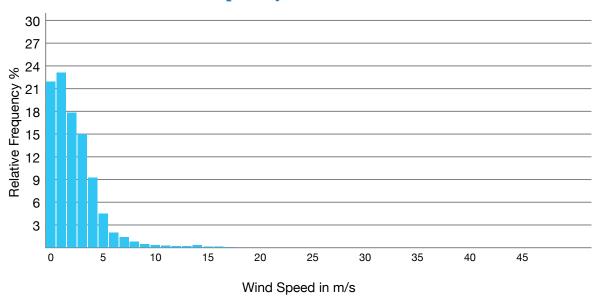
En base al software de análisis de datos de viento de NRG, en las siguientes gráficas se muestra la "Rosa de Viento", en la que se observa que la dirección del viento predominante es del norte; igualmente, la mayor cantidad de energía se obtiene en esta dirección



En las siguientes gráficas se presenta frecuencia de la distribución de velocidades de viento medida a una altura de 30 metros para los años 2008 y 2009.

Site Information: Project: Mediciónes Location: Guayabales Elevation: 769 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:49300 01/01/2008 to 31/12/2008 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0080 Chiquimulilla, Sta Rosa

#### Frequency Distribution



Site Information: Project: Mediciónes Location: Guayabales Elevation: 769 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:49300 01/01/2009 to 22/09/2009 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0080 Chiquimulilla, Sta Rosa

#### Frequency Distribution

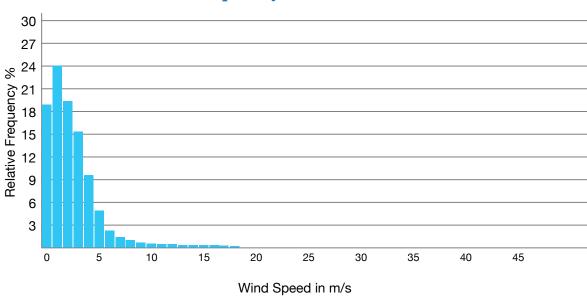
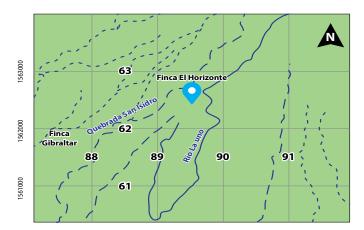


Imagen del sitio en donde se instaló la torre de medición en la aldea Guayabales, municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa.



## Mapa de localización en donde se encontraba instalada la torre de medición.





#### **EVENTOS:**

Durante el tiempo que duró la medición en el sitio, se dieron los siguientes eventos:

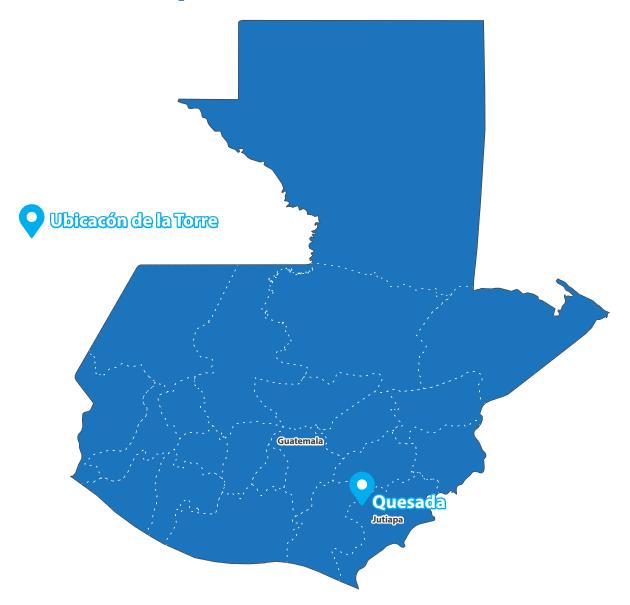
- El 12 de abril de 2008 dejó de funcionar el piranómetro y se reemplazó el 2 de julio de 2008 (nuevo número de serie PY58118).
- El 26 de septiembre de 2008, nuevamente el piranómetro deja de funcionar y se reemplaza por otro el 25 de noviembre de 2008 (con número de serie PY59904).
- El 20 de mayo de 2009, el piranómetro se daña y deja de medir, por lo cual es cambiado por otro el 15 de julio de 2009 (con número de serie PY62782).
- El 26 de septiembre de 2008, el sensor de temperatura deja de funcionar y se reemplaza el 25 de noviembre de 2008.
- Finalmente, el 11 de noviembre de 2008, se detecta fallas de voltaje en el data logger, por lo que el 25 del mismo mes se cambia dicho aparato (con el número de serie 309015127).

# RESULTADOS TORRE MEDICIÓN EÓLICA "LA BREA, QUESADA"

## UBICACIÓN DE LA TORRE

La torre de medición de variables eólicas se instaló en la aldea La Brea, municipio de Quesada, departamento de Jutiapa. De la ciudad capital a Quesada existen 105 kilómetros y de ahí al sitio hay 10 kilómetros, para hacer un total de 115 kilómetros de la ciudad capital al sitio.

Mapa No. 10. Ubicación de la torre.



Las coordenadas geográficas del sitio donde estaba instalada la torre son:

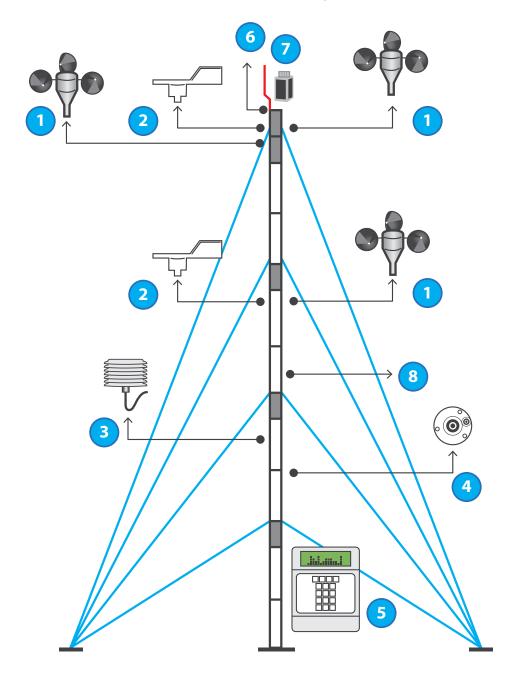
Latitud Norte: 14° 20' 7.3" Longitud Oeste: 90° 04' 2.0" Altitud: 1,318 msnm

## COMPONENTES DE LA TORRE DE MEDICIÓN

La torre de medición eólica instalada cuenta con equipo que recolectan datos sobre el comportamiento del viento, en periodos de diez minutos y lo almacena en un registrador de datos (data logger).

La marca de la torre es NRG y posee los equipos y componentes siguientes:

- 1. Tres medidores de velocidad, instalados dos a 30 y el otro a 20 metros de altura (calibrados).
- 2. Dos medidores de dirección de viento, instalados uno a 30 y el otro a 20 metros de altura.
- 3. Un sensor de temperatura.
- 4. Un sensor de radiación.
- 5. Un registrador (data logger).
- 6. Un pararrayo, con su alambre y dos varillas de tierra.
- 7. Una Baliza.
- 8. Torre de celosía de 30 metros de altura, con sus tensores y anclas.



## IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS Y SUS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

## IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Altura de Instalación (m)
DATA LOGGER	Symphonie	3147	15151	14
Anemómetros	NRG #40C	1900	ver tabla	30 y 20
Veletas	NRG #200P	1904	-	30
Sensor de Temperatura	NRG #110S	1906	-	8
Sensor de Radiación	Li-Cor Li-200SA	1948	58119	15

## PARÁMETROS DE LOS ANEMÓMETROS INSTALADOS

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
Anemómetros	NRG #40C	1900	49316	0.759	0.34	30
			49317	0.761	0.34	30
			49314	0.760	0.33	20

#### **VELETAS INSTALADAS**

Componente	Modelo	Número de Ítem	Número de Serie	Número de (slope)	Offset	Altura de Insatalación
White	NDO HOOOD	1904		0.351	0	30
Veletas	NRG #200P			0.351	0	20

## INFORMACIÓN DE SITIO PROGRAMADA EN EL DATA LOGGER

Componente	Modelo	Fecha y Hora	Número de Sitio	Unidades	Altitud	Latitud y Longitud	Password de Datos
Data Logger	Symphonie	10/12/2007 15:50 P.m. -6 GMT	0090	SI	1,318m	N 14° 20.122' W 90° 04.034'	No

## PROGRAMACIÓN DE CANALES EN EL DATA LOGGER

Canal	Tipo	Leyenda	Factor de Escala	Offset	Unidades	Altura	No. de Serie
1	Frecuencia	NRG #40C Anem m/s	0.759	0.34	m/s	30 m	49316
2	Frecuencia	NRG #40C Anem m/s	0.761	0.34	m/s	30 m	49317
3	Frecuencia	NRG #40C Anem m/s	0.760	0.33	m/s	20 m	49314
4							
5							
6							
7	Analógico	#200P Wind Vane	0.351	0	GRADO	30 m	-
8	Analógico	#200P Wind Vane	0.351	0	GRADO	20 m	-
9	Analógico	#110S Temp C	0.136	-86.383	С	8 m	-
10	Analógico	PIRANOMETRO W/m²	1.326	0	W/m²	7 m	58119
11							
12							

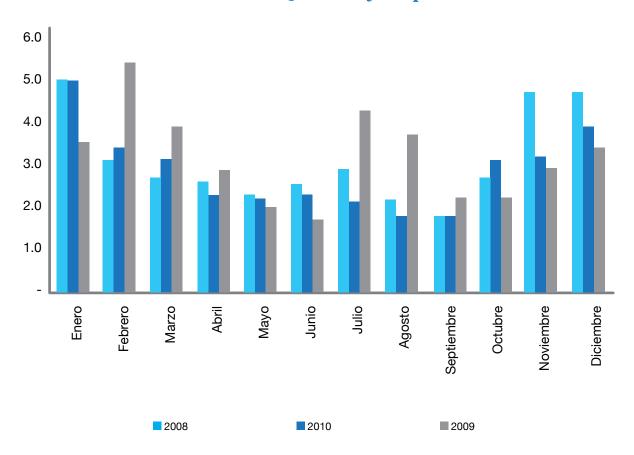
## RESULTADOS DE LA MEDICIÓN EÓLICA

La torre instalada en la aldea La Brea, municipio de Quesada, departamento de Jutiapa; se identificó con el número 0090, empezó su periodo de medición el 13 de diciembre de 2007 y terminó el 10 de enero de 2011, cuando la misma se desinstaló. A continuación se presentan los principales resultados de la medición:

Cuadro No. 11 Mediciónes torre La Brea, Quesada, Jutiapa

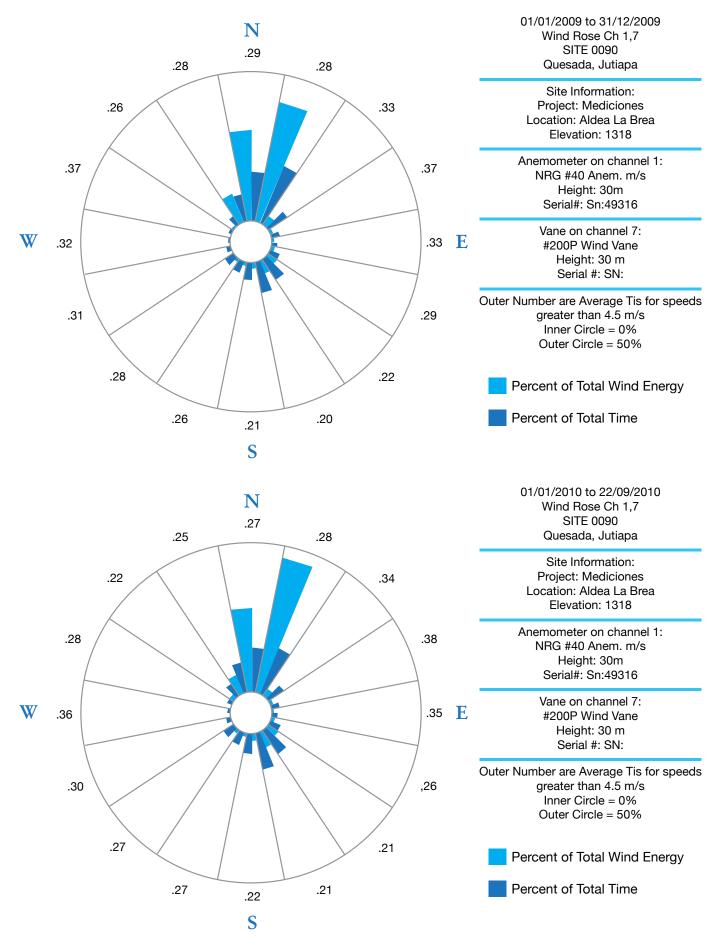
0050	Veloc	cidad m/s a	30 m	Radiación W/m²			
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	
Enero	5.0	3.5	5.0	225.0	225.1	231.5	
Febrero	3.1	5.4	3.4	214.1	252.7	230.1	
Marzo	2.7	3.9	3.1	198.4	250.2	253.7	
Abril	2.6	2.9	2.3	223.4	239.6	194.6	
Мауо	2.3	2.0	2.2	187.9	181.9	172.6	
Junio	2.5	1.7	2.3	180.9	181.1	186.7	
Julio	2.9	4.3	2.1	214.6	252.8	189.6	
Agosto	2.2	3.7	1.8	210.6	253.5	177.1	
Septiembre	1.8	2.2	1.8	179.0	212.4	154.1	
Octubre	2.7	2.2	3.1	156.8	209.9	205.2	
Noviembre	4.7	2.9	3.2	234.2	197.8	200.0	
Diciembre	4.5	3.4	3.9	221.3	205.8	220.9	
PROMEDIO	3.1	3.2	2.9	203.9	221.9	201.3	

Gráfica No. 11 Velocidades de viento, promedio mensual en m/s, a 30 m La Brea, Quesada, Jutiapa



En las ilustraciones anteriores, se muestra que la velocidad promedio anual, para los años 2008, 2009 y 2010 fue de 3.1, 3.2, y 2.9 m/s, respectivamente. Para el mismo periodo los valores de radiación solar promedio, estos se encuentran entre el rango de 201.3 y 221.9 W/m².

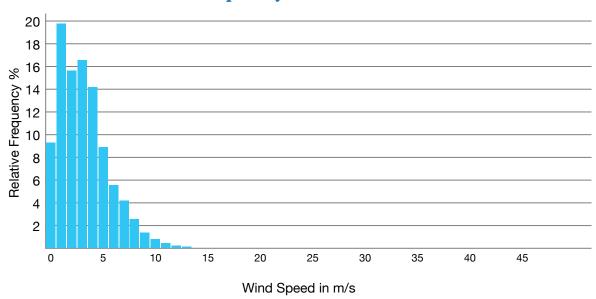
En base al software de análisis de datos de viento de NRG, en las siguientes gráficas se muestra la "Rosa de Viento", en la que se observa que la dirección del viento predominante es del norte; igualmente, la mayor cantidad de energía se obtiene en esta dirección.



En las siguientes gráficas se presenta frecuencia de la distribución de velocidades de viento medida a una altura de 30 metros para los años 2009 y 2010.

Site Information: Project: Mediciones Location: Aldea La Brea Elevation: 1318 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:49316 01/01/2009 to 31/12/2009 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0090 Quesada, Jutiapa

#### Frequency Distribution



Site Information: Project: Mediciones Location: Aldea La Brea Elevation: 1318 Sensor on channel 1: NRG #40 Anem. m/s Height: 30m Serial#: Sn:49316 01/01/2010 to 31/12/2010 Frequency Distribution Ch 1 SITE 0090 Quesada, Jutiapa

### Frequency Distribution

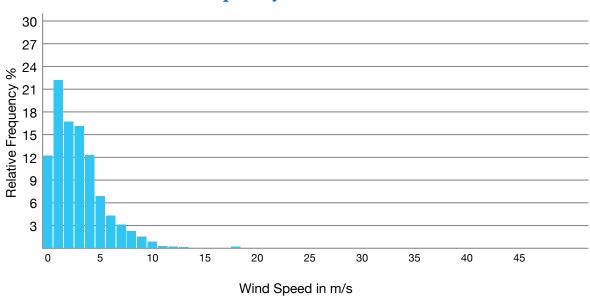
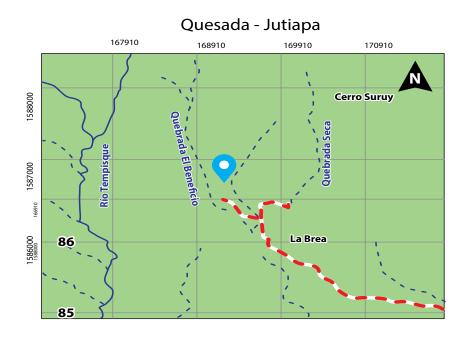


Imagen del sitio en donde se instaló la torre de medición en la aldea La Brea, municipio de Quesada, departamento de Jutiapa.



Mapa de localización en donde se encontraba i nstalada la torre de medición.



#### **EVENTOS:**

Durante el tiempo que duró la medición en el sitio, se dieron los siguientes eventos:

El 8 de marzo a partir de las 10:00 hasta el día 7 de abril a las 0:00, el logger dejó de registrar la información en la tarjeta, debido a que la tarjeta se movió de su lugar.



ÍNDICE DE COBERTURA ELÉCTRICA 2016

## **PRESENTACIÓN**

#### Índice de Cobertura Eléctrica

El Índice de Cobertura Eléctrica, se refiere al número de viviendas (usuarios que poseen el servicio de energía eléctrica), con respecto al número total viviendas de una región determinada, y es expresado en porcentaje (%).

El procedimiento para calcular este índice, consiste en determinar el número de viviendas a nivel país, para lo cual se toma de base la información de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida ENCOVI, proporcionada por Instituto Nacional de Estadística –INE-. Con relación al número de usuarios que poseen energía eléctrica, se solicita a cada una de las empresas distribuidoras y empresas eléctricas municipales que prestan el servicio de distribución final de electricidad, la cantidad de usuarios atendidos a diciembre de un año determinado.

Con base en lo anterior, la fórmula que se utiliza para el cálculo del Índice de la Cobertura Eléctrica, es la siguiente:



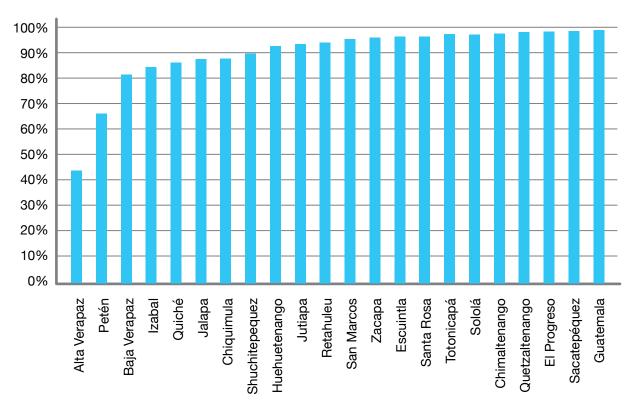
La cantidad de usuarios atendidos al 31 diciembre de 2016 fue de 3,153,214 y con ello, la cobertura eléctrica a nivel nacional fue de 92.06%.

## ÍNDICE DE COBERTURA ELÉCTRICA DEPARTAMENTAL 2016

En los siguientes Cuadro y Gráfico se muestra el Índice de Cobertura Eléctrica a nivel departamental:

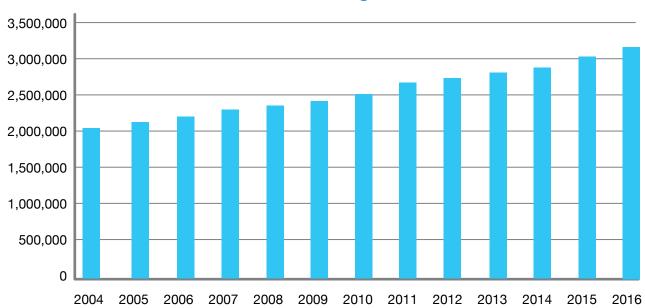
ÍNDICE DE COBERTURA ELÉCTRICA 2016					
Departamento	Viviendas	Usuarios	ÍNDICE		
Alta Verapaz	203,945	90,463	44.36%		
Petén	124,183	83,207	67.00%		
Baja Verapaz	60,900	50,142	82.33%		
Izabal	83,579	71,493	85.54%		
Quiché	167,967	146,722	87.35%		
Jalapa	68,117	60,286	88.50%		
Chiquimula	85,489	75,925	88.81%		
Suchitepéquez	111,007	101,031	91.01%		
Huehuetenango	222,254	208,490	93.81%		
Jutiapa	113,109	106,916	94.53%		
Retalhuleu	66,963	63,644	95.04%		
San Marcos	203,072	195,853	96.44%		
Zacapa	63,989	62,148	97.12%		
Escuintla	186,096	181,055	97.29%		
Santa Rosa	84,848	82,575	97.32%		
Totonicapán	92,242	90,658	98.28%		
Sololá	80,357	79,058	98.38%		
Chimaltenango	121,128	119,599	98.74%		
Quetzaltenango	197,081	195,490	99.19%		
El Progreso	45,327	45,102	99.50%		
Sacatepéquez	93,983	93,802	99.81%		
Guatemala	949,704	949,555	99.98%		
ÍNDICE A NIVEL NACIONAL	3,425,340	3,153,214	92.06%		

#### Índice de Cobertura Eléctrica 2016



Del cuadro anterior y gráfico se observa que el departamento que mayor cobertura eléctrica posee es el departamento de Guatemala, en contraste, con el departamento de Alta Vera-paz que posee el menor índice de electrificación.

#### Usuarios de Energía Eléctrica



## COBERTURA ELÉCTRICA MUNICIPAL 2016

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Guatemala		949,704	949,555	99.98%
Guatemala	Guatemala	357,194	357,176	99.99%
Guatemala	Santa Catarina Pinula	29,475	29,468	99.98%
Guatemala	San José Pinula	22,990	22,984	99.97%
Guatemala	San José del Golfo	2,120	2,113	99.67%
Guatemala	Palencia	16,618	16,607	99.93%
Guatemala	Chinautla	29,936	29,928	99.97%
Guatemala	San Pedro Ayampuc	14,180	14,175	99.97%
Guatemala	Mixco	149,804	149,796	99.99%
Guatemala	San Pedro Sacatepéquez	11,055	11,032	99.79%
Guatemala	San Juan Sacatepéquez	51,958	51,950	99.98%
Guatemala	San Raymundo	8,256	8,248	99.91%
Guatemala	Chuarrancho	2,688	2,682	99.79%
Guatemala	Fraijanes	16,853	16,848	99.97%
Guatemala	Amatitlán	30,576	30,568	99.97%
Guatemala	Villa Nueva	124,888	124,881	99.99%
Guatemala	Villa Canales	39,622	39,616	99.99%
Guatemala	Petapa	41,492	41,483	99.98%
El Progreso		45,327	45,102	99.50%
El Progreso	Guastatoya	11,488	11,424	99.44%
El Progreso	Morazán	3,283	3,251	99.02%
El Progreso	San Agustín Acasaguastlán	6,395	6,318	98.79%
El Progreso	San Cristobal Acasaguastlán	1,984	1,973	99.45%
El Progreso	El Jícaro	3,215	3,205	99.68%
El Progreso	Sansare	3,105	3,096	99.72%
El Progreso	Sanarate	11,332	11,322	99.91%
El Progreso	San Antonio la Paz	4,525	4,513	99.73%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Sacatepéquez		93,983	93,802	99.81%
Sacatepéquez	Antigua Guatemala	19,724	19,718	99.97%
Sacatepéquez	Jocotenango	6,351	6,343	99.87%
Sacatepéquez	Pastores	3,928	3,922	99.84%
Sacatepéquez	Sumpango	8,371	8,364	99.91%
Sacatepéquez	Santo Domingo Xenacoj	3,120	3,115	99.85%
Sacatepéquez	Santiago Sactepéquez	7,499	7,491	99.89%
Sacatepéquez	San Bartolomé	2,191	2,183	99.65%
Sacatepéquez	San Lucas Sacatepéquez	10,252	10,246	99.94%
Sacatepéquez	Santa Lucía Milpas Altas	4,952	4,943	99.82%
Sacatepéquez	Magdalena Milpas Altas	2,661	2,654	99.74%
Sacatepéquez	Santa María de Jesús	4,139	4,131	99.82%
Sacatepéquez	Ciudad Vieja	8,691	8,669	99.75%
Sacatepéquez	San Miguel Dueñas	3,094	3,085	99.73%
Sacatepéquez	Alotenango	4,779	4,723	98.83%
Sacatepéquez	San Antonio Aguas Calientes	2,874	2,868	99.80%
Sacatepéquez	Santa Catarina Barahona	1,047	1,042	99.49%
Sacatepéquez	San José Calderas	312	305	97.85%
Chimaltenango		121,128	119,599	98.74%
Chimaltenango	Chimaltenango	25,808	25,799	99.96%
Chimaltenango	San José Poaquil	4,585	4,579	99.88%
Chimaltenango	San Martín Jilotepeque	14,335	14,325	99.93%
Chimaltenango	Comalapa	8,561	8,456	98.77%
Chimaltenango	Santa Apolonia	2,625	2,582	98.38%
Chimaltenango	Tecpán Guatemala	14,995	14,803	98.72%
Chimaltenango	Patzún	10,128	10,063	99.36%
Chimaltenango	Pochuta	1, 291	1,146	88.75%
Chimaltenango	Patzicía	7,236	6,982	96.49%
Chimaltenango	Santa Cruz Balanyá	1,802	1,795	99.64%
Chimaltenango	Acatenango	4,074	3,992	97.98%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Chimaltenango	Yepocapa	5,030	4,995	99.31%
Chimaltenango	San Andrés Itzapa	6,330	5,840	92.25%
Chimaltenango	Parramos	3,390	3,324	98.07%
Chimaltenango	Zaragoza	5,742	5,732	99.82%
Chimaltenango	El Tejar	5,196	5,186	99.80%
Escuintla		186,096	181,055	97.29%
Escuintla	Escuintla	43,205	43,198	99.98%
Escuintla	Santa Lucía Cotzumalguapa	29,816	25,447	85.35%
Escuintla	La Democracia	4,868	4,853	99.69%
Escuintla	Siquinalá	5,475	5,447	99.49%
Escuintla	Masagua	9,876	9,815	99.38%
Escuintla	Tiquizate	16,368	16,202	98.99%
Escuintla	La Gomera	13,451	13,322	99.04%
Escuintla	Guanagazapa	2,960	2,939	99.28%
Escuintla	San José	22,242	22,186	99.75%
Escuintla	Iztapa	4,691	4,678	99.73%
Escuintla	Palín	14,286	14,134	98.94%
Escuintla	San Vicente Pacaya	3,815	3,808	99.82%
Escuintla	Nueva Concepción	15,043	15,026	99.89%
Santa Rosa		84,848	82,575	97.32%
Santa Rosa	Cuilapa	9,117	8,998	98.69%
Santa Rosa	Barberena	11,997	11,990	99.94%
Santa Rosa	Santa Rosa de Lima	4,524	4,518	99.87%
Santa Rosa	Casillas	5,424	5,366	98.93%
Santa Rosa	San Rafael Las Flores	2,726	2,675	98.14%
Santa Rosa	Oratorio	4,974	4,632	93.12%
Santa Rosa	San Juan Tecuaco	1,590	1,346	84.65%
Santa Rosa	Chiquimulilla	12,760	12,737	99.82%
Santa Rosa	Taxisco	7,071	7,047	99.67%
Santa Rosa	Santa María Ixhuatán	4,173	3,841	92.05%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Santa Rosa	Guazacapán	3,842	3,812	99.22%
Santa Rosa	Santa Cruz Naranjo	3,321	3,129	94.22%
Santa Rosa	Pueblo Nuevo Viñas	4,787	3,948	82.47%
Santa Rosa	Nueva Santa Rosa	8,543	8,536	99.92%
Sololá		80,357	79,058	98.38%
Sololá	Sololá	18,085	18,074	99.94%
Sololá	San José Chacayá	751	746	99.33%
Sololá	Santa María Visitación	504	497	98.68%
Sololá	Santa Lucía Utatlán	4,916	4,908	99.84%
Sololá	Nahualá	11,462	11,346	98.99%
Sololá	Santa Catarina Ixtahuacán	7,646	6,840	89.46%
Sololá	Santa Clara La Laguna	1,767	1,761	99.69%
Sololá	Concepción	875	868	99.18%
Sololá	San Andres Semetabaj	2,673	2,665	99.72%
Sololá	Panajachel	5,664	5,642	99.61%
Sololá	Santa Catarina Palopó	882	874	99.06%
Sololá	San Antonio Palopó	2,671	2,664	99.75%
Sololá	San Lucas Tolimán	5,331	5,172	97.02%
Sololá	Santa Cruz La Laguna	1,067	1,062	99.58%
Sololá	San Pablo La Laguna	1,053	969	92.02%
Sololá	San Marcos La Laguna	616	610	98.99%
Sololá	San Juan La Laguna	2,207	2,199	99.62%
Sololá	San Pedro La Laguna	3,385	3,378	99.79%
Sololá	Santiago Atitlán	8,804	8,783	99.77%
Totonicapán		92,242	90,658	98.28%
Totonicapán	Totonicapán	27,668	27,660	99.97%
Totonicapán	San Cristóbal Totonicapán	9,894	9,887	99.93%
Totonicapán	San Francisco el Alto	12,956	12,873	99.36%
Totonicapán	San Andrés Xecul	6,369	6,329	99.37%
Totonicapán	Momostenango	23,508	22,917	97.49%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Totonicapán	Santa María Chiquimula	6,849	6,112	89.24%
Totonicapán	Santa Lucía la Reforma	2,530	2,443	96.57%
Totonicapán	San Bartolo	2,468	2,437	98.76%
Quetzaltenango		197,081	195,490	99.19%
Quetzaltenango	Quetzaltenango	60,929	60,876	99.91%
Quetzaltenango	Salcajá	6,669	6,662	99.89%
Quetzaltenango	Olintepeque	7,219	7,034	97.44%
Quetzaltenango	San Carlos Sija	7,173	7,110	99.13%
Quetzaltenango	Sibilia	2,796	2,788	99.70%
Quetzaltenango	Cabricán	4,974	4,889	98.29%
Quetzaltenango	Cajolá	3,316	3,311	99.86%
Quetzaltenango	San Miguel Siguilá	1,579	1,500	94.99%
Quetzaltenango	San Juan Ostuncalco	12,684	12,678	99.96%
Quetzaltenango	San Mateo	1,782	1,751	98.24%
Quetzaltenango	Concepción Chiquirichapa	4,035	4,026	99.79%
Quetzaltenango	San Martín Sacatepéquez	5,457	5,388	98.74%
Quetzaltenango	Almolonga	2,230	2,170	97.30%
Quetzaltenango	Cantel	7,457	7,411	99.39%
Quetzaltenango	Huitán	2,403	2,391	99.52%
Quetzaltenango	Zunil	2,103	2,040	96.99%
Quetzaltenango	Colomba	8,150	8,080	99.15%
Quetzaltenango	San Francisco La Unión	1,761	1,753	99.54%
Quetzaltenango	El Palmar	5,184	4,872	93.98%
Quetzaltenango	Coatepeque	28,327	28,254	99.74%
Quetzaltenango	Génova	6,952	6,719	96.65%
Quetzaltenango	Flores Costa Cuca	3,985	3,928	98.58%
Quetzaltenango	La Esperanza	6,064	6,013	99.16%
Quetzaltenango	Palestina de los Altos	3,854	3,846	99.79%
Retalhuleu		66,963	63,644	95.04%
Retalhuleu	Retalhuleu	21,946	21,938	99.96%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Retalhuleu	San Sebastián	6,403	6,396	99.88%
Retalhuleu	Santa Cruz Muluá	2,747	2,289	83.32%
Retalhuleu	San Martín Zapotitlán	2,380	2,322	97.55%
Retalhuleu	San Felipe	5,081	4,953	97.49%
Retalhuleu	San Andrés Villa Seca	8,277	6,770	81.79%
Retalhuleu	Champerico	6,457	6,310	97.72%
Retalhuleu	Nuevo San Carlos	6,997	6,761	96.63%
Retalhuleu	El Asintal	6,674	5,905	88.48%
Suchitepéquez		111,007	101,031	91.01%
Suchitepéquez	Mazatenango	21,971	21,966	99.98%
Suchitepéquez	Cuyotenango	6,934	6,657	96.01%
Suchitepéquez	San Francisco Zapotitlán	4,561	4,529	99.29%
Suchitepéquez	San Bernardino	3,240	2,923	90.21%
Suchitepéquez	San José el Idolo	2,076	2,016	97.13%
Suchitepéquez	Santo Domingo Suchitepéquez	7,667	6,778	88.41%
Suchitepéquez	San Lorenzo	2,244	2,093	93.29%
Suchitepéquez	Samayac	5,255	5,248	99.87%
Suchitepéquez	San Pablo Jocopilas	4,364	4,040	92.58%
Suchitepéquez	San Antonio Suchitepéquez	9,927	8,913	89.79%
Suchitepéquez	San Miguel Panán	1,317	1,180	89.58%
Suchitepéquez	San Gabriel	1,391	1,373	98.68%
Suchitepéquez	Chicacao	10,060	7,343	72.99%
Suchitepéquez	Patulul	8,299	6,915	83.33%
Suchitepéquez	Santa Bárbara	3,712	3,459	93.19%
Suchitepéquez	San Juan Bautista	1,188	884	74.38%
Suchitepéquez	Santo Tomás la Unión	2,633	2,567	97.49%
Suchitepéquez	Zunilito	1,564	1,556	99.49%
Suchitepéquez	Pueblo Nuevo	1,946	1,800	92.49%
Suchitepéquez	Rio Bravo	4,560	4,537	99.49%
Suchitepéquez	San José la Máquina	6,098	4,254	69.77%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Baja Verapaz		60,900	50,142	82.33%
Baja Verapaz	Salamá	14,721	14,714	99.95%
Baja Verapaz	San Miguel Chicaj	6,285	5,499	87.49%
Baja Verapaz	Rabinal	8,246	8,037	97.47%
Baja Verapaz	Cubulco	13,659	8,569	62.74%
Baja Verapaz	Granados	2,992	2,980	99.61%
Baja Verapaz	El Chol	2,383	2,372	99.56%
Baja Verapaz	San Jerónimo	5,548	5,087	91.68%
Baja Verapaz	Purulhá	7,066	2,884	40.81%
San Marcos		203,072	195,853	96.44%
San Marcos	San Marcos	12,993	12,986	99.95%
San Marcos	San Pedro Sacatepéquez	21,117	21,115	99.99%
San Marcos	San Antonio Sacatepéquez	3,520	3,344	95.00%
San Marcos	Comitancillo	9,706	8,724	89.89%
San Marcos	San Miguel Ixtahuacán	7,572	7,566	99.92%
San Marcos	Concepción Tutuapa	10,902	10,735	98.47%
San Marcos	Tacaná	11,779	11,769	99.92%
San Marcos	Sibinal	1,766	1,662	94.09%
San Marcos	Tajumulco	10,599	9,448	89.14%
San Marcos	Tejutla	7,785	7,777	99.90%
San Marcos	San Rafael Pie de La Cuesta	3,228	3,222	99.80%
San Marcos	Nuevo Progreso	7,221	6,029	83.49%
San Marcos	El Tumbador	7,452	7,139	95.80%
San Marcos	El Rodeo	3,190	2,982	93.49%
San Marcos	Malacatán	20,127	19,073	94.76%
San Marcos	Catarina	6,638	6,297	94.87%
San Marcos	Tecun Uman	9,513	9,414	98.96%
San Marcos	Ocós	2,317	2,282	98.49%
San Marcos	San Pablo	8,133	7,740	95.17%
San Marcos	El Quetzal	3,870	3,817	98.63%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
San Marcos	La Reforma	2,964	2,933	98.96%
San Marcos	Pajapita	5,093	5,024	98.65%
San Marcos	Ixchiguán	4,277	4,120	96.32%
San Marcos	San José Ojetenam	3,196	3,035	94.95%
San Marcos	San Cristóbal Cucho	3,743	3,735	99.78%
San Marcos	Sipacapa	2,848	2,520	88.49%
San Marcos	Esquipulas Palo Gordo	2,351	2,343	99.66%
San Marcos	Río Blanco	1,479	1,472	99.55%
San Marcos	San Lorenzo	2,271	2,266	99.79%
San Marcos	La Blanca	5,424	5,284	97.42%
Huehuetenango		222,254	208,490	93.81%
Huehuetenango	Huehuetenango	38,015	38,006	99.98%
Huehuetenango	Chiantla	14,353	13,062	91.01%
Huehuetenango	Malacatancito	4,287	4,277	99.76%
Huehuetenango	Cuilco	9,695	9,591	98.93%
Huehuetenango	Nentón	5,770	5,230	90.65%
Huehuetenango	San Pedro Necta	6,306	5,990	94.98%
Huehuetenango	Jacaltenango	8,819	8,811	99.91%
Huehuetenango	Soloma	10,524	10,195	96.88%
Huehuetenango	San Idelfonso Ixtahuacán	6,345	5,751	90.64%
Huehuetenango	Santa Bárbara	4,457	4,451	99.86%
Huehuetenango	La Libertad	6,527	6,105	93.54%
Huehuetenango	La Democracia	12,968	12,902	99.49%
Huehuetenango	San Miguel Acatán	4,410	3,827	86.79%
Huehuetenango	San Rafael la Independencia	2,199	2,192	99.69%
Huehuetenango	Todos Santos Cuchumatán	6,816	6,794	99.68%
Huehuetenango	San Juan Atitán	3,362	3,353	99.74%
Huehuetenango	Santa Eulalia	7,137	6,522	91.38%
Huehuetenango	San Mateo Ixtatán	5,502	4,925	89.52%
Huehuetenango	Colotenango	4,727	4,516	95.54%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Huehuetenango	San Sebastián Huehuetenango	4,286	3,997	93.27%
Huehuetenango	Tectitán	1,713	1,551	90.53%
Huehuetenango	Concepción	4,150	4,144	99.86%
Huehuetenango	San Juan Ixcoy	4,225	3,785	89.59%
Huehuetenango	San Antonio Huista	3,180	3,062	96.29%
Huehuetenango	San Sebastián Coatán	4,854	4,846	99.84%
Huehuetenango	Santa Cruz Barillas	17,619	11,978	67.98%
Huehuetenango	Aguacatán	9,896	9,226	93.23%
Huehuetenango	San Rafael Petzal	1,707	1,629	95.44%
Huehuetenango	San Gaspar Ixchil	874	713	81.58%
Huehuetenango	Santiago Chimaltenanango	1,540	1,390	90.24%
Huehuetenango	Santa Ana Huista	2,214	2,206	99.64%
Huehuetenango	Union Cantinil	2,889	2,589	89.61%
Huehuetenango	Petatan	890	874	98.20%
Quiché		167,967	146,722	87.35%
Quiché	Santa Cruz del Quiché	18,763	18,755	99.96%
Quiché	Quiché	4,914	4,594	93.48%
Quiché	Chinique	2,660	2,657	99.89%
Quiché	Zacualpa	5,984	5,684	94.99%
Quiché	Chajul	5,349	2,170	40.57%
Quiché	Chichicastenango	24,123	23,875	98.97%
Quiché	Patzité	1,012	986	97.39%
Quiché	San Antonio Ilotenango	3,476	3,212	92.41%
Quiché	San Pedro Jocopilas	4,781	4,526	94.66%
Quiché	Cunén	5,654	4,862	85.99%
Quiché	San Juan Cotzal	4,387	2,307	52.59%
Quiché	Joyabaj	17,745	17,737	99.96%
Quiché	Nebaj	14,319	11,554	80.69%
Quiché	San Andrés Sajcabajá	5,052	4,014	79.45%
Quiché	Uspantán	9,828	5,188	52.79%

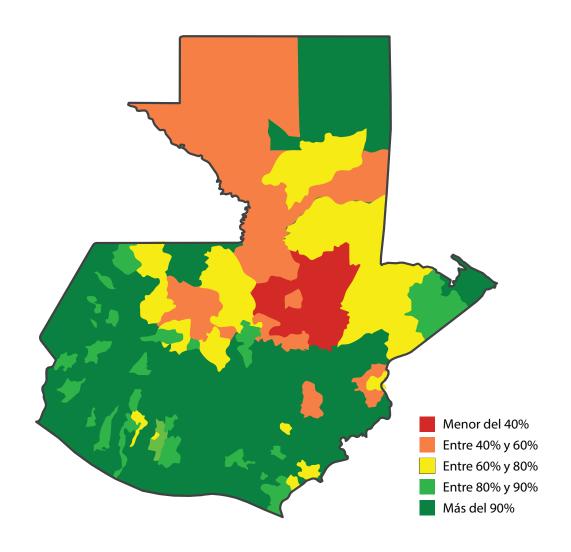
Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Quiché	Uspantán	9,828	5,188	52.79%
Quiché	Sacapulas	8,337	7,411	88.89%
Quiché	San Bartolomé Jocotenango	1,976	1,411	71.42%
Quiché	Canillá	2,490	2,180	87.57%
Quiché	Chicamán	6,305	2,814	44.63%
Quiché	Ixcán	18,225	18,206	99.90%
Quiché	Pachalum	2,587	2,579	99.67%
Zacapa		63,989	62,148	97.12%
Zacapa	Zacapa	22,591	22,582	99.96%
Zacapa	Estanzuela	3,915	3,908	99.82%
Zacapa	Rio Hondo	6,728	6,719	99.86%
Zacapa	Gualán	10,905	10,897	99.93%
Zacapa	Teculután	5,630	5,620	99.82%
Zacapa	Usumatlán	2,941	2,930	99.63%
Zacapa	Cabañas	2,795	2,786	99.68%
Zacapa	San Diego	1,655	1,644	99.35%
Zacapa	La Unión	4,687	2,953	63.00%
Zacapa	Huité	2,072	2,051	98.99%
Zacapa	San Jorge	70	58	82.86%
Petén		124,183	83,207	67.00%
Petén	Flores	9,679	9,561	98.78%
Petén	San José	934	906	96.99%
Petén	San Benito	9,028	8,915	98.74%
Petén	San Andrés	5,170	2,990	57.83%
Petén	La Libertad	27,609	12,965	46.96%
Petén	San Francisco	3,138	2,224	70.86%
Petén	Santa Ana	4,056	3,019	74.43%
Petén	Dolores	6,483	3,420	52.76%
Petén	San Luis	11,209	7,929	70.74%
Petén	Sayaxché	24,938	11,893	47.69%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Petén	Melchor de Mencos	4,808	4,797	99.77%
Petén	Poptún	9,954	8,220	82.58%
Petén	Las Cruces	4,598	4,579	99.59%
Petén	El Chal	2,578	1,789	69.39%
Izabal		83,579	71,493	85.54%
Izabal	Puerto Barrios	27,838	27,830	99.97%
Izabal	Livingston	12,178	10,099	82.93%
Izabal	El Estor	8,178	5,393	65.95%
Izabal	Morales	22,945	18,768	81.79%
Izabal	Los Amates	12,440	9,403	75.58%
Chiquimula		85,489	75,925	88.81%
Chiquimula	Chiquimula	25,792	25,783	99.96%
Chiquimula	San José La Arada	2,150	2,142	99.64%
Chiquimula	San Juan Ermita	2,636	2,563	97.24%
Chiquimula	Jocotán	10,555	5,259	49.83%
Chiquimula	Camotán	8,025	5,183	64.58%
Chiquimula	Olopa	4,496	3,210	71.40%
Chiquimula	Esquipulas	12,862	12,853	99.93%
Chiquimula	Concepción Las Minas	3,948	3,938	99.75%
Chiquimula	Quezaltepeque	6,677	6,666	99.84%
Chiquimula	San Jacinto	2,319	2,310	99.59%
Chiquimula	Ipala	6,030	6,018	99.81%
Alta Verapaz		203,945	90,463	44.36%
Alta Verapaz	Cobán	37,550	23,612	62.88%
Alta Verapaz	Santa Cruz Verapaz	4,734	4,000	84.49%
Alta Verapaz	San Cristóbal Verapaz	11,020	7,545	68.47%
Alta Verapaz	Tactic	6,814	5,688	83.48%
Alta Verapaz	Tamahú	3,225	1,433	44.43%
Alta Verapaz	Tucurú	5,421	1,042	19.22%
Alta Verapaz	Panzós	9,285	2,473	26.63%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Alta Verapaz	Senahú	11,794	2,752	23.33%
Alta Verapaz	San Pedro Carchá	44,392	15,082	33.97%
Alta Verapaz	San Juan Chamelco	11,682	5,349	45.79%
Alta Verapaz	Lanquín	2,074	1,134	54.69%
Alta Verapaz	Cahabon	10,053	3,370	33.52%
Alta Verapaz	Chisec	15,536	6,601	42.49%
Alta Verapaz	Chahal	3,939	1,012	25.69%
Alta Verapaz	Fray Bartolomé de las Casas	12,395	4,160	33.56%
Alta Verapaz	La Tinta	5,309	1,984	37.37%
Alta Verapaz	Raxruhá	8,723	3,226	36.98%
Jalapa		68,117	60,286	88.50%
Jalapa	Jalapa	29,244	29,236	99.97%
Jalapa	San Pedro Pinula	13,934	7,306	52.43%
Jalapa	San Luis Jilotepeque	5,865	5,855	99.83%
Jalapa	San Manuel Chaparrón	2,008	1,999	99.58%
Jalapa	San Carlos Alzatate	2,669	2,070	77.57%
Jalapa	Monjas	6,632	6,625	99.90%
Jalapa	Mataquescuintla	7,766	7,195	92.65%
Jutiapa		113,109	106,916	94.53%
Jutiapa	Jutiapa	30,309	30,243	99.78%
Jutiapa	El Progreso	7,264	7,254	99.87%
Jutiapa	Santa Catarina Mita	7,791	7,782	99.88%
Jutiapa	Agua Blanca	4,702	4,692	99.80%
Jutiapa	Asunción Mita	13,740	13,731	99.93%
Jutiapa	Yupiltepeque	2,946	2,748	93.27%
Jutiapa	Atescatempa	4,625	4,615	99.79%
Jutiapa	Jeréz	1,715	1,709	99.67%
Jutiapa	El Adelanto	1,334	1,118	83.84%
Jutiapa	Zapotitlán	1,954	1,401	71.69%
Jutiapa	Comapa	6,283	4,617	73.49%

Departamento	Municipio	Viviendas	Usuarios	Índice
Jutiapa	El Adelanto	1,334	1,118	83.84%
Jutiapa	Zapotitlán	1,954	1,401	71.69%
Jutiapa	Comapa	6,283	4,617	73.49%
Jutiapa	Jalpatagua	6,614	6,605	99.86%
Jutiapa	Conguaco	3,656	2,370	64.82%
Jutiapa	Moyuta	9,221	7,818	84.79%
Jutiapa	Pasaco	2,225	1,902	85.47%
Jutiapa	Acatempa	3,387	3,038	89.70%
Jutiapa	Quezada	5,343	5,273	98.69%

# MAPA DE COBERTURA ELÉCTRICA 2016





ESTUFA AHORRADORA DE PLANCHA METÁLICA

## ESTUFA AHORRADORA DE PLANCHA METÁLICA

## Las estufas a leña para cocinar

- En Guatemala la leña es la principal fuente energética de la población para la cocción de alimentos, especialmente en el área rural.
- Las mujeres pasan gran parte de su tiempo en las cocinas, en las cuales se utilizan estufas que en su mayoría son muy primitivas ya que muchas de ellas son de tres piedras (cocinan a fuego abierto) y queman la leña manera ineficiente.
- Los ambientes dedicados a la cocina tienden a estar mal ventilados.
- Las mujeres y los niños pequeños en especial, están más expuestos a los altos niveles de humo de las cocinas, que exceden por mucho a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud -OMS-.



## La estufa ahorradora de plancha metálica, cumple con los siguientes objetivos:

- Mejorar la calidad de vida de los miembros del hogar, especialmente de la mujer, que es la responsable de las actividades de la cocción de los alimentos.
- Contribuir a la economía del hogar, mediante el ahorro en el gasto por la compra de leña.
- Por su diseño permite la utilización de distintos tamaños de trastos, ya que los aros de la plancha permiten aumentar o disminuir el diámetro de las hornillas y simultáneamente, el resto de la plancha se puede utilizar para cocinar otros alimentos, para hacer tortillas, calentar tamales, tostar chile, etc.
- La estufa de plancha metálica ofrece comodidad, seguridad, higiene y disminuye las enfermedades de tipo ocular y pulmonar al no estar expuestos las personas al humo, principalmente las amas de casa que son las que la usan.



## ANTECEDENTES DE LA ESTUFA PLANCHA METÁLICA

Las estufas ahorradoras de leña fueron diseñadas con el propósito de ahorrar leña y desde 1976 cuando se creó la estufa "De Lorena" a la fecha se han difundido en Guatemala, por lo menos una veintena de modelos, los cuales varían en materiales, tamaño, costos, etc.

Dentro de los modelos de estufas difundidos, la de plancha metálica con hornillas de discos y aros desmontables, es la que mayor aceptación ha tenido en la población del área rural.

Con esta estufa se protege la salud de los moradores de las viviendas, ya que el humo se evacua por la chimenea; asimismo, permite cocinar varios alimentos a la vez, ya que cuenta con hornillas de distintos tamaños; otras de sus cualidades que tiene, es que puede ser utilizada para el asado de carne y para la elaboración de tortillas; ahorro de leña, ya que la cámara de combustión encierra el calor generado disminuyendo así las pérdidas de energía; y por la noche se puede utilizar para secar la leña mediante el aprovechamiento del calor residual.

Finalmente, por su disposición este modelo es cómodo para las señoras porque no tiene que arrodillarse para cocinar; y no presenta ningún riesgo para los niños.

Actualmente, las planchas metálicas con hornillas son compradas en ferreterías o en herrerías.

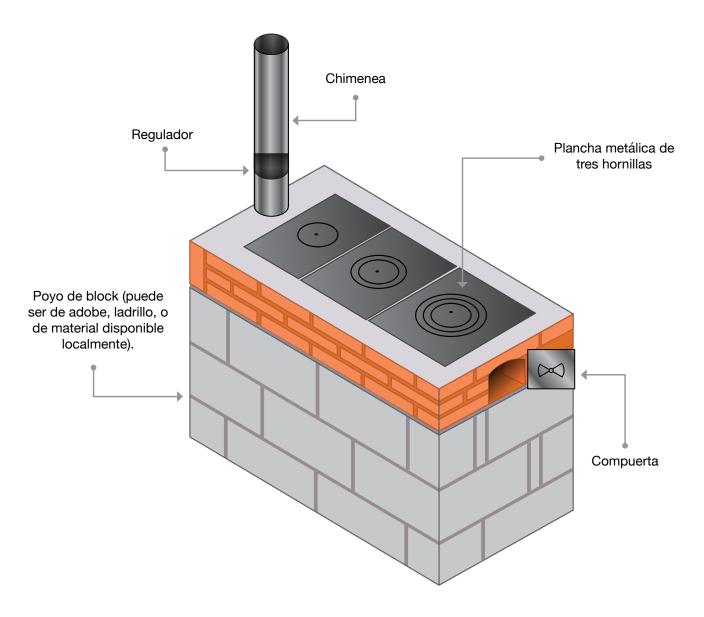
Las estufas suelen ser construidas por albañiles, que no cuentan con la capacitación especial para hacerlas. Si bien en el interior del país, regularmente se encuentran estufas de plancha metálica bien construidas en aspectos externos, y en algunos casos con azulejos; no así, en la parte interna de la estufa que tiene deficiencias; por ejemplo, la cámara de combustión tiene forma de cajón que permite a las señoras introducir más leña de la necesaria, con el consecuente de un gasto mayor de energía.

Este documento tiene como finalidad fomentar el uso racional y eficiente de la leña, mediante la construcción adecuada de las estufas de plancha metálica, para lo cual se describe el procedimiento para hacerla.

Se sabe que el uso del fuego abierto (uso de las tres piedras), para la cocción de alimentos presenta inconvenientes tales como: daños a la salud (enfermedades oculares y pulmonares); riesgos de quemaduras, tanto para las usuarias como para los niños, ya que al estar al nivel del suelo, pueden sufrir daños provocados directamente por el fuego o por alimentos calientes; por otro lado, se tiene un uso ineficiente de la leña como combustible.

## GENERALIDADES DE LA ESTUFA DE PLANCHA METÁLICA

Las estufas ahorradoras de leña tipo plancha metálica se han diseñado para ser construidas sobre un poyo, que puede ser hecho con blocks, adobes, ladrillos o de material disponible localmente. La estufa cuenta con una cámara de combustión, una plancha metálica con hornillas, chimenea, regulador y compuerta.



El material más usado en la construcción de la estufa es el ladrillo, que puede ser cocido o crudo; éste es el más aconsejable ya que con él se logra que el calor se conserve dentro de la estufa.

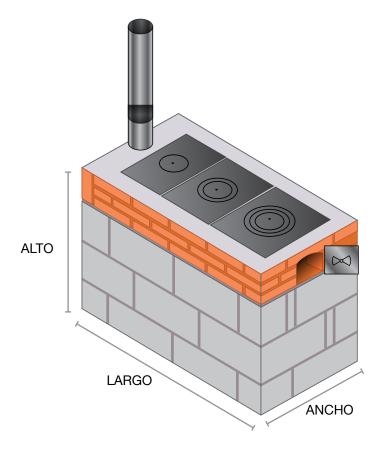
#### DIMENSIONES DE LA ESTUFA

## Construcción del poyo

El poyo o la base de la estufa puede construirse de adobe, ladrillo o block, y su consistencia debe ser firme; la altura es variable y debe consultarse en cada caso a la señora de la casa, quien es la persona que al final la va a utilizar.

Si el poyo se construye de blocks, se necesitan tres hiladas (aproximadamente 30 unidades).

Finalmente, deberá ser rellenada con material como ripio, piedras, desechos de blocks, adobe, etc.



### Dimensiones de la Estufa

Ancho de la estufa: El ancho de la estufa es de 24 ½ pulgadas cuando la pared de la misma se construye con una fila de ladrillos (modelo económica), como aparece el modelo que se presenta en este documento. Cuando la estufa que se quiere construir es de dos filas, el ancho es de 35 pulgadas.

Largo de la estufa: El largo de la estufa es de 46 pulgadas, cuando la pared se construye de una sola fila de ladrillos; mientras que si se construye de dos filas, el largo es de 51 pulgadas.

Alto de la estufa: Independientemente si la pared es de una o dos filas de ladrillos, la altura de la estufa es de 32 pulgadas; mientras que la del poyo es de 25 pulgadas. Para modificar la altura de la estufa bastará con cambiar el alto del poyo.

Una recomendación es que el poyo debe estar construido tomando en cuenta donde se va a colocar la chimenea de la estufa con la finalidad de que no haya inconvenientes para la colocación de sus tubos. También es importante que la superficie del poyo esté bien nivelada y de preferencia alisada, si se prefiere, incluso si se desea puede ser azulejeada.

A continuación se muestran las dimensiones para la construcción de la estufa modelo económica; así como también, de la estufa de dos filas de ladrillos.

## Estufa modelo económica

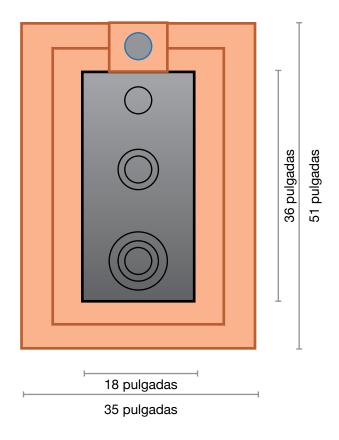
(Una fila de ladrillos)

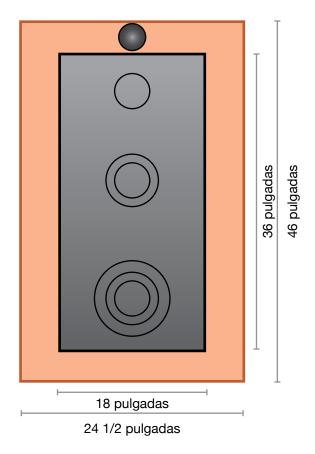
La plancha metálica es una estructura de metal que tiene tres hornillas con aros o anillos para ajustarlos al tamaño de los recipientes que se usan en la cocción de alimentos.

La manipulación de las tapaderas de las hornillas y los aros se hace con un gancho de metal.

Las dimensiones de la plancha son de: 3/16" de grosor, 18" de ancho y 36" de largo.

El ancho total de la estufa terminada es de 24  $\frac{1}{2}$ " y el largo es de 46".





## Estufa de dos filas de ladrillos

Las dimensiones de la plancha son de: 3/16" de grosor, 18" de ancho y 36" de largo.

El ancho total de la estufa terminada es 35" y el largo es de 51".

## ¿CÓMO SE CONSTRUYE LA ESTUFA?

La estufa modelo económica se construye con 60 ladrillos tayuyos cocidos o crudos de 5 x 11 x 22 centímetros. Si la estufa que se piensa construir es de dos filas de ladrillos, entonces la cantidad de ladrillos será de 110.

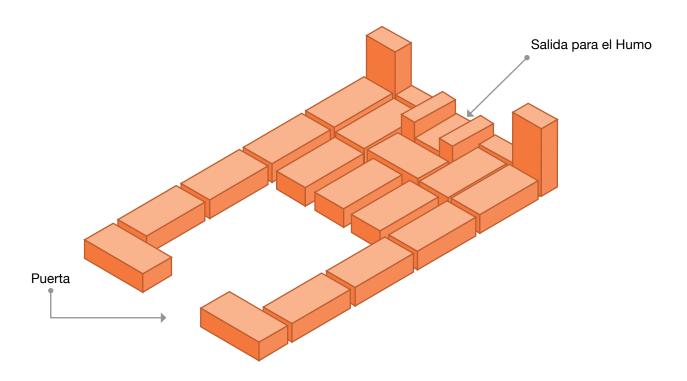
La estufa consta de tres hiladas de ladrillos dispuestos según los diagramas que se presentan en este documento. Los ladrillos se van uniendo con una mezcla de arena blanca o de rio con poco cemento (una mezcla pobre, es decir cuatro partes de arena por una de cemento).

La altura de la cámara de combustión, no debe tener más de 18 centímetros (7 pulgadas), medidos a partir del nivel de la plancha hacia abajo. Dentro de ésta se hace una rampa o túmulo de ladrillos, que su función es no permitir que la leña se introduzca hasta el fondo de la estufa, obligando al fuego a "subir" para que caliente bien la segunda y tercera hornilla de la plancha, disminuyendo así su consumo.

#### Primera hilada

La primera hilada se coloca inmediatamente encima del poyo, pegada con una mezcla pobre de arena y cemento, es importante que los ladrillos previo a colocarlos deben estar mojados y las filas deben estar debidamente niveladas.

El espacio donde se introduce la leña y por donde saldrá el humo se identifican en el siguiente esquema.

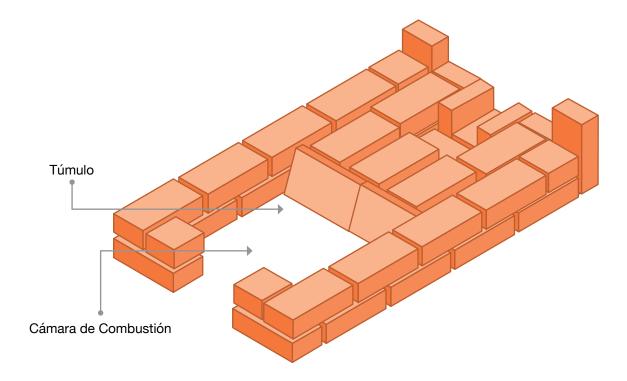


## Segunda hilada

Luego de colocada la primera hilada de ladrillos, se procede a levantar la segunda y luego el túmulo.

El túmulo cumple con la función de forzar al fuego a "subir" para que caliente bien la segunda y tercera hornilla, y con ello también, calentar la plancha completa al tener la llama un contacto directo con toda la plancha completa al tener la llama un contacto directo con toda la plancha.

El túmulo se hace de ladrillos tayuyos cocidos o crudos, tal y como se muestra en la figura de abajo.



La cámara de combustión de la estufa tiene como propósito encerrar el fuego, y de esta forma hacer más eficiente el proceso de combustión de la leña, y como consecuencia tener un ahorro de la misma.

En la siguiente figura, se muestran las distancias a las cuales se debe colocar el túmulo respecto a la pared interna de la estufa; en la parte superior de éste la distancia es de 45 centímetros y en la parte baja de 39 centímetros.

#### Tercera hilada

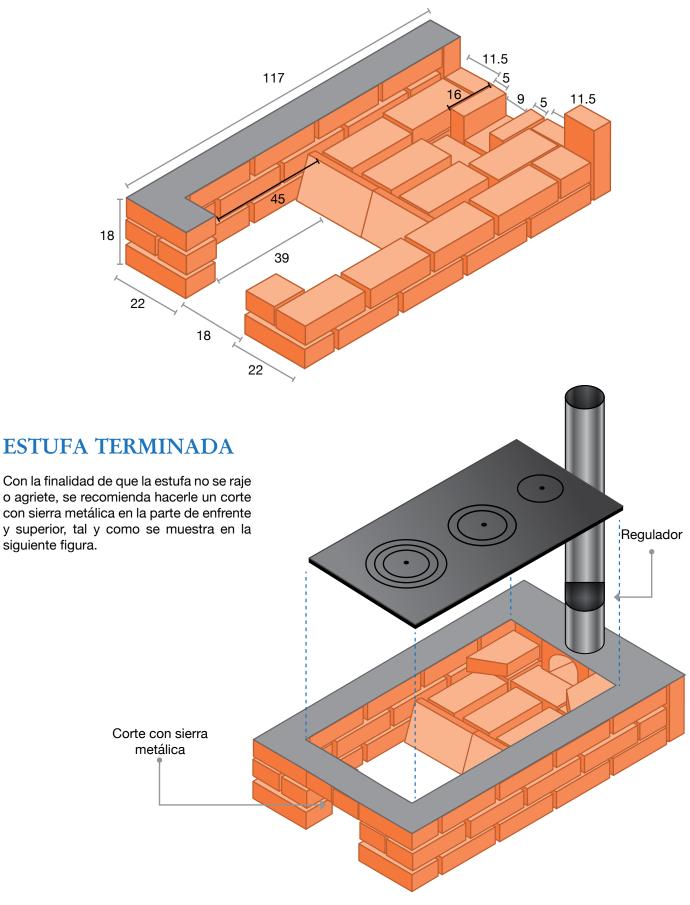
Con la colocación de la tercera hilada de ladrillos se finaliza con la construcción de la estufa.

Luego que se termine de levantar la tercera hilada, se debe poner una capa de arena con cemento sobre la parte superior de los ladrillos, para luego colocar la plancha para que asiente perfectamente, y con esto se evite las pérdidas de calor cuando esté en uso.

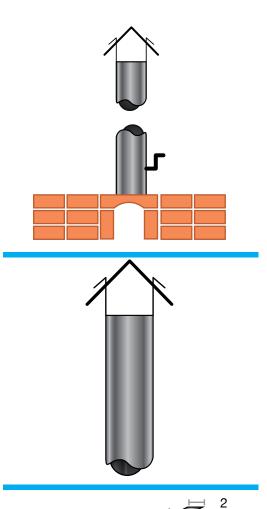
Después de asentada la plancha deberá de rellenarse con mezcla de arena y cemento a su alrededor hasta que cubra la superficie superior del ladrillo, dejando una separación de 1/8 de pulgada entre la plancha y esta mezcla. Con esto, se permitirá que la planche cuando se caliente no haga contacto con esta mezcla y se evite que la estufa se raje.

Finalmente, se debe aplicar una pequeña capa de lechada de cemento, con el objeto de alisar la estufa tanto en la parte de arriba como a los lados de la misma, o bien si se prefiere se pueden colocar azulejos.

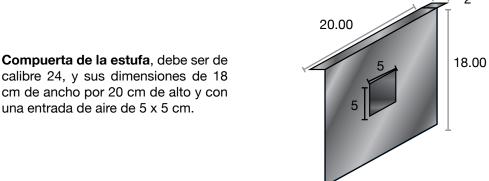
En la siguiente figura se observan las medidas (en centímetros) de la estufa.



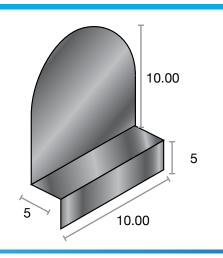
La chimenea es de tubo galvanizado calibre 24, con un diámetro de 4" y su largo dependerá de la altura de la casa.



Al final de la chimenea se debe colocar un sombrero de dos aguas para evitar la entrada de agua, tal y como se muestra en la figura de la derecha.



Regulador de la estufa, es el que regula el calor de la cámara de combustión y va colocado a la salida de la estufa. Su ancho es de 10 centímetros y el resto de sus medidas son las que se muestran en la figura de la derecha.



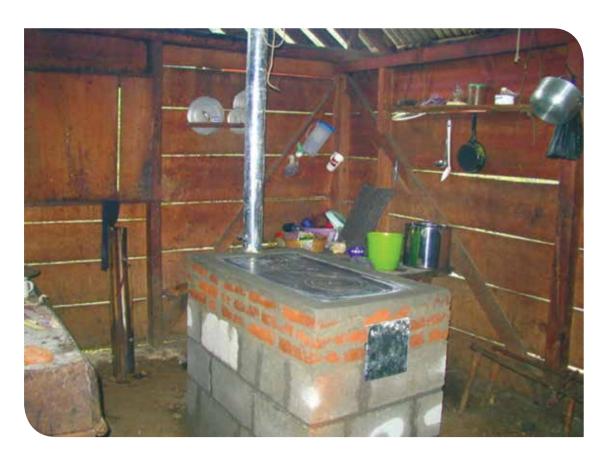
# ¿CUANDO SE PUEDE EMPEZAR A UTILIZAR LA ESTUFA?

Luego de dos días después de finalizada la construcción de la estufa se debe de raspar su exterior para eliminar la mezcla sobrante que se utilizó para pegar los ladrillos, utilizando para ello un machete; después se debe de raspar con un ladrillo las paredes externas de la estufa hasta que la misma quede pareja y brillante. Si se prefiere, se puede repellar la estufa con arena y cemento o bien azulejearla.

Posteriormente se procede al curado de la estufa, para garantizar que se seque totalmente y no se raje; para ello deberá de realizarse el siguiente procedimiento.

- Después de tres días de terminada la construcción de la estufa, se debe de juntar fuego con un leño (en época de lluvia, este paso debe esperar una semana).
- Al día siguiente, juntar fuego con dos leños.
- Al tercer día, juntar fuego con tres leños.
- Al cuarto día, ya se puede usar la estufa normalmente.

Al principio, es posible que la estufa no funcione muy bien, ya que se producirá mucho humo en la cocina, provocada porque todavía está húmeda; y conforme se vaya utilizando, este inconveniente irá disminuyendo.



Estufa de Plancha Metálica de una fila de ladrillos

## BENEFICIOS DE USAR ESTUFAS DE PLANCHA METALICA

En el medio rural, la mujer es la que desarrolla las labores de cocina y quien prácticamente pasa durante todo el día en el hogar, por lo que es la persona que recibe los beneficios de estas estufas, siendo estos entre otros:

Apoyo al trabajo doméstico de la mujer. Esto permite que la mujer pueda cocinar simultáneamente más de un alimento, aumentando de esta manera su productividad y quedándole más tiempo para realizar otras actividades.

## Comodidad y seguridad.

Debido a la altura donde se apoya la estufa, la mujer no necesita estarse agachando para realizar las labores de la cocina, principalmente a las señoras embarazadas. Se evita una exposición directa al calor que se irradia y la base de la estufa permite colocar trastos.

## Mejora el ambiente interno del hogar.

El usó adecuado de estas estufas y la evacuación de humo a través de la chimenea, evita que las cocinas se llenen de estos gases y se cubran de hollín, mejorando con ello el ambiente de las cocinas.

## Favorece la salud e higiene.

La disminución del humo en el ambiente de las cocinas, favorece la salud, ya que exposiciones prolongadas y frecuentes a estos gases que causan enfermedades principalmente de tipo pulmonar y ocular.

La estufa al no estar sobre el suelo permite preparar los alimentos de una forma más higiénica, va que se evita en gran medida el contacto con insectos y otros microorganismos que se encuentran en el piso.

#### Ahorro de leña.

Si la estufa es usada adecuadamente, puede ser una gran ahorradora de leña, en comparación con la de fuego abierto de tres piedras.

Disminuye el consumo de leña porque tiene características de un horno cerrado y que además permite utilizar residuos agrícolas como la caña de la milpa y otros.

En el caso de la estufa de tipo plancha, no sólo se puede cocinar en más de un recipiente, sino que además en su totalidad se puede emplear para tortear, asar carne, secar y tostar granos, etc.

## Mejora el ambiente.

La disminución de la demanda de leña, contribuye a reducir la tasa de deforestación, favoreciendo con esto el ciclo hidrológico, preservación de los suelos y otros más.

## PERSPECTIVAS DE LOS PROGRAMAS DE ESTUFAS AHORRADORAS DE LEÑA EN GUATEMALA

Es indudable que en materia de estufas ahorradoras de leña en los últimos años ha habido avances significativos; el despertar de las comunidades rurales en la búsqueda de manejar sus recursos naturales de una forma sostenida, ha sido la principal motivación para el éxito de las más recientes iniciativas en el campo del uso eficiente de la leña como energético.

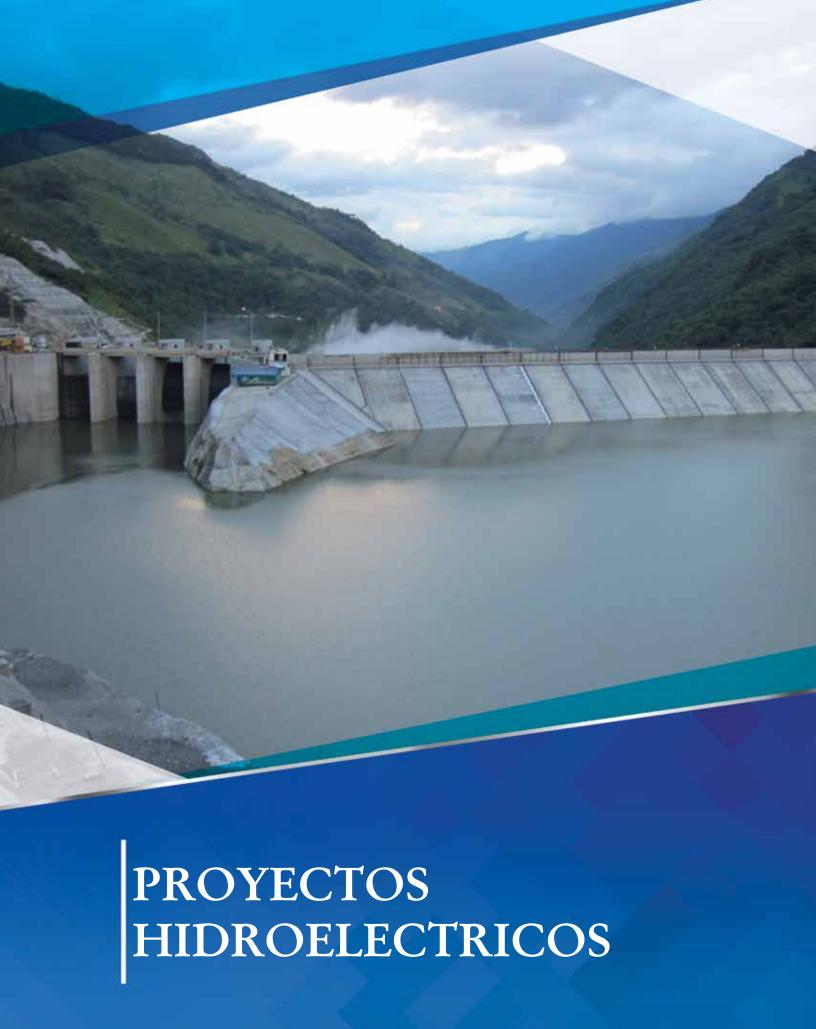
No puede decirse que el proceso esté concluido, o que el deterioro de los bosques se haya detenido, quizá sea este el momento preciso para reforzar los programas exitosos y reformular aquellos de poco éxito.

El ahorro de la energía y el manejo adecuado de los recursos naturales renovables, es sin duda, un proceso continuo cuya dinámica es paralela al crecimiento de la población y a su búsqueda constante de satisfactores.

Existen muchos aspectos que deben continuarse trabajando, como el promover el uso masivo de los modelos más eficientes de estufas ahorradoras y trabajar en el tema de la sustitución de la leña por otros combustibles.







## PROYECTOS HIDROELECTRICOS CUENCAS RIOS SUCHIATE Y NARANJO

## **PUNTOS DE INTERÉS:**

- Guatemala se encuentra en una posición estratégica.
- Existe un potencial hídrico de 6,000 MW, actualmente solo se aprovecha el 22.1%.
- Existen incentivos para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos.
- Existe mercado para la venta de energía para micro y pequeñas centrales generadoras de energía.
- El proceso apunta hacia un desarrollo sostenible.





## ANALISIS HIDROENERGETICO DE LOS PROYECTOS HIDROELECTRICOS IDENTIFICADOS EN LAS CUENCAS DE LOS RIOS SUCHIATE Y NARANJO

## **CONTENIDO**

1.	INTRODUCCIÓN
2.	PROYECTOS IDENTIFICADOS
2.1	Obtención de Información
2.2	Trabajo de Campo
2.3	Proyectos Identificados
3.	METODOLOGIA DE ANÁLISIS
3.1	Datos Básicos
3.2	Cálculos
4.	ANALISIS ENERGETICO DE LOS PROYECTOS
4.1	Cuenca del Río Suchiate
4.1.1	Proyecto Montecristo
4.1.2	Proyecto Salá (INDE)
4.1.3	Proyecto Salá (Fabrigas)
4.1.4	Proyecto Petacalapa
4.1.5	Proyecto Tajumulco II
4.1.6	Proyecto Tajumulco
4.1.7	Proyecto Pompeya
4.1.8	Proyecto Virginia
4.1.9	Proyecto Malacatán
4.1.10	Proyecto San José
4.1.11	Proyecto La Laja
4.1.12	Proyecto El Porvenir II
4.2	Cuenca del Río Naranjo
4.2.1	Proyecto Ampliación La Castalia
4.2.2	Proyecto Corral Grande
4.2.3	Proyecto El Quetzal
4.2.4	Proyecto El Quetzal II

### Lista de Gráficas

Gráfica 1:	Cuenca del Río Suchiate. Localización de Proyectos
Gráfica 2:	Cuenca del Río Naranjo. Localización de Proyectos
Gráfica 3:	Provecto Hidroeléctrico Montecristo

Gráfica 3: Proyecto Hidroeléctrico Montecristo Gráfica 4: Proyecto Hidroeléctrico Salá (INDE) Gráfica 5: Proyecto Hidroeléctrico Salá (Fabrigás) Gráfica 6: Proyecto Hidroeléctrico Petacalapa Gráfica 7: Proyecto Hidroeléctrico Tajumulco II Gráfica 8: Proyecto Hidroeléctrico Tajumulco Gráfica 9: Proyecto Hidroeléctrico Pompeya Gráfica 10: Proyecto Hidroeléctrico Virginia Gráfica 11: Proyecto Hidroeléctrico Malacatán Gráfica 12: Proyecto Hidroeléctrico San José

Gráfica 14: Proyecto Hidroeléctrico El Provenir II
Gráfica 15: Proyecto Ampliación La Castalia

Proyecto Hidroeléctrico La Laja

Gráfica 13:

Gráfica 16: Proyecto Hidroeléctrico Corral Grande
Gráfica 17: Proyecto Hidroeléctrico El Quetzal
Gráfica 18: Proyecto Hidroeléctrico El Quetzal II

## Lista de Cuadros

Cuadro 1:	Proyectos Hidroeléctricos en la Cuenca del Río Suchiate
Cuadro 2:	Proyectos Hidroeléctricos en la Cuenca del Río Naranjo
Cuadro 3:	Proyecto Hidroeléctrico Montecristo. Caudales y Energía
Cuadro 4:	Proyecto Hidroeléctrico Salá (INDE). Caudales y Energía
Cuadro 5:	Proyecto Hidroeléctrico Salá (Fabrigás). Caudales y Energía
Cuadro 6:	Proyecto Hidroeléctrico Petacalapa. Caudales y Energía
Cuadro 7:	Proyecto Hidroeléctrico Tajumulco II. Caudales y Energía
Cuadro 8:	Proyecto Hidroeléctrico Tajumulco. Caudales y Energía
Cuadro 9:	Proyecto Hidroeléctrico Pompeya. Caudales Parciales y Totales
Cuadro 10:	Proyecto Hidroeléctrico Pompeya. Caudales y Energía
Cuadro 11:	Proyecto Hidroeléctrico Virginia. Caudales Mensuales Parciales y Totales
Cuadro 12:	Proyecto Hidroeléctrico Virginia. Curvas de Duración Parciales y Totales
Cuadro 13:	Proyecto Hidroeléctrico Virginia. Caudales y Energía
Cuadro 14:	Proyecto Hidroeléctrico Malacatán. Caudales y Energía
Cuadro 15:	Proyecto Hidroeléctrico San José. Caudales Mensuales Parciales y Totales
Cuadro 16:	Proyecto Hidroeléctrico San José. Curvas de Duración Parciales y Totales
Cuadro 17:	Proyecto Hidroeléctrico San José. Caudales y Energía
Cuadro 18:	Proyecto Hidroeléctrico La Laja. Caudales y Energía
Cuadro 19:	Proyecto Hidroeléctrico El Porvenir II. Caudales Parciales y Totales
Cuadro 20:	Proyecto Hidroeléctrico El Porvenir II. Caudales y Energía
Cuadro 21:	Proyecto Ampliación La Castalia. Caudales Parciales y Totales
Cuadro 22:	Proyecto Ampliación La Castalia. Caudales y Energía
Cuadro 23:	Proyecto Hidroeléctrico Corral Grande. Caudales y Energía
Cuadro 24:	Proyecto Hidroeléctrico El Quetzal. Caudales y Energía
Cuadro 25:	Proyecto Hidroeléctrico El Quetzal II. Caudales Parciales y Totales
Cuadro 24:	Proyecto Hidroeléctrico El Quetzal II. Caudales y Energía

## ANÁLISIS HIDROENERGÉTICO DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS IDENTIFICADOS EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS SUCHIATE Y NARANJO

## 1. INTRODUCCIÓN

Este documento contiene el informe de las actividades que se desarrollaron con el propósito de establecer el potencial de generación de los proyectos hidroeléctricos identificados en las cuencas de los ríos Suchiate y Naranjo. Este análisis se realizó en los años del 2001 al 2002.

#### 2. PROYECTOS IDENTIFICADOS

#### 2.1 Obtención de Información

Para establecer y definir los proyectos que han sido identificados en las cuencas de los ríos Suchiate y Naranjo, se inició con la recopilación de la información que al respecto existe en las instituciones que se han encargado de esta actividad en el pasado. En esta parte incluyen información sobre la identificación de los proyectos, su evaluación preliminar y documentos específicos de cada proyecto. Los documentos obtenidos se consignan en el capítulo dedicado a las referencias.

## 2.2 Trabajo de Campo

Con la información recopilada, se realizaron vistas al campo con el propósito de establecer el grado de desarrollo de los estudios, los accesos, caídas, y en general la factibilidad técnica de los proyectos. Como producto de las vistas al campo, también se identificaron dos nuevos proyectos de microcentrales en la cuenca del río Suchiate, que no están incluidos en los documentos revisados.

El grado de desarrollo de los estudios de los proyectos se estableció por medio de la documentación existente, así como de la verificación en el campo de los sitios de las obras. Así mismo para esta etapa, solo se tomaron en cuenta los documentos obtenidos y se descartó aquéllos que se pudieron haber elaborado en el pasado. En las visitas realizadas a los sitios de las obras en lo referente a los accesos y caídas, se utilizó un GPS Etrex con altímetro de precisión incorporado.

De acuerdo a los resultados de las visitas al campo y de la información disponible, es evidente que la lista de proyectos que se ha elaborado hasta ahora no es exhaustiva. Existe un gran número de sitios con potencial para el desarrollo de nuevos proyectos. En este sentido, es recomendable realizar un esfuerzo adicional para identificar nuevos aprovechamientos que puedan ampliar el catálogo de proyectos existentes. Los estudios básicos de hidrología realizados hasta ahora en las cuencas de los ríos Suchiate y Naranjo pueden servir de base para el análisis de estos nuevos proyectos.

## 2.3 Proyectos Identificados

Los proyectos que se han identificado en las cuencas de los ríos Suchiate y Naranjo se incluyen en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1 Proyectos Hidroeléctricos en la Cuenca del Río Suchiate

No	Nombre	Río	Clasif	Nivel Estudio	Agencia
1	Montecristo	Suchiate	PC	Prelim	INDE
2	Sala (INDE)	Suchiate	МС	Prelim	INDE
3	Sala (Fabrigás)	Suchiate	PC	Prelim	Fabrigás
4	Petacalapa	Suchiate	MC	Prelim	INDE
5	Tajumulco II	Cutzulchimá	mC	Prelim	MEM
6	Tajumulco	Cutzulchimá	PC	Prelim	INDE
7	Pompeya	Cutzulchimá	МС	Prelim	INDE
8	Virginia	Cabuz	MC	Prelim	INDE
9	Malacatán	Cabuz	МС	Prelim	INDE
10	San José	Cabuz	MC	Prelim	INDE
11	La Laja	La Laja	mC	Prelim	MEM
12	El Porvenir II	Negro/Chapa	PC	Prelim	INDE

Cuadro 2 Proyectos Hidroeléctricos en la Cuenca del Río Naranjo

No	Nombre	Río	Clasif	Nivel Estudio	Agencia
1	La Castalia	Palatzá	PC	Ampl	MuniSnM
2	Corral Grande	Naranjo	PC	Prelim	INDE
3	El Quetzal I	Naranjo	МС	Prelim	INDE
4	El Quetzal II	Naranjo	МС	Prelim	INDE

MC = Medianas Centrales (<100MW & > 10MW)

PC = Pequeñas Centrales (<10MW & > 1MW)

mC = Micro Centrales (<1 MW)

La clasificación de los proyectos que se incluye en los Cuadro 1 y 2 se hizo de acuerdo a los resultados de los análisis incluidos en este documento y presenta pequeñas variaciones con respecto a los trabajos iniciales.

Algunos de los proyectos incluidos en el Cuadro 1 se excluyen mutuamente, como es el caso de los proyectos Salá del INDE y Petacalapa, Pompeya y Salá de Fabrigás y por último San José y Malacatán. Esto se debe a que los proyectos que se mencionan en primer lugar desvían las aguas que utilizaría los proyectos mencionados en segundo lugar. En este caso en la cadena de proyectos se han

incluido las pequeñas centrales, que son las mencionadas en segundo lugar debido a que se mencionan en los estudios posteriores realizados por el INDE y en consecuencia, cuentan con estudios mas avanzados.

En el caso de la cuenca del río Naranjo, los esquemas El Quetzal y el Quetzal II se excluyen mutuamente. En la cadena de proyectos identificados en esta cuenca se ha incluido el proyecto El Quetzal, pues resulta evidente que es mas atractivo que El Quetzal II, debido a que en ambos casos la altura se gana mediante la construcción de una presa. El Quetzal aprovecha las aguas de todos los ríos sin la construcción de derivaciones, mientras El Quetzal II consta de varias derivaciones mediante túneles.

En la Gráfica 1 se muestra la cadena de proyectos identificados en la cuenca del río Suchiate, mientras que la Gráfica 2 muestra la cadena de proyectos identificados en la cuenca del río Naranjo. Algunos proyectos están indicados únicamente con el número con el que aparecen en los Cuadros 1 y 2, debido a que por su envergadura no es posible dibujarlos en un mapa a la escala del mapa de las Figuras 1 y 2.

## 3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

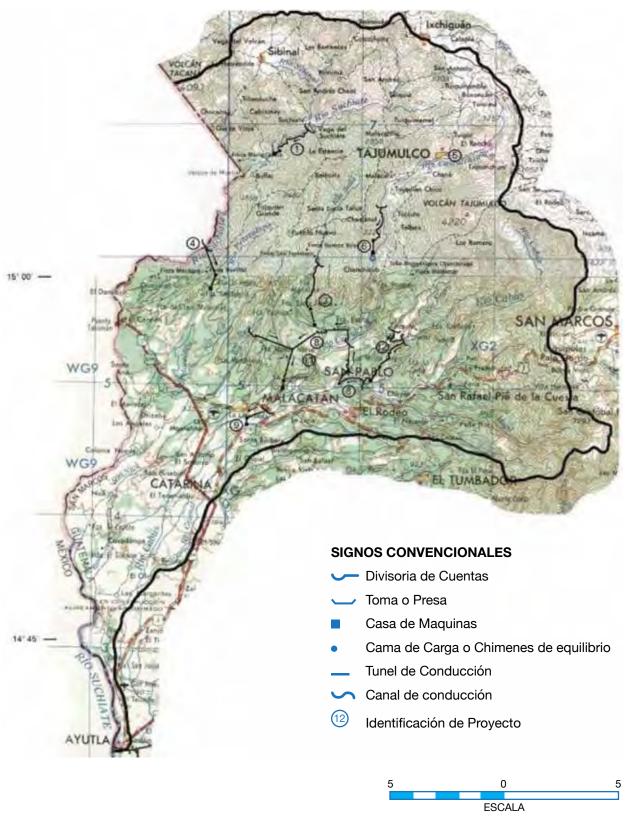
Para establecer las características hidro energéticas de cada proyecto, se siguió la siguiente metodología:

#### 3.1 Datos Básicos

Previo a realizar las vistas de campo, en primer lugar se estableció la localización de cada proyecto en hojas topográficas escala 1:50,000. A continuación se estableció la caída bruta aprovechable en las hojas topográficas, es decir la diferencia de cota entre los sitios proyectados para la toma y la casa de máquinas. Durante las vistas de campo, además de tomar otro tipo de información, se verificaron las diferencias de cotas, en los casos en los que los sitios están bien definidos y son accesibles.

Las siguientes actividades se realizaron en gabinete y consistieron en establecer los caudales medios anuales y mensuales y las curvas de duración para cada proyecto, de los resultados de la simulación hidrológica de las cuencas.

## Gráfica 1 CUENCA DEL RÍO SUCHIATE LOCALIZACIÓN DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS



## Gráfica 2 CUENCA DEL RIO NARANJO LOCALIZACIÓN DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS



#### **SIGNOS CONVENCIONALES**

- Divisoria de Cuentas
- Toma o Presa
- Casa de Maquinas
- Cama de Carga o Chimenes de equilibrio
- Tunel de Conducción
- Canal de conducción
- 12 Identificación de Proyecto



#### 3.2 Cálculos

La capacidad del equipo de cada planta se calculó con la siguiente fórmula:

#### En donde:

P = Capacidad instalada en MW

g = Aceleración de la gravedad

Q = Caudal de diseño en m3/s

H = Caída bruta en m

c = Eficiencia global de la planta

La eficiencia global de la planta está compuesta por la eficiencia del equipo electromecánico y de las obras hidráulicas. El equipo electromecánico debe tener una eficiencia de alrededor del 85 %, mientras las pérdidas en las obras hidráulicas no deben ser mayores del 5 %. En este caso para calcular la capacidad de cada planta se ha adoptado una eficiencia global del 81.5 %.

Para el cálculo de la capacidad de cada planta se consideraron dos caudales de diseño, que se tomaron de las curvas de duración de caudales. Los caudales son los que se presentan con una duración mayor del 80 % y del 30% del tiempo. Con estos criterios se considera que se cubren en una medida razonable, las plantas que pueden operar en base a la venta de energía y potencia.

La energía se calculó en base a las curvas de duración, asumiendo que estas representan un año promedio. Cuando el caudal supera el caudal de diseño, la central trabaja a plena capacidad, es decir trabaja a plena potencia. Mientras que los períodos en que el caudal es menor al caudal de diseño, la energía producida es una proporción de la potencia que esta dada por la relación del caudal durante el período y el caudal de diseño.

Los datos de las obras que se requieren para la construcción de cada proyecto se tomaron de los estudios que se mencionan en las hojas resumen de los proyectos.

## 4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LOS PROYECTOS

En las siguientes páginas se muestran los resultados del análisis hidro energético de los proyectos identificados en las cuencas de los ríos Suchiate y Naranjo, para lo cual se sigue la secuencia de los Cuadros 1 y 2.

El resumen de cada proyecto consiste en una hoja que contiene los datos básicos que identifican a cada uno de los proyectos y un esquema en planta de cada proyecto sobre las hojas cartográficas escala 1:50,000.

## 4.1 Cuenca del Río Suchiate

## 4.1.1 Proyecto Montecristo

El proyecto Montecristo concebido por el INDE y se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de Sibinal. El proyecto aprovecha las aguas del río Suchiate en el tramo donde el río fluye en territorio guatemalteco

El sitio del proyecto es accesible por la carretera que parte de la cabecera departamental de San Marcos hacia la cabecera municipal de Tacaná. Se toma el desvío que conduce a la población de Sibinal.

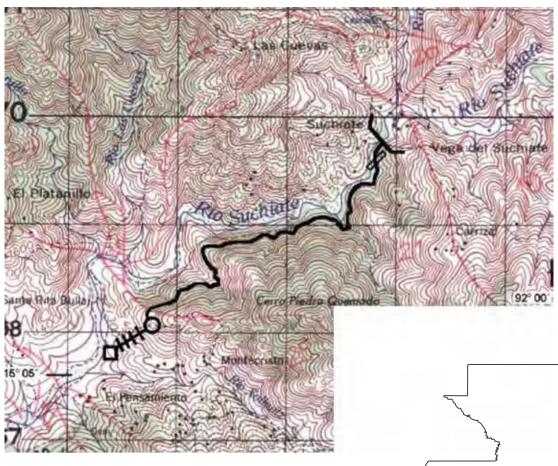
Los sitios de presa y casa de máquinas únicamente son accesibles por veredas peatonales desde la población de Sibinal. Actualmente se construye una carretera que será transitable por vehículos en el período seco hacia la población de Santa Rita Bullaj. El sitio de casa de máquinas está localizado aproximadamente a 1 km de la población de Santa Rita Bullaj.

En el Cuadro 3 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial, así como el cálculo de la energía. En el Cuadro 4 se muestran los resultados de los cálculos de la energía anual.

Cuadro 3 Proyecto Montecristo Caudales y Energía

Caudales Mensuales		Curva de Duración		Energía (MWh)	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	Q <sub>80</sub>	<b>Q</b> <sub>30</sub>
Ene	3.18	100	0.64		
Feb	2.83	95	1.29	778	778
Mar	2.75	90	1.61	1169	1169
Abr	3.24	80	2.15	3030	3030
Мау	3.9	70	2.53	3465	3772
Jun	6.14	60	3.12	3465	4553
Jul	5.42	50	3.68	3465	5480
Ago	5.95	40	4.42	3465	6528
Sep	10.16	30	5.52	3465	8011
Oct	8.69	20	6.9	3465	8897
Nov	6.1	10	9.66	3465	8897
Dic	4.45	5	13.14	1733	4449
Anual	5.23	0	65.69	1733	4449
Energía Total Anu	ıal			32700	60013

## Gráfica 3 PROYECTO HIDROELÉCTRICO MONTECRISTO



Nombre Montecristo			
Departamento	San Marco	s	
Municipio	Tajumulco		
Río	Suchiate		
Presa	Gravedad		
Long. Canal (m)	3500		
Long Tub. Presión (m)	400		
Caída (m)	230 (tomada 1:50,000		
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	2.15	5.52	
Potencia Instalada (MW)	4.0	10.2	
Energía Anual (GWh)	32.7	60.0	
Factor de Planta	0.94	0.67	

#### **OBSERVACIONES:**

Los sitios de presa y casa de máquinas únicamente accesibles por veredas peatonales desde la población de Sibinal. Actualmente construye una carretera que será transitable por vehículos en el período seco hacia la población de Santa Rita Bullaj. El sitio de casa de máguinas localizado está aproximadamente a 1 km de la población de Santa Rita Bullaj.



#### SIGNOS CONVENCIONALES

Presa

Desarenador

Canal de conducción

Tanque de Compensación

Tubería de Presión

Casa de Maquinas

**ESCALA** 

## 4.1.2 Proyecto Salá (INDE)

El proyecto Salá fue concebido por el INDE y se ubica en el departamento de San Marcos, entre los municipios de Sibinal y Tajumulco. El proyecto deriva las aguas del río Suchiate hacia el río Salá en el tramo donde el río fluye en territorio guatemalteco.

El sitio de la toma del proyecto es accesible por la carretera que parte de la cabecera departamental de San Marcos hacia la cabecera municipal de Tacaná. Se toma el desvío que conduce a la población de Sibinal. El sitio de la toma solo es accesible por veredas peatonales.

El sitio de casa de máquinas es accesible desde la cabecera municipal de Malacatán por la carretera que conduce a la población de San Pablo. Se toma el desvío que conduce a la finca Argentina. Desde el casco de la finca Argentina se toma un camino transitable con vehículo de doble transmisión que llega a un punto cercano al sitio de la casa de máquinas.

En el Cuadro 4 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 4 Proyecto Salá (INDE), Caudales y Energía

Caudales Mensuales		Curva de Duración		Energía (MWh)	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>
Ene	3.61	100	0.74		
Feb	3.20	95	1.48	1167	1167
Mar	3.09	90	1.85	1750	1750
Abr	3.65	80	2.46	4531	4531
Мау	4.46	70	2.90	5172	5634
Jun	7.15	60	3.58	5172	6812
Jul	6.34	50	4.22	5172	8199
Ago	6.94	40	5.07	5172	9766
Sep	11.69	30	6.33	5172	11984
Oct	9.97	20	7.92	5172	13308
Nov	6.97	10	11.08	5172	13308
Dic	5.06	5	15.07	2586	6654
Anual	6.01	0	75.37	2586	6654
Energía Total Anu	Energía Total Anual			48823	89767

## Gráfica 4 PPROYECTO HIDROELÉCTRICO SALA (INDE)



#### **SIGNOS CONVENCIONALES**

Presa

Desarenador

**T**unel

Chimenea de equilibrio

→ Tubería de Presión

Casa de Maquinas

Nombre	ore Sala (INDE)		
Departamento	San Marco	s	
Municipio	Tajumulco		
Río	Suchiate		
Presa	Gravedad		
Long. Canal (m)	9300		
Long Tub. Presión (m)	1090		
Caída (m)	300 (tomada 1:50,00		
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	2.46	6.33	
Potencia Instalada (MW)	5.9	15.2	
Energía Anual (GWh)	48.8	89.8	
Factor de Planta	0.94 0.67		





#### **OBSERVACIONES:**

La obra de toma es accesible desde la población de Sibinal, mientras el área de la chimenea de equilibrio, tubería de presión y casa de máquinas es accesible desde la población de Malacatán.

## 4.1.3 Proyecto Salá (Fabrigas)

El proyecto Salá fue concebido por el INDE y luego la empresa Fabrigás ha desarrollado otros estudios sobre la base del proyecto preparado por el INDE. El proyecto se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de Tajumulco. El proyecto utiliza las aguas del río Salá y retorna las aguas al mismo río. Todas las obras se encuentran dentro de la finca Argentina.

Los sitios para las obras del proyecto son accesibles desde la carretera de Malacatán a San Marcos. Se toma el desvío que conduce a la finca Argentina que se localiza a orillas del río Cutzulchimá.

Los sitios de toma, cámara de carga y casa de máquinas son accesibles desde la finca Argentina por caminos transitables con vehículo de doble transmisión que llegan hasta los sitios de las obras.

En el Cuadro 5 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 5 Proyecto Salá (Fabrigás), Caudales y Energía

Caudales Mensuales		Curva de Duración		Energía (MWh)	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>
Ene	1.14	100	0.26		
Feb	0.96	95	0.52	506	506
Mar	0.9	90	0.65	758	758
Abr	1.06	80	0.87	1971	1971
Мау	1.52	70	1.02	2256	2450
Jun	2.94	60	1.26	2256	2956
Jul	2.73	50	1.48	2256	3552
Ago	3.08	40	1.78	2256	4227
Sep	4.8	30	2.22	2256	5186
Oct	3.99	20	2.78	2256	5756
Nov	2.46	10	3.89	2256	5756
Dic	1.6	5	5.29	1128	2878
Anual	2.27	0	26.47	1128	2878
Energía Total Anu	al			21282	38875

## Gráfica 5 PROYECTO HIDROELÉCTRICO SALA (FABRIGAS)



#### **SIGNOS CONVENCIONALES**

Presa

Desarenador

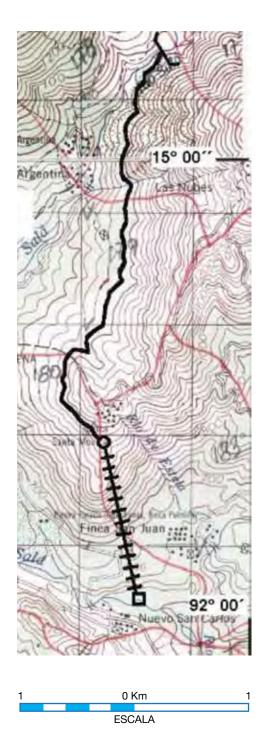
**Tunel** 

Chimenea de equilibrio

H Tubería de Presión

Casa de Maquinas

Nombre	Sala (Fabrigás)		
Departamento	San Marco	s	
Municipio	Tajumulco		
Río	Salá		
Presa	Gravedad		
Long. Tub. Baja Pr. (m)	4150		
Long. Tub. Presión (m)	1428		
Caída (m)	370 (tomada GPS)		
	Q <sub>80</sub> Q <sub>30</sub>		
Caudal de Diseño (m³/s)	0.87	2.22	
Potencia Instalada (MW)	2.6 6.6		
Energía Anual (GWh)	21.3 38.9		
Factor de Planta	0.94	0.68	



#### **OBSERVACIONES:**

Todas las obras son accesibles desde la Finca Argentina y quedan dentro de los terrenos de la misma. A la finca Argentina se llega desde Malacatán tomando el cruce antes de llegar a la población de San Pablo.

## 4.1.4 Proyecto Petacalapa

El proyecto Petacalapa fue concebido por el INDE y se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de Tajumulco. El proyecto deriva las aguas del río Suchiate en el tramo donde el río es el límite entre México y Guatemala. Las aguas se disponen en el río Petacalapa.

El sitio de la toma del proyecto es accesible por la carretera que parte de la cabecera municipal de Malacatán hacia frontera El Carmen. Se toma el desvío que conduce a la Finca Navidad. Desde la finca Navidad el sitio de la toma es accesible por veredas peatonales.

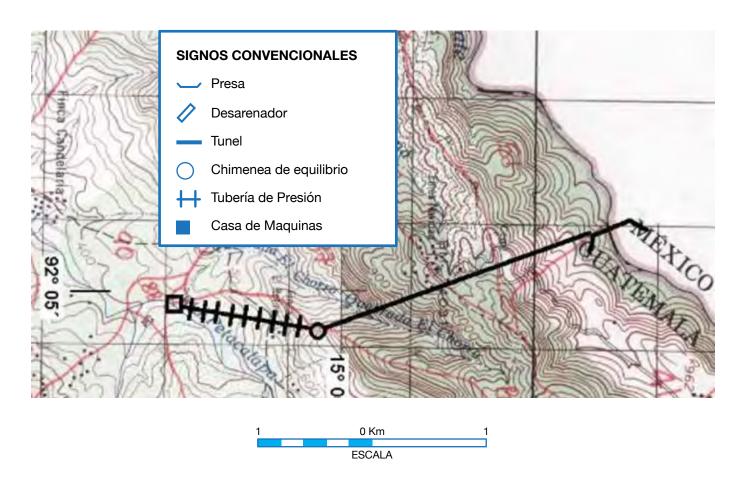
El sitio de casa de máquinas es accesible por la carretera que parte de la cabecera municipal de Malacatán hacia frontera El Carmen. Se toma el desvío que conduce a la Finca Candelaria. Desde la Finca Candelaria el sitio de la casa de máquinas es accesible por un camino transitable con vehículo de doble transmisión que llega a un punto cercano al sitio de la casa de máquinas.

En el Cuadro 6 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 6 Proyecto Petacalapa, Caudales y Energía

Caudales Mensuales		Curva de Duración		Energía (MWh)	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	<b>Q</b> <sub>30</sub>
Ene	6.04	100	1.35		
Feb	5.2	95	2.7	1987	1987
Mar	4.95	90	3.37	2978	2978
Abr	5.84	80	4.49	7712	7712
Мау	8.04	70	5.29	8810	9595
Jun	14.74	60	6.53	8810	11597
Jul	13.49	50	7.7	8810	13961
Ago	15.29	40	9.24	8810	16620
Sep	24.51	30	11.55	8810	20397
Oct	20.68	20	14.44	8810	22664
Nov	12.89	10	20.22	8810	22664
Dic	8.45	5	27.5	4405	11332
Anual	11.68	0	137.5	4405	11332
Energía Total Anu	Energía Total Anual				152839

## Gráfica 6 PROYECTO HIDROELÉCTRICO PETACALAPA



Nombre	Petacalapa		
Departamento	San Marcos		
Municipio	Tajumulco		
Río	Suchiate		
Presa	Gravedad		
Long. Túnel (m)	2400		
Long. Tub. Baja Pr. (m)	1100		
Long. Tub. Presión (m)	1428		
Caída (m)	280 (tomada 1:50000)		
	<b>Q</b> <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	4.49	11.55	
Potencia Instalada (MW)	10.1	25.9	
Energía Anual (GWh)	83.2	152.8	
Factor de Planta	0.94 0.67		



#### **OBSERVACIONES:**

TEI proyecto utiliza las aguas del río Suchiate en el tramo donde es el límite entre Guatemala y México. Es accesible desde la carretera entre Malacatán y Frontera El Carmen, se toman los caminos hacia las fincas Navidad y Candelaria.

## 4.1.5 Proyecto Tajumulco II

El proyecto Tajumulco II se identificó durante las vistas al campo que se efectuaron en el desarrollo del presente trabajo. El proyecto Tajumulco II se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de Tajumulco. El proyecto utiliza las aguas del río Cutzulchimá y retorna las aguas al mismo río.

Los sitios de las obras son accesibles por la carretera que parte de la cabecera departamental de San Marcos hacia la cabecera municipal de Tajumulco. El sitio de las obras se encuentra unos 500 metros antes de llegar a la cabecera municipal de Tajumulco.

El proyecto utiliza una caída del río Cutzulchimá de unos 30 metros. En el lugar funcionó una hidroeléctrica en los años 80, que dejó de operar cuando el área quedó integrada a la red nacional. Aún pueden visitarse el canal de conducción y la cámara de carga.

En el Cuadro 7 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 7 Proyecto Tajumulco II, Caudales y Energía

	dales uales	Cu de Du			rgía Wh)
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>
Ene	0.95	100	0.19		
Feb	0.85	95	0.38	30	30
Mar	0.83	90	0.48	45	45
Abr	0.98	80	0.63	117	117
Мау	1.17	70	0.75	132	145
Jun	1.76	60	0.92	132	176
Jul	1.55	50	1.09	132	211
Ago	1.7	40	1.31	132	252
Sep	3	30	1.63	132	309
Oct	2.7	20	2.04	132	343
Nov	1.83	10	2.86	132	343
Dic	1.33	5	3.88	66	171
Anual	1.55	0	19.42	66	171
Energía Total Anual			1251	2313	

## Gráfica 7 PROYECTO HIDROELÉCTRICO TAJUMULCO II

#### **SIGNOS CONVENCIONALES**

Presa

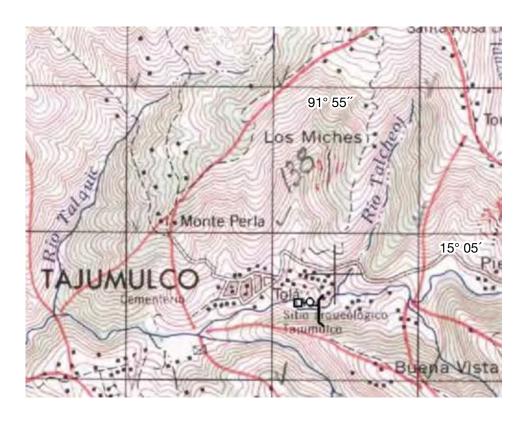
Desarenador

Canal de conducción

Tanque de Compresión

→ Tubería de Presión

Casa de Maquinas



Nombre	Tajumulco II		
Departamento	San Marcos		
Municipio	Tajumulco		
Río	Cutzulchimá		
Presa	Gravedad		
Long. Canal (m)	100		
Long. Tub. Presión (m)	32		
Caída (m)	30 (tomada GPS)		
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	0.63	1.63	
Potencia Instalada (MW)	0.15	0.39	
Energía Anual (GWh)	1.3	2.3	
Factor de Planta	0.94	0.68	



0 Km

#### **OBSERVACIONES:**

El proyecto se encuentra en las cercanías de la cabecera municipal de Tajumulco. En el sitio que funcionó una planta hidroeléctrica que dejó de operar cuando el área fue conectada a la red nacional.

## 4.1.6 Proyecto Tajumulco

El proyecto Tajumulco se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de Tajumulco. El proyecto utiliza las aguas del río Cutzulchimá y retorna las aguas al mismo río.

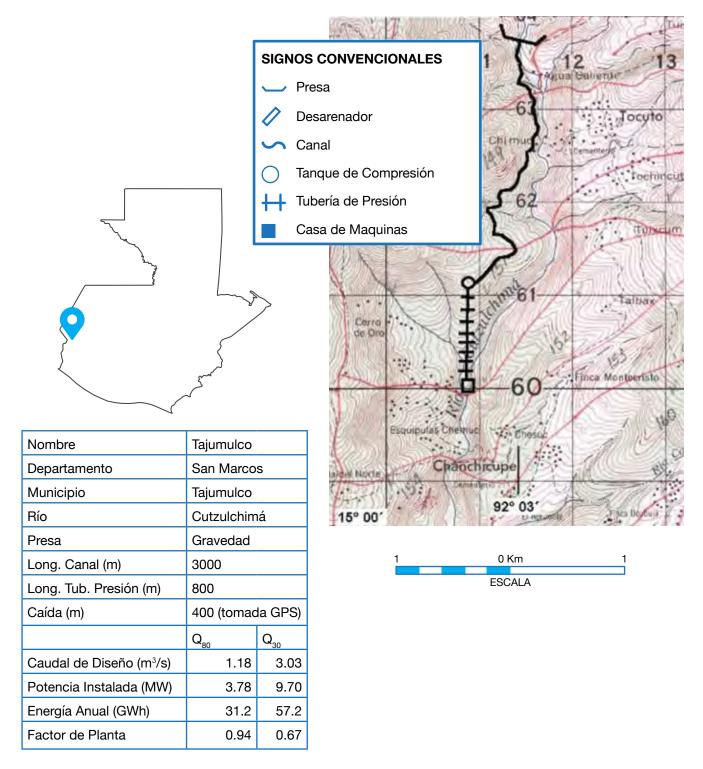
Los sitios de las obras son accesibles por la carretera que parte de la cabecera departamental de San Marcos hacia la cabecera municipal de Tajumulco. El sitio de la toma puede visitarse tomando la carretera entre la cabecera municipal de Tajumulco y la población de Chanchicupe. Se toma el desvío hacia la población de Agua Caliente que queda muy próxima al sitio de toma. El sitio de la casa de máquinas es accesible tomando la carretera entre la cabecera municipal de Tajumulco y la población de Chanchicupe. Desde la finca Montecristo el sitio es accesible por veredas peatonales.

En el Cuadro 8 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 8 Proyecto Tajumulco, Caudales y Energía

Cauc Mens		Cui de Dui		Ene (M\	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>
Ene	1.75	100	0.35		
Feb	1.56	95	0.71	743	743
Mar	1.52	90	0.88	1114	1114
Abr	1.79	80	1.18	2887	2887
Мау	2.14	70	1.38	3308	3588
Jun	3.31	60	1.71	3308	4331
Jul	2.92	50	2.02	3308	5228
Ago	3.21	40	2.42	3308	6223
Sep	5.57	30	3.03	3308	7639
Oct	4.88	20	3.78	3308	8494
Nov	3.36	10	5.29	3308	8494
Dic	2.45	5	7.2	1654	4247
Anual	2.87	0	36	1654	4247
Energía Total Anual			31207	57234	

## Gráfica 8 PROYECTO HIDROELÉCTRICO TAJUMULCO



#### **OBSERVACIONES:**

El área del proyecto es accesible por la carretera que va de la cabecera municipal de Tajumulco a la población de Chanchicupe. El sitio de toma se encuentra cerca de la población de Agua Caliente y el de casa de máquinas se pueden visitar por una vereda peatonal.

# 4.1.7 Proyecto Pompeya

El proyecto Pompeya fue concebido por el INDE. El Proyecto se ubica en el departamento de San Marcos, entre los municipios de Tajumulco y San Pablo. El proyecto utiliza las aguas de los ríos Salá y Cutzulchimá y retorna las aguas al río Cutzulchimá.

El sitio de toma del río Salá es accesible desde la carretera de Malacatán a San Marcos. Se toma el desvío que conduce a la finca Argentina que se localiza a orillas del río Cutzulchimá. El sitio de toma del río Cutzulchimá puede visitarse tomando la carretera entre la cabecera municipal de Tajumulco y la población de Chanchicupe. Desde la finca Montecristo el sitio es accesible por veredas peatonales.

El sitio de casa de máquinas puede visitarse por veredas peatonales desde la carretera que va de la cabecera municipal de San Pablo a la población de Tocache.

La construcción del proyecto Salá (INDE) beneficiaría la producción del proyecto Pompeya. Esta condición fue considerada cuando fue concebido el proyecto. En el presente análisis este beneficio no se considera. Los proyectos Pompeya y Salá se excluyen mutuamente debido a que ambos utilizan las aguas del río Salá en el mismo tramo.

En el Cuadro 9 se muestran los caudales medios mensuales y las curvas de duración de los ríos Salá y Cutzulchimá en los sitios de las tomas y el total de los caudales.

Cuadro 9 Proyecto Pompeya, Caudales Parciales y Totales

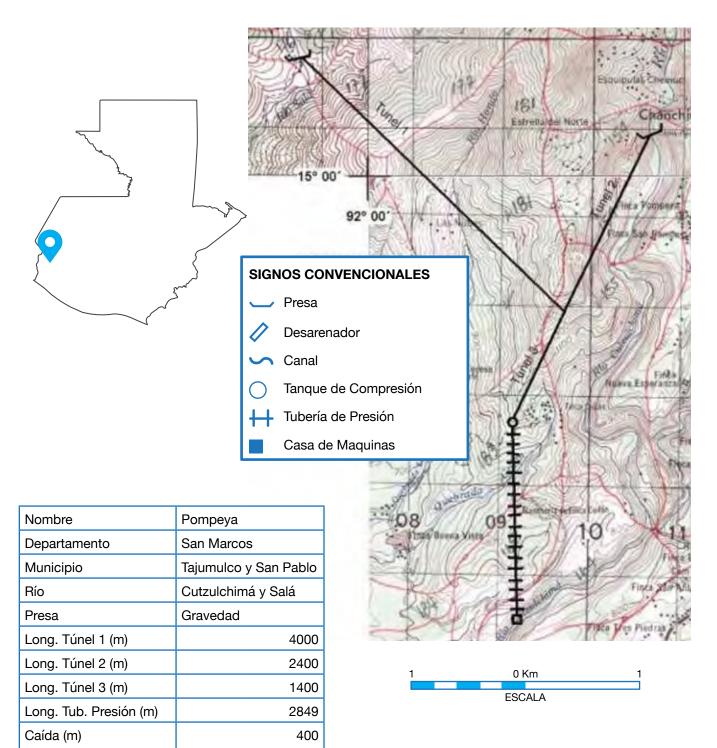
Caudales Mensuales (m³/s)				Curva de Duración (m³/s)			
Mes	Salá	Cutzulchimá	Total	%	Salá	Cutzulchimá	Total
Ene	0.98	2.59	3.57	100	0.22	0.53	0.75
Feb	0.83	2.28	3.11	95	0.44	1.07	1.51
Mar	0.78	2.20	2.98	90	0.54	1.34	1.88
Abr	0.92	2.60	3.52	80	0.73	1.78	2.51
Мау	1.28	3.21	4.49	70	0.85	2.09	2.94
Jun	2.39	5.23	7.62	60	1.05	2.59	3.64
Jul	2.20	4.68	6.88	50	1.24	3.05	4.29
Ago	2.45	5.15	7.60	40	1.49	3.66	5.15
Sep	3.86	8.67	12.53	30	1.87	4.58	6.45
Oct	3.21	7.49	10.70	20	2.33	5.72	8.05
Nov	2.04	5.06	7.10	10	3.26	8.01	11.27
Dic	1.38	3.62	5.00	5	4.44	10.89	15.33
		0	22.2	54.47	76.67		

En el Cuadro 10 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 10 Proyecto Pompeya, Caudales y Energía

Cauc Mens	dales uales	Curva de Duración		Energía (MWh)	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>
Ene	3.57	100	0.75		
Feb	3.11	95	1.51	1584	1584
Mar	2.98	90	1.88	2376	2376
Abr	3.52	80	2.51	6153	6153
Мау	4.49	70	2.94	7036	7639
Jun	7.62	60	3.64	7036	9223
Jul	6.88	50	4.29	7036	11115
Ago	7.60	40	5.15	7036	13231
Sep	12.53	30	6.45	7036	16259
Oct	10.70	20	8.05	7036	18081
Nov	7.10	10	11.27	7036	18081
Dic	5.00	5	15.33	3518	9040
Anual	6.26	0	76.67	3518	9040
Energía Total Anual				66401	121820

# Gráfica 9 PROYECTO HIDROELÉCTRICO POMPEYA



### **OBSERVACIONES:**

Los datos sobre las obras requeridas que aparecen en la tabla, han sido tomados del Volumen 5 del Plan Maestro de Electrifica-ción elaborado por el INDE.

 $Q_{30}$ 

6.45

20.64

121.8

0.67

2.51

8.03

66.4

0.94

 $Q_{80}$ 

Caudal de Diseño (m3/s)

Potencia Instalada (MW)

Energía Anual (GWh)

Factor de Planta

# 4.1.8 Proyecto Virginia

El proyecto Virginia fue concebido por el INDE. El Proyecto se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de San Pablo. El proyecto utiliza las aguas de los ríos Cabuz, Negro (afluente del Cabuz), Cutzulchimá, Hondo y Negro (afluente del Petacalapa). El proyecto descarga las aguas en el río Cabuz cerca de la cabecera municipal de Malacatán.

Los sitios para las obras del proyecto han sido identificados en una forma muy preliminar. La mayor parte de las obras de toma son accesibles desde la carretera entre San Marcos y Malacatán. Este es el caso de las tomas del río Cabuz y Negro y del sitio de casa de máquinas. Las otras obras de toma pueden ser visitadas por los caminos que existen en el área.

En el Cuadro 11 se muestran los valores de los caudales medios mensuales, mientras en el Cuadro 12 se dan los valores de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial.

Cuadro 11
Proyecto Virginia, Caudales Mensuales Parciales y Totales

Caudales Mensuales (m³/s)						
Mes	Cabuz	Negro	Cutzulch	Hondo	Negro	Total
Ene	4.84	1.49	3.57	2.08	0.21	12.19
Feb	4.03	1.21	3.06	1.66	0.16	10.12
Mar	3.77	1.12	2.91	1.52	0.14	9.46
Abr	4.44	1.32	3.44	1.80	0.17	11.17
May	7.25	2.39	4.85	3.36	0.45	18.30
Jun	15.21	5.36	9.05	7.69	1.14	38.45
Jul	14.20	5.06	8.30	7.29	1.10	35.95
Ago	16.64	6.02	9.47	8.65	1.34	42.12
Sep	25.92	9.24	15.25	13.16	2.01	65.58
Oct	21.63	7.71	12.95	10.91	1.67	54.87
Nov	11.89	3.98	7.81	5.61	0.75	30.04
Dic	6.78	2.09	5.00	2.91	0.30	17.08
Anual	11.38	3.92	7.14	5.55	0.79	28.78

Cuadro 12 Proyecto Virginia, Curvas de Duración Parciales y Totales

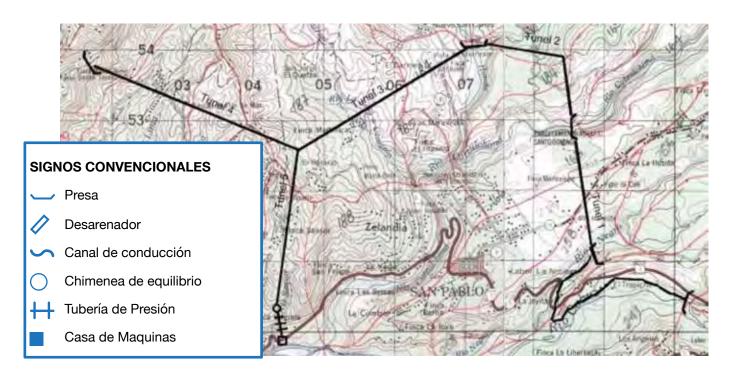
Caudales de Duración (m³/s)						
% Tiempo	Cabuz	Negro	Cutzulch	Hondo	Negro	Total
100	1.23	0.41	0.81	0.57	0.08	3.10
95	2.46	0.81	1.63	1.15	0.15	6.20
90	3.07	1.01	2.03	1.44	0.19	7.74
80	4.09	1.35	2.71	1.92	0.25	10.32
70	4.82	1.59	3.19	2.25	0.30	12.15
60	5.94	1.97	3.94	2.78	0.37	15.00
50	7.01	2.32	4.65	3.28	0.44	17.70
40	8.42	2.78	5.58	3.94	0.52	21.24
30	10.52	3.48	6.97	4.92	0.65	26.54
20	13.15	4.35	8.72	6.15	0.82	33.19
10	18.41	6.09	12.21	8.62	1.15	46.48
5	25.04	8.28	16.60	11.72	1.56	63.20
0	125.21	41.39	83.00	58.59	7.79	315.98

En el Cuadro 13 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

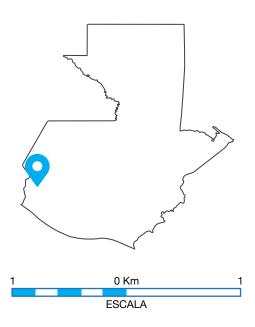
Cuadro 13 Proyecto Virginia, Caudales y Energía

Caudales d		Curva de Duración		Energía (MWh)	
% Tiempo	Cabuz	Negro	Cutzulch	Hondo	Total
Ene	12.19	100	3.10		
Feb	10.12	95	6.20	2933	2933
Mar	9.46	90	7.74	4396	4396
Abr	11.17	80	10.32	11391	11391
Мау	18.30	70	12.15	13018	14172
Jun	38.45	60	15.00	13018	17124
Jul	35.95	50	17.70	13018	20625
Ago	42.12	40	21.24	13018	24560
Sep	65.58	30	26.54	13018	30136
Oct	54.87	20	33.19	13018	33479
Nov	30.04	10	46.48	13018	33479
Dic	17.08	5	63.20	6509	16739
Anual	28.78	0	315.98	6509	16739
Energía Total Anual				122864	225773

# Gráfica 10 PROYECTO HIDROELÉCTRICO VIRGINIA



Nombre	Virginia		
Departamento	San Marcos		
Municipio	Tajumulco	y San Pablo	
Río	Cabuz, Neg Cutzulchim	gro, Negro, ná, Hondo	
Presa	Gravedad		
Long. Canal (m)		2980	
Long. Túnel 1 (m)	1820		
Long. Túnel 2 (m)	2000		
Long. Túnel 3 (m)	2800		
Long. Túnel 4 (m)	3300		
Long. Túnel 5 (m)	2200		
Long. Tub. Presión (m)		550	
Caída (m)		180	
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	10.32	26.54	
Potencia Instalada (MW)	14.9	38.2	
Energía Anual (GWh)	122.9	225.8	
Factor de Planta	0.94	0.67	



### **OBSERVACIONES:**

LLos sitios para las obras han sido identificados en forma muy preliminar. Las obras son accesibles desde la carretera entre la cabecera departamental de San Marcos y la cabecera municipal de Malacatán.

# 4.1.9 Proyecto Malacatán

El proyecto Malacatán fue concebido por el INDE. El Proyecto se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de Malacatán. El proyecto utiliza las aguas del río Cabuz.

El sitio de toma es accesible desde la carretera de Malacatán a San Marcos. Aproximadamente 1 kilómetro de Malacatán, se toma el desvío que conduce hacia Catarina. El sitio de toma se encuentra muy cerca de la estación hidrométrica Malacatán del INSIVUMEH.

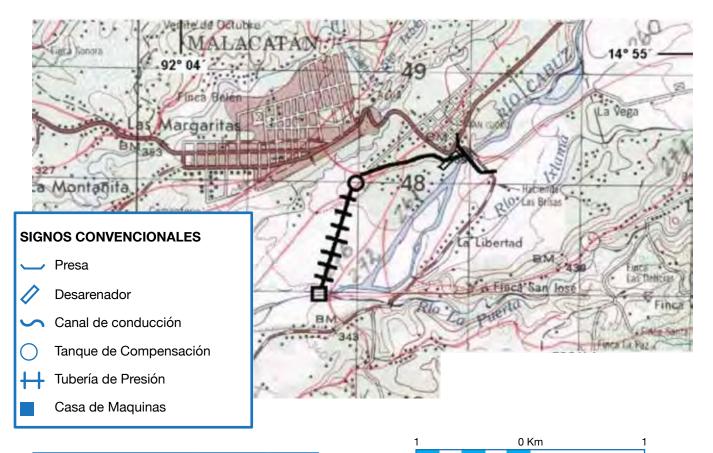
El sitio de casa de máquinas puede visitarse por veredas siguiendo por la misma carretera en dirección a Catarina, la cual se encuentra aproximadamente a 600 metros del sitio.

En el Cuadro 14 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 14 Proyecto Malacatán, Caudales y Energía

Cauc Mens	dales uales			Energía (MWh)	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	<b>Q</b> <sub>30</sub>
Ene	13.00	100	3.35		
Feb	10.66	95	6.71	952	952
Mar	9.92	90	8.39	1429	1429
Abr	11.70	80	11.18	3703	3703
Мау	19.78	70	13.16	4231	4606
Jun	42.42	60	16.24	4231	5563
Jul	39.77	50	19.16	4231	6698
Ago	46.78	40	23.00	4231	7977
Sep	72.56	30	28.75	4231	9792
Oct	60.67	20	35.93	4231	10880
Nov	32.69	10	50.31	4231	10880
Dic	18.20	5	68.42	2115	5440
Anual	31.51	0	342.08	2115	5440
Energía Total Anual				39930	73359

# Gráfica 11 PROYECTO HIDROELÉCTRICO MALACATAN



Nombre	Malacatán		
Departamento	San Marco	s	
Municipio	Malacatán		
Río	Cabuz		
Presa	Gravedad		
Long. Canal (m)	3000		
Long. Tub. Presión (m)	800		
Caída (m)	54		
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	11.18	28.75	
Potencia Instalada (MW)	4.83	12.42	
Energía Anual (GWh)	39.9	73.4	
Factor de Planta	0.94	0.67	



ESCALA

### **OBSERVACIONES:**

Los sitios de las obras pueden visitarse tomando la carretera de Malacatán hacia San Marcos. A 1 kilómetro de Malacatán, se toma el desvío que conduce a Catarina para visitar los sitios de toma y casa de máquinas.

# 4.1.10 Proyecto San José

El proyecto San José fue concebido por el INDE. El Proyecto se ubica en los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, en los municipios de Malacatán (San Marcos) y San Francisco La Unión (Quetzaltenango). El proyecto utiliza las aguas de los ríos Cabuz, La Puerta, y Xulá (cuenca del río Naranjo). El proyecto descarga las aguas en el río Poza Obscura que drena hacia del río Naranjo.

Los sitios para las obras del proyecto han sido identificados en una forma muy preliminar. La toma del río Cabuz se encuentra aproximadamente a 2.5 kilómetros de Malacatán en dirección hacia San Marcos. Para llegar a la toma del río La Puerta se toma la carretera de Malacatán hacia Catarina y luego se toma el desvío hacia la Finca San José. La toma del río Xulá puede ser visitada por la carretera de Catarina a la población de San Rafael Las Flores.

El sitio de la casa de máquinas puede ser visitada por la carretera de Catarina a la población de San Rafael Las Flores.

En el Cuadro 11 se muestran los valores de los caudales medios mensuales, mientras en el Cuadro 12 se dan los valores de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial.

Cuadro 15 Proyecto San José, Caudales Mensuales Parciales y Totales

Caudales Mensuales (m³/s)						
Mes	Cabuz	lxlamá	La Puerta	Xulá(Nar)	Total	
Ene	13.00	0.84	0.49	0.65	14.98	
Feb	10.66	0.66	0.35	0.47	12.14	
Mar	9.92	0.59	0.30	0.38	11.19	
Abr	11.70	0.70	0.35	0.48	13.23	
May	19.78	1.44	0.95	0.66	22.83	
Jun	42.42	3.41	2.51	1.89	50.23	
Jul	39.77	3.24	2.41	1.86	47.28	
Ago	46.78	3.90	2.95	2.16	55.79	
Sep	72.56	5.92	4.42	3.64	86.54	
Oct	60.67	4.91	3.67	3.24	72.49	
Nov	32.69	2.42	1.67	1.77	38.55	
Dic	18.20	1.18	0.69	1.08	21.15	
Anual	31.51	2.43	1.73	1.52	37.20	

Cuadro 16 Proyecto San José, Curvas de Duración Parciales y Totales

Caudales Mensuales (m³/s)						
% Tiempo	Cabuz	Ixlamá	La Puerta	Xulá(Nar)	Total	
100	3.35	0.25	0.16	0.2	3.96	
95	6.71	0.49	0.33	0.33	7.86	
90	8.39	0.62	0.41	0.38	9.80	
80	11.18	0.82	0.54	0.49	13.03	
70	13.16	0.97	0.64	0.6	15.37	
60	16.24	1.19	0.79	0.82	19.04	
50	19.16	1.41	0.93	1.05	22.55	
40	23.00	1.69	1.12	1.31	27.12	
30	28.75	2.11	1.40	1.88	34.14	
20	35.93	2.64	1.75	2.49	42.81	
10	50.31	3.70	2.45	3.55	60.01	
5	68.42	5.03	3.33	4.85	81.63	
0	342.08	25.15	16.66	12.13	396.02	

En el Cuadro 17 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 17 Proyecto San José, Caudales y Energía

	dales uales	Curva de Duración			rgía Wh)
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	<b>Q</b> <sub>30</sub>
Ene	14.98	100	3.96		
Feb	12.14	95	7.86	4142	4142
Mar	11.19	90	9.8	6188	6188
Abr	13.23	80	13.03	15999	15999
Мау	22.83	70	15.37	18263	19903
Jun	50.23	60	19.04	18263	24115
Jul	47.28	50	22.55	18263	29146
Ago	55.79	40	27.12	18263	34809
Sep	86.54	30	34.14	18263	42931
Oct	72.49	20	42.81	18263	47851
Nov	38.55	10	60.01	18263	47851
Dic	21.15	5	81.63	9131	23925
Anual	37.20	0	396.02	9131	23925
Energía Total Anu	al	172432	320784		

# Gráfica 12 PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN JOSE

### **SIGNOS CONVENCIONALES**

Presa

Desarenador

Canal

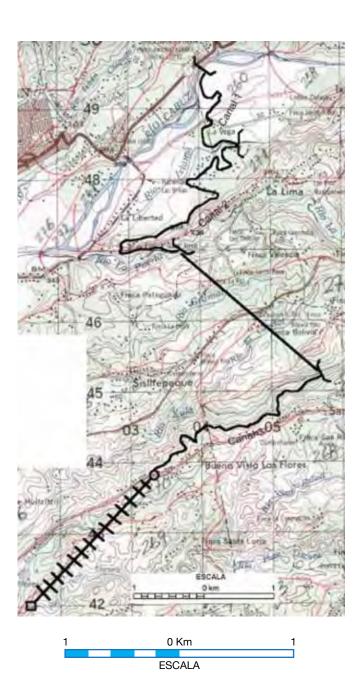
Chimenea de Equilibrio

H Tubería de Presión

Casa de Maquinas



Nombre	San José		
Departamento	San Marco	s, Quetz	
Municipio	Malacatán	y SF La	
Río	Cab,lxla, L	Puert, Xulá	
Presa	Gravedad		
Long. Canal 1 (m)		2200	
Long. Canal 2 (m)	3500		
Long. Canal 3 (m)	3300		
Long. Túnel (m)	4000		
Long. Tub. Presión (m)	2930		
Caída (m)	200		
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	13.03	34.14	
Potencia Instalada (MW)	20.85	54.62	
Energía Anual (GWh)	172.4	320.8	
Factor de Planta	0.94	0.67	



### **OBSERVACIONES:**

Los sitios para las obras han sido identificados en forma preliminar. La toma del río Cabuz se encuentra aprox. a 2.5 kilóm. de Malacatán a San Marcos. Para llegar a la toma del río La Puerta se toma la carretera de Malacatán a Catarina y luego se toma el desvío a la Finca San José. La toma del río Xulá puede ser visitada por la carretera de Catarina a la población de San Rafael Las Flores. El sitio de la casa de máquinas puede ser visitado por la misma carretera.

# 4.1.11 Proyecto La Laja

El proyecto La Laja fue identificado durante las vistas de campo realizado en el desarrollo de este trabajo. El Proyecto se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de San Pablo. El proyecto utiliza las aguas del río La Laja y retorna las aguas en la confluencia del río La Laja con el río Hondo que es afluente del río Cutzulchimá.

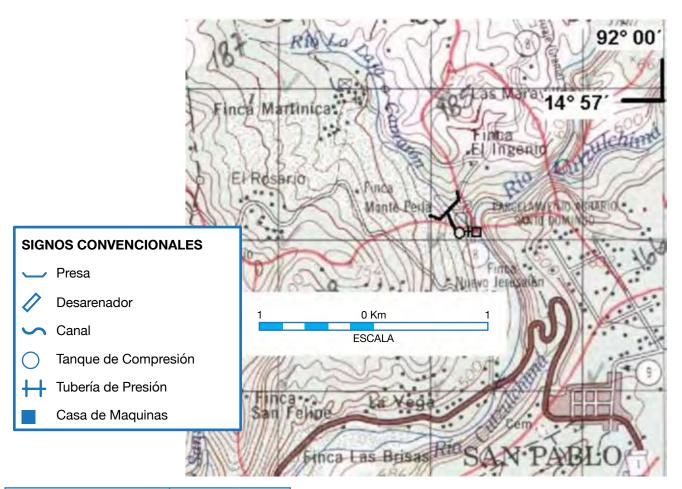
Los sitios de las obras son accesibles desde la carretera de Malacatán a San Marcos. Se toma el desvío que conduce hacia la Finca Argentina aproximadamente a 1 kilómetro del desvío de la carretera entre Malacatán y San Marcos.

En el Cuadro 18 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 18 Proyecto La Laja, Caudales y Energía

Cauc Mens					rgía Vh)
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	<b>Q</b> <sub>30</sub>
Ene	0.24	100	0.08		
Feb	0.18	95	0.17	11	11
Mar	0.15	90	0.21	17	17
Abr	0.18	80	0.28	43	43
Мау	0.49	70	0.33	49	53
Jun	1.26	60	0.4	49	64
Jul	1.21	50	0.48	49	77
Ago	1.48	40	0.57	49	92
Sep	2.22	30	0.71	49	112
Oct	1.84	20	0.89	49	124
Nov	0.83	10	1.25	49	124
Dic	0.34	5	1.7	25	62
Anual	0.87	0	8.48	25	62
Energía Total Anu	al			463	842

# Gráfica 13 PROYECTO HIDROELÉCTRICO LA LAJA



Nombre	La Laja		
Departamento	San Marco	s	
Municipio	San Pablo		
Río	La Laja		
Presa	Gravedad		
Long. Canal (m)		200	
Long. Tub. Presión (m)	103		
Caída (m)	25		
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	0.28	0.71	
Potencia Instalada (MW)	0.06	0.14	
Energía Anual (GWh)	0.5	0.8	
Factor de Planta	0.94	0.68	



### **OBSERVACIONES:**

Los sitios de las obras son accesibles desde la carretera de Malacatán a San Marcos. Se toma el desvío que conduce a la Finca Argentina aproximadamente a 1 kilómetro del desvío de la carretera entre Malacatán y San Marcos.

# 4.1.12 Proyecto El Porvenir II

El proyecto Malacatán fue concebido por el INDE. El Proyecto se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de San Rafael Pié de la Cuesta. El proyecto utiliza el desfogue de la Central Hidroeléctrica El Porvenir y del río Negro.

El sitio de toma del desfogue de la Central Hidroeléctrica El Porvenir, es accesible desde la carretera de Malacatán a San Marcos. Se toma el desvío a la Comunidad El Porvenir y luego el desvío a la Hidroeléctrica. La toma del río Negro se puede visitar partiendo de la carretera de Malacatán a San Marcos. Se toma la carretera que va de San Pablo a Tocache y luego por un camino para vehículo de doble tracción que conduce de Tocache a El Porvenir. El sitio de toma se encuentra a unos 200 metros aguas arriba del puente sobre el río Negro.

El sitio de casa de máquinas está muy cerca del puente sobre el río Los Tarros de la carretera entre San Marcos y Malacatán.

Para estimar el caudal en el desfogue de la Central Hidroeléctrica El Porvenir se calcularon los caudales del río Chapá y se agregaron los caudales de los ríos Cabuz y Tzoc hasta un total de 1.2 m3/s que es la capacidad de la Central Hidroeléctrica. A partir de 1.2 m3/s se tomaron los caudales naturales del río Chapá.

En el Cuadro 19 se muestran los caudales medios mensuales y las curvas de duración del desfogue de la Central Hidroeléctrica El Porvenir y del Río Negro y el total de los caudales.

Cuadro 19 Proyecto El Porvenir II, Caudales Parciales y Totales

Caudales Mensuales (m³/s)			Curvas de Duración (m³/s)				
Mes	Desfogue	Negro	Total	%	Desfogue	Negro	Total
Ene	1.20	0.28	1.48	100	0.37	0.07	0.44
Feb	1.20	0.24	1.44	95	0.71	0.14	0.85
Mar	1.20	0.22	1.42	90	0.90	0.17	1.07
Abr	1.20	0.27	1.47	80	1.19	0.23	1.42
Мау	1.20	0.40	1.60	70	1.20	0.27	1.47
Jun	2.50	0.82	3.32	60	1.20	0.33	1.53
Jul	2.34	0.76	3.10	50	1.20	0.39	1.59
Ago	2.73	0.88	3.61	40	1.38	0.46	1.84
Sep	4.23	1.40	5.63	30	1.73	0.58	2.31
Oct	3.54	1.19	4.73	20	2.16	0.73	2.89
Nov	1.98	0.66	2.64	10	3.02	1.02	4.04
Dic	1.20	0.39	1.59	5	4.11	1.38	5.49
				0	20.54	6.91	27.45

En el Cuadro 20 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual

Cuadro 20 Proyecto El Porvenir II, Caudales y Energía

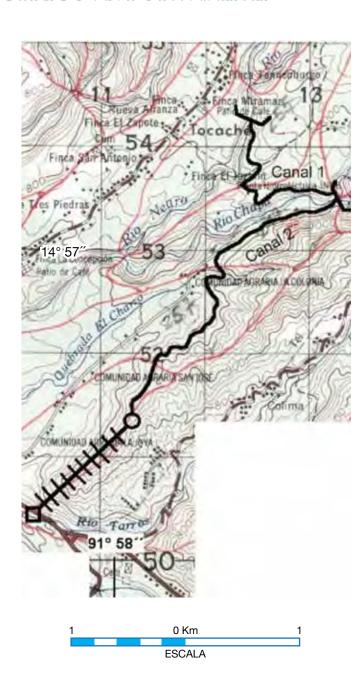
Cauc Mens		Curva de Duración		Ene (M\	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	Q <sub>80</sub>	<b>Q</b> <sub>30</sub>
Ene	1.48	100	0.44		
Feb	1.44	95	0.85	599	599
Mar	1.42	90	1.07	891	891
Abr	1.47	80	1.42	2312	2312
Мау	1.60	70	1.47	2637	2684
Jun	3.32	60	1.53	2637	2786
Jul	3.10	50	1.59	2637	2897
Ago	3.61	40	1.84	2637	3185
Sep	5.63	30	2.31	2637	3854
Oct	4.73	20	2.89	2637	4290
Nov	2.64	10	4.04	2637	4290
Dic	1.59	5	5.49	1319	2145
Anual	2.67	0	27.45	1319	2145
Energía Total Anu	al			24899	32077

# Gráfica 14 PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL PORVENIR II

# SIGNOS CONVENCIONALES Presa Desarenador Canal Tanque de Compresión Tubería de Presión Casa de Maquinas



Nombre	El Porvenir II		
Departamento	San Marco	s	
Municipio	San Rafael	Pie de la C	
Río	Cabuz, Tzo	oc, Negro	
Presa	Gravedad		
Long. Canal 1		2000	
Long. Canal 2	3500		
Long. Tub. Presión (m)	1500		
Caída (m)	265		
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	1.42	2.31	
Potencia Instalada (MW)	3.01	4.90	
Energía Anual (GWh)	24.9	32.1	
Factor de Planta	0.94	0.75	



### **OBSERVACIONES:**

El sitio de toma de la central El Porvenir, es accesible de la carretera Malacatán a San Marcos. Se toma el desvío a El Porvenir y luego a la Hidroeléctrica. Para ir a la toma del río Negro tomar la carretera de S Pablo a Tocache y luego el camino a El Porvenir. El sitio de toma está 200 m aguas arriba del puente sobre el río Negro. El sitio de casa de máquinas está cerca del puente sobre Los Tarros.

# 4.2 Cuenca del Río Naranjo4.2.1 Proyecto Ampliación La Castalia

El proyecto ampliación de la Central Hidroeléctrica La Castalia fue concebido por la municipalidad de San Marcos. El Proyecto se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de San Marcos. El proyecto consiste en derivar las aguas de los ríos Turbalá y Naranjo hacia la quebrada Agua Tibia que drena hacia el río Palatzá que utiliza la Central La Castalia. Las aguas se disponen en el río Naranjo.

Todos los sitios de las obras están localizados en un área relativamente pequeña y son accesibles desde la cabecera departamental de San Marcos, tomando la carretera hacia Corral Grande.

De acuerdo al mapa 1:50,000, la confluencia de los ríos Turbalá y Naranjo está prácticamente al mismo nivel que la presa de La Castalia. Lo anterior fue confirmado por el GPS, por lo que habría que efectuar un levantamiento topográfico para establecer si el proyecto es factible.

La central sale frecuentemente de operación debido a que las crecidas durante el período de lluvias arrastran grandes cantidades de sedimentos y basura, por lo que la presa y el desarenador se azolvan. El problema de la frecuente salida de operación podría mejorarse instalando un sistema de previsión de crecidas con un modelo de crecidas calibrado. También podría reducirse el tiempo de salida mediante el diseño apropiado de un desarenador.

En el Cuadro 21 se muestran los caudales medios mensuales y las curvas de duración de los ríos Palatzá que actualmente utiliza la central y El Naranjo en la confluencia con el Turbalá y el total de los caudales.

Cuadro 21 Proyecto Amplación La Castalia, Caudales Parciales y Totales

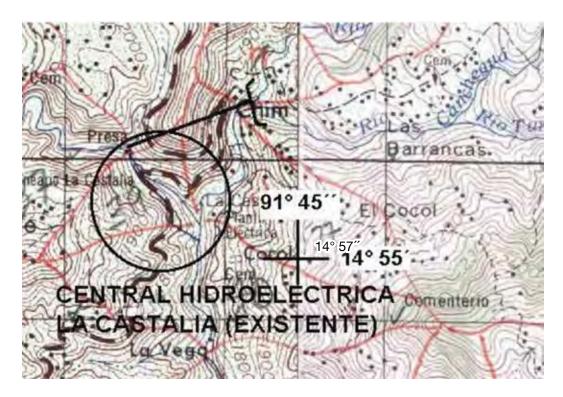
Caudales Mensuales (m³/s)					Curvas de Du	ıración (m³/s)	
Mes	Desfogue	Negro	Total	%	Desfogue	Negro	Total
Ene	0.51	0.90	1.41	100	0.24	0.42	0.66
Feb	0.48	0.85	1.33	95	0.40	0.70	1.10
Mar	0.46	0.81	1.27	90	0.46	0.83	1.29
Abr	0.44	0.78	1.22	80	0.48	0.85	1.33
Мау	0.51	0.90	1.41	70	0.49	0.87	1.36
Jun	1.06	1.95	3.01	60	0.55	0.99	1.54
Jul	1.02	1.88	2.90	50	0.60	1.11	1.71
Ago	1.07	1.98	3.05	40	0.75	1.39	2.14
Sep	1.59	2.92	4.51	30	1.02	1.87	2.89
Oct	1.54	2.83	4.37	20	1.31	2.39	3.70
Nov	1.02	1.87	2.89	10	1.86	3.41	5.27
Dic	0.64	1.12	1.76	5	2.55	4.67	7.22
				0	6.37	11.67	18.04

En el Cuadro 22 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 22 Proyecto Ampliación, La Castalia Caudales y Energía

Cauc Mens			Curva de Duración		rgía Vh)
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>
Ene	1.41	100	0.66		
Feb	1.33	95	1.10	185	185
Mar	1.27	90	1.29	251	251
Abr	1.22	80	1.33	551	551
May	1.41	70	1.36	559	566
Jun	3.01	60	1.54	559	610
Jul	2.90	50	1.71	559	683
Ago	3.05	40	2.14	559	809
Sep	4.51	30	2.89	559	1058
Oct	4.37	20	3.70	559	1215
Nov	2.89	10	5.27	559	1215
Dic	1.76	5	7.22	280	608
Anual	2.43	0	18.04	280	608
Energía Total Anu	al			5461	8358

# Gráfica 15 PROYECTO AMPLIACIÓN LA CASTALIA





Nombre	Ampl. La C	astalia	
Departamento	San Marco	s	
Municipio	San Marco	s	
Río	Naranjo, P	alatzá	
Presa	Gravedad		
Long. Túnel (m)			550
Caída (m)			60
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	1.33		2.89
Potencia Instalada (MW)	0.64		1.39
Energía Anual (GWh)	5.5		8.4
Factor de Planta	0.98		0.69



### **OBSERVACIONES:**

Todos los sitios de las obras están localizados en un área relativamente pequeña y son accesibles desde la cabecera departa-mental de San Marcos, tomando la carretera hacia Corral Grande.

# 4.2.2 Proyecto Corral Grande

El proyecto Corral Grande fue concebido y estudiado por el INDE. El Proyecto se ubica en el departamento de San Marcos, en el municipio de San Pedro. El proyecto utiliza las aguas del río Naranjo.

Los estudios del INDE incluyen un levantamiento topográfico del área del embalse, la presa, el canal de conducción, la cámara de carga, la tubería de presión y la casa de máquinas. La municipalidad de San Marcos realizó algunos estudios posteriores sobre costos. Existe un documento sobre los estudios realizados, pero este no incluye los levantamientos topográficos. La municipalidad de San Pedro adquirió los terrenos donde se localizan las obras.

Todos los sitios de las obras están localizados en un área relativamente pequeña y los sitios son accesibles desde la cabecera departamental de San Marcos, tomando la carretera hacia Corral Grande.

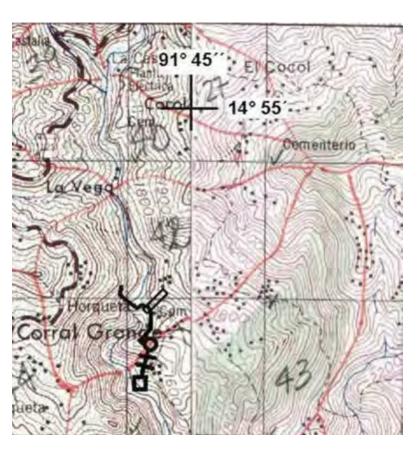
En el Cuadro 23 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 23 Proyecto Corral Grande, Caudales y Energía

Caudales Mensuales		Curva de Duración		Energía (MWh)	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	<b>Q</b> <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>
Ene	1.47	100	0.68		
Feb	1.39	95	1.14	501	501
Mar	1.32	90	1.34	682	682
Abr	1.27	80	1.38	1496	1496
Мау	1.47	70	1.42	1518	1540
Jun	3.14	60	1.6	1518	1661
Jul	3.02	50	1.78	1518	1859
Ago	3.18	40	2.23	1518	2206
Sep	4.68	30	3	1518	2877
Oct	4.54	20	3.84	1518	3301
Nov	3.01	10	5.48	1518	3301
Dic	1.83	5	7.5	759	1650
Anual	2.53	0	18.74	759	1650
Energía Total Anu	Energía Total Anual			14826	22726

# Gráfica 16 CORRAL GRANDE





Nombre	Corral Grande		
Departamento	San Marco	s	
Municipio	San Pedro		
Río	Naranjo		
Presa	Gravedad		
Long. Canal (m)			415
Long. Tub. Presión (m)			250
Caída (m)			157
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	10.32		26.54
Potencia Instalada (MW)	14.9		38.2
Energía Anual (GWh)	122.9		225.8
Factor de Planta	0.94		0.67



### **OBSERVACIONES:**

Todos los sitios de las obras están localizados en un área relativamente pequeña y los sitios son accesibles desde la cabecera departamental de San Marcos, tomando la carretera hacia Corral Grande.

# 4.2.3 Proyecto El Quetzal

El proyecto El Quetzal fue concebido y estudiado por el INDE. El Proyecto se ubica en los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, en los municipios de Nuevo Progreso y Coatepeque. El proyecto utiliza las aguas del río Naranjo y descarga las aguas en el mismo río.

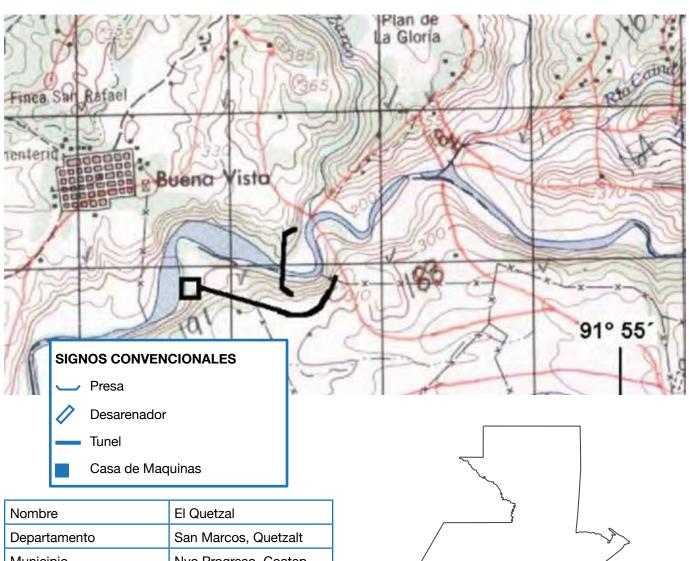
Los sitios para las obras del proyecto fueron identificados por el INDE. Los sitios de las obras pueden ser visitados desde la población de Buena Vista. Para llegara a Buena vista se toma el desvío desde la carretera de Pajapita a Nuevo Progreso.

En el Cuadro 24 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.

Cuadro 24 Proyecto El Quetzal, Caudales y Energía

	Caudales Curv Mensuales de Dura			Ene (M\	
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>
Ene	15.97	100	5.46		
Feb	12.48	95	9.1	2318	2318
Mar	10.68	90	10.71	3153	3153
Abr	12.27	80	12.86	7503	7503
Мау	16.07	70	15	8188	8869
Jun	43.92	60	19.62	8188	11021
Jul	42.86	50	24.24	8188	13962
Ago	48.24	40	30.29	8188	17359
Sep	78.35	30	42.82	8188	23274
Oct	71.11	20	55.98	8188	27263
Nov	40.96	10	79.87	8188	27263
Dic	25.18	5	109.23	4094	13631
Anual	34.84	0	273.07	4094	13631
Energía Total Anu	al			78475	169246

# Gráfica 17 PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUETZAL



Nombre	El Quetzal			
Departamento	San Marco	s, Quetzalt		
Municipio	Nvo Progre	eso, Coatep		
Río	Naranjo			
Presa	Enrocamie	nto		
Altura Presa (m)	85			
Long. Túnel Presión (m)	1000			
Caída (m)	90.85			
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>		
Caudal de Diseño (m³/s)	12.86	42.82		
Potencia Instalada (MW)	9.35 31.12			
Energía Anual (GWh)	78.5 169.2			
Factor de Planta	0.96	0.62		



### **OBSERVACIONES:**

Los sitios para las obras del proyecto fueron identificados por el INDE. Los sitios de las obras pueden ser visitados desde la población de Buena Vista. Para llegara a Buena vista se toma el desvío desde la carretera de Pajapita a Nuevo Progreso

# 4.2.4 Proyecto El Quetzal II

El proyecto El Quetzal fue concebido y estudiado por el INDE. El Proyecto se ubica en los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, en los municipios de Nuevo Progreso y Coatepeque. El proyecto utiliza las aguas de los ríos Naranjo, Ixtal y Chisná y descarga las aguas en el río Naranjo.

Este proyecto es una alternativa al proyecto El Quetzal. De acuerdo a los resultados de los estudios del INDE, este proyecto resulta menos beneficioso que El Quetzal, lo cual resulta evidente pues en ambos casos la altura se obtiene mediante la construcción de una presa y esta solución incluye la construcción de dos presas adicionales y dos túneles de conducción. Con lo que se obtiene una mayor altura con menor caudal.

Los sitios de las obras pueden ser visitados desde la carretera entre Pajapita y Nuevo Progreso. Para visitar la Toma del río Ixtal, se toma la carretera de Nuevo Progreso a la Finca Amalia. El sitio de casa de máquinas es accesible desde la población de Buena Vista. Los sitios de presa sobre los ríos Chisná y Naranjo pueden visitarse tomando la carretera entre Coatepeque y El Quetzal. Se toma el desvío que conduce a la población de Santa Clara y luego el desvío hacia la Finca San Jacinto.

En el Cuadro 25 se muestran los caudales medios mensuales y las curvas de duración de los ríos Ixtal, Chisná y Naranjo y el total de los caudales.

Cuadro 25
Proyecto El Quetzal II, Caudales Parciales y Totales

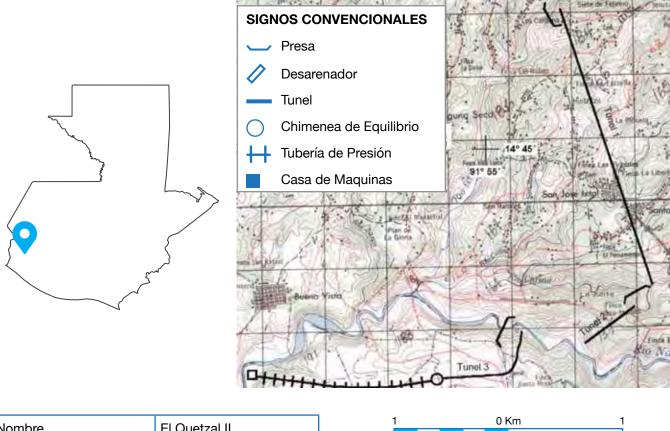
Caudales Mensuales (m³/s)				Curvas de Duración (m³/s)					
Mes	Ixtal	Chisná	Naranjo	Total	%	Ixtal	Chisná	Naranjo	Total
Ene	1.54	2.10	10.58	14.22	100	0.49	0.66	3.78	4.93
Feb	1.16	1.56	8.48	11.20	95	0.82	1.10	6.30	8.22
Mar	0.97	1.30	7.38	9.65	90	0.97	1.30	7.41	9.68
Abr	1.15	1.57	8.25	10.97	80	1.20	1.62	8.70	11.52
May	1.55	2.10	10.63	14.28	70	1.43	1.95	9.99	13.37
Jun	4.44	6.08	28.48	39.00	60	1.94	2.65	12.85	17.44
Jul	4.35	5.94	27.73	38.02	50	2.45	3.34	15.72	21.51
Ago	4.97	6.76	30.95	42.68	40	3.06	4.18	19.66	26.90
Sep	8.21	11.09	49.66	68.96	30	4.37	5.96	27.58	37.91
Oct	7.38	10.00	45.35	62.73	20	5.75	7.82	35.94	49.51
Nov	4.13	5.65	26.59	36.37	10	8.20	11.16	51.29	70.65
Dic	2.49	3.46	16.31	22.26	5	11.22	15.26	70.14	96.62
					0	28.04	38.14	175.34	241.52

En el Cuadro 26 se muestran los valores de los caudales medios mensuales y de la curva de duración de caudales que se han tomado del modelo de hidrología superficial. En el mismo Cuadro se incluye el cálculo de la energía anual.z

Cuadro 26 Proyecto El Quetzal II, Caudales y Energía

Cauc Mens		Cu de Du		Energía (MWh)		
Mes	Caudal (m³/s)	% Tiempo	Caudal (m³/s)	Q <sub>80</sub>	<b>Q</b> <sub>30</sub>	
Ene	14.22	100	4.93			
Feb	11.20	95	8.22	2961	2961	
Mar	9.65	90	9.68	4031	4031	
Abr	10.97	80	11.52	9549	9549	
May	14.28	70	13.37	10377	11211	
Jun	39.00	60	17.44	10377	13877	
Jul	38.02	50	21.51	10377	17543	
Ago	42.68	40	26.90	10377	21804	
Sep	68.96	30	37.91	10377	29191	
Oct	62.73	20	49.51	10377	34150	
Nov	36.37	10	70.65	10377	34150	
Dic	22.26	5	96.62	5189	17075	
Anual	30.86	0	241.52	5189	17075	
Energía Total Anual				99560	212616	

# Gráfica 18 PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUETZAL II



Nombre	El Quetzal II		
Departamento	San Marcos, Quetzalt		
Municipio	Nvo. Progreso, Coatep.		
Río	Ixtal, Chisná, Naranjo		
Presa	Enrocamiento		
Altura Presa (m)	64		
Long. Túnel 1	4500		
Long. Túnel 2	1150		
Long. Túnel de Presión	1750		
Long. Tub. Presión (m)	2500		
Caída (m)	128.54		
	Q <sub>80</sub>	Q <sub>30</sub>	
Caudal de Diseño (m³/s)	11.52	37.91	
Potencia Instalada (MW)	11.85	38.98	
Energía Anual (GWh)	99.6	212.6	
Factor de Planta	0.96	0.62	



### **OBSERVACIONES:**

Los sitios de obra pueden ser visitados tomando el camino de Pajapita a Nvo Progreso. La toma del río Ixtal es accesible por el camino de Nvo Progreso a la Finca Amalia. El sitio de casa de máquinas es accesible desde Buena Vista. Los sitios de presa en los ríos Chisná y Naranjo pueden visitarse tomando la carretera entre Coatepeque y El Quetzal. Se toma el desvío que conduce a Santa Clara y luego el desvío hacia la Finca San Jacinto.

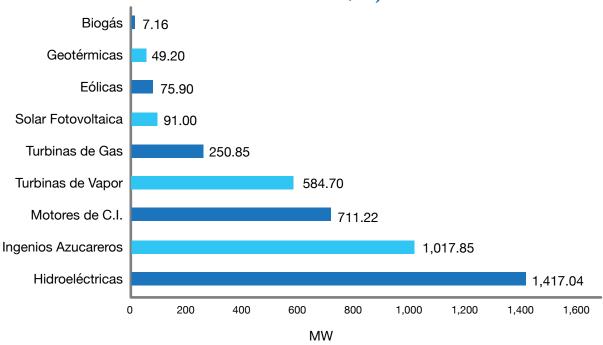


Estadísticas del Subsector Eléctrico

# Estadísticas del Subsector Eléctrico

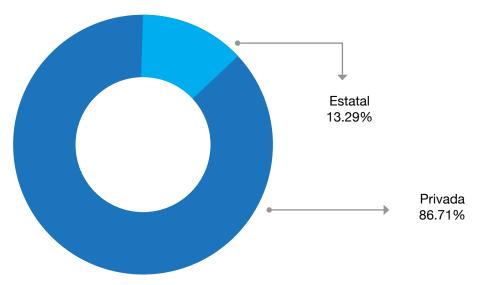
 Capacidad Instalada del parque generador del Sistema Nacional Interconectado en MW, al mes de junio de 2017.





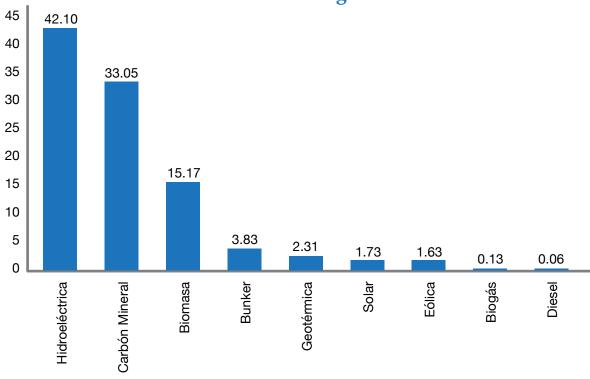
 Capacidad Instalada del parque generador del Sistema Nacional Interconectado por tipo de propiedad, al mes de junio de 2017.

Capacidad Instalada en Generación por tipo de propiedad, a junio 2017



## 3. Generación Eléctrica por tipo de combustible en porcentaje, año 2017.

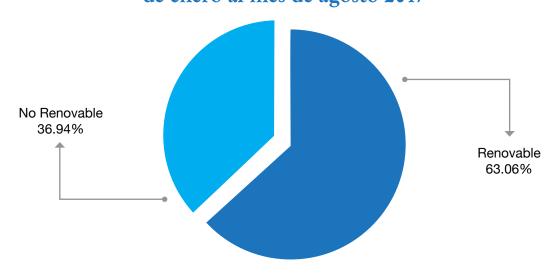
Generación por tipo de combustible, en % de enero al mes de agosto 2017



Fuente: Elaboración propia con información de AMM

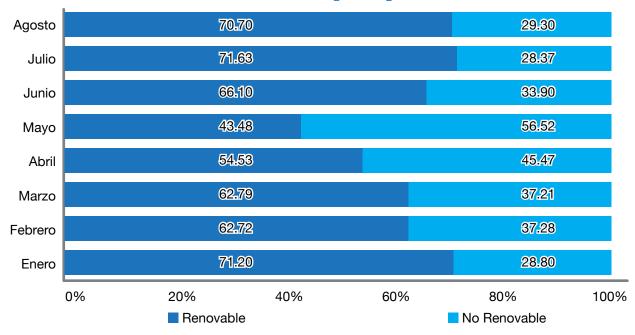
### 4. Matriz de Generación Eléctrica por tipo de recurso, año 2017.

Generación por tipo de recurso en (%) de enero al mes de agosto 2017



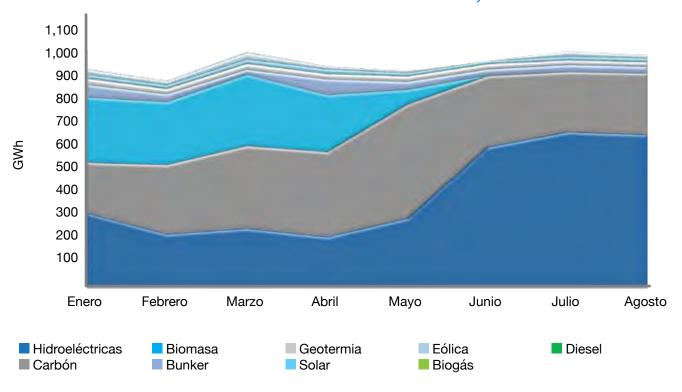
# 5. Matriz de Generación Eléctrica por tipo de recurso, a nivel mensual.

# Generación eléctrica mensual por tipo de recurso, año 2017



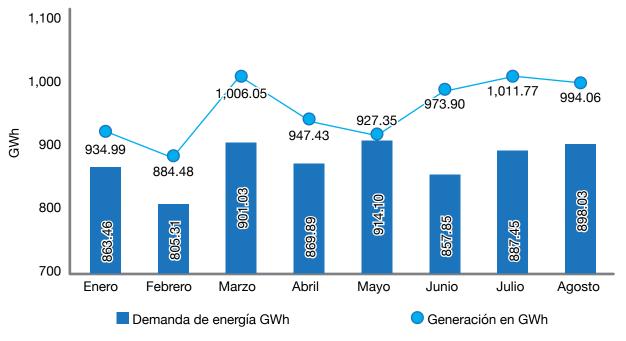
Fuente: Elaboración propia con información de AMM

# Generación eléctrica mensual en GWh, año 2017



### 6. Generación mensual vrs demanda de energía eléctrica en GWh

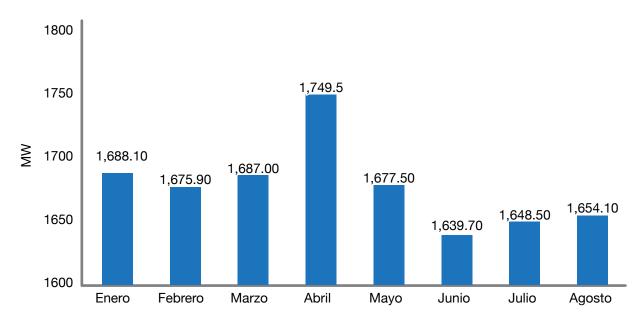
# Generación mensual vrs demanda de energía eléctrica en GWh, año 2017



Fuente: Elaboración propia con información de AMM

# 7. Demanda máxima de potencia a nivel mensual en MW, año 2017

# Demanda máxima de potencia en MW, año 2017

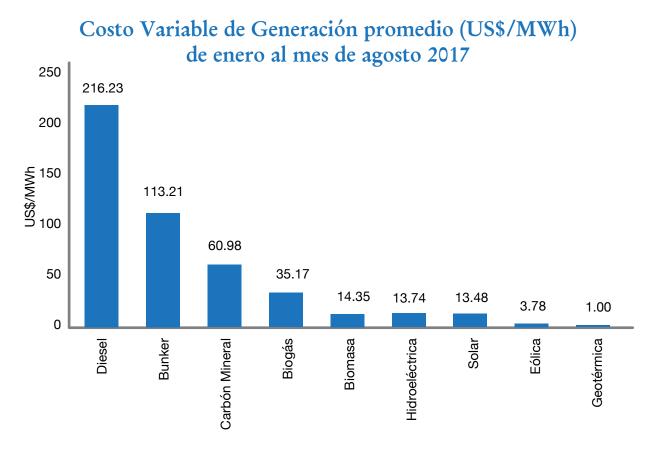


8. Exportación e importación de energía del Sistema Nacional Interconectado, de enero al mes de agosto 2017.

	Mercado Eléctrico Regional	Interconexión Guatemala-México
Volumen de exportación de energía [GWh]	1,273.32	14.14
Volumen de importación de energía [GWh]	10.96	619.50

Fuente: Elaboración propia con información de AMM

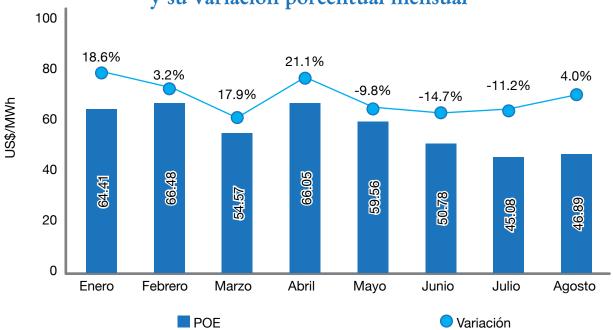
9. Costo Variable de Generación promedio por tipo de recurso en US\$/MWh.



### 10. Promedio mensual del Precio de Oportunidad de la Energía -POE- o Precio Spot en US\$/MWh, año 2017.

El Precio de Oportunidad de la Energía o Precio Spot es el valor del Costo Marginal de Corto Plazo de la Energía en cada hora, establecido por el AMM como resultado del despacho económico de carga.

# Precio Spot Promedio en US\$/MWh, año 2017 y su variación porcentual mensual

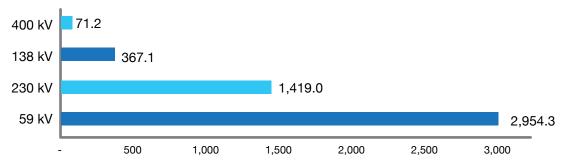


11. Longitud de líneas de transmisión por nivel de tensión y por tipo de propiedad, al mes de julio de 2017.

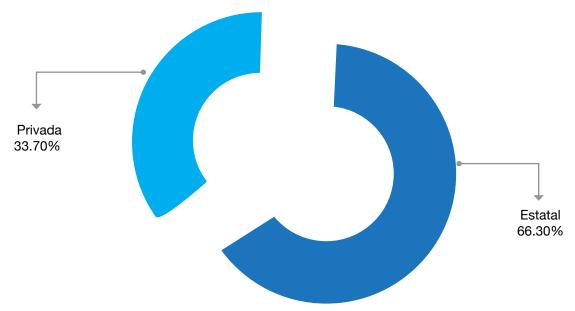
# Líneas de transmisión por tipo de propiedad

The de Donnie de d	Kilómetros de línea de transmisión						
Tipo de Propiedad	400 kV	230 kV	138 kV	69 kV	TOTAL		
Estatal							
ETCEE	71.15	464.95	367.09	2286.69	3,189.88		
	Subtotal						
	Privada						
TREO		132.20			132.2		
TRELEC		64.36		623.08	687.44		
TRANSNOVA		34.52			34.52		
EPR		284.50			284.5		
DEGT		32.00			32		
RECSA		-		31.12	31.12		
TRECSA		366.47		13.41	379.88		
TRANSESUSA		28.12			28.12		
EEBIS		11.83			11.83		
Subtotal							

# Kilómetros de líneas de transmisión, por nivel de voltaje



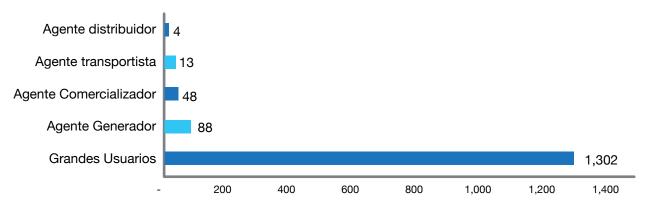
### Kilómetros de líneas de transmisión, por tipo de propiedad



Fuente: Elaboración propia con información de la CNEE

#### 12. Agentes del Mercado Mayorista y Grandes Usuarios, inscritos al 20 de septiembre de 2017.

# Agentes del Mercado Mayorista y Grandes Usuarios al 20 de septiembre 2017



Fuente: Secretaria General del MEM.

Se definen como Agentes del Mercado Mayorista y Grandes Usuarios, aquéllos que cumplen con los siguientes límites:

- Generadores: que tienen una potencia máxima mayor a los cinco megavatios (5 MW).
  - Este requisito no será aplicable a los Generadores Distribuidos Renovables.
- Comercializadores, importadores y exportadores: que compran o venden bloques de energía eléctrica, asociados a una Oferta Firme Eficiente o Demanda Firme, de por lo menos cinco megavatios (5 MW).
- Distribuidores: que cuentan con un mínimo de quince mil (15,000) usuarios.

Este requisito no será aplicable a las Empresas Eléctricas Municipales, quienes únicamente deberán tener la autorización otorgada por el Ministerio de Energía y Minas, para constituirse como distribuidores.

Para el caso de los distribuidores privados, deberán tener una demanda de por lo menos 100 kW.

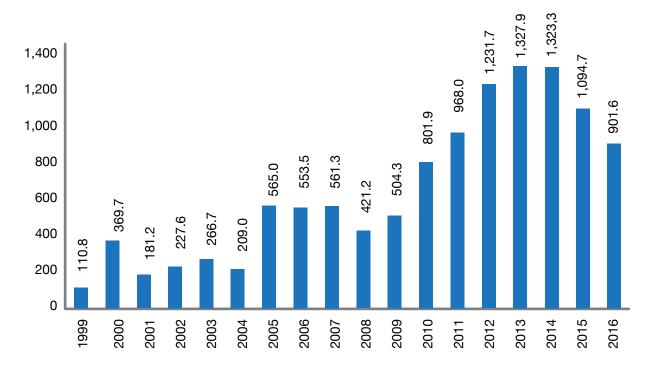
- Transportistas: que tienen una capacidad de transporte mínima de diez megavatios (10 MW).
- Gran Usuario: Consumidor de energía, cuya demanda de potencia debe estar arriba de 100 kW.

#### 13. Aporte social del Estado, a través del INDE, a la tarifa eléctrica.

Desde el año de 1999, el Instituto Nacional de Electrificación -INDE-, apoya a la población guatemalteca, mediante el aporte a la Tarifa Social para aquellos usuarios que consumen entre el rango de 1 a 100 kWh al mes.

El aporte social otorgado por el INDE, durante el periodo de 1999 al 2016, fue de 11,619 millones de quetzales.

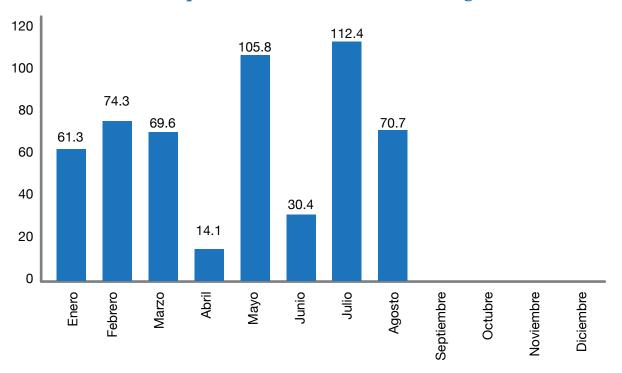
### Aporte Social del Estado (INDE) histórico, en millones de Quetzales



Fuente: INDE / Los valores no incluyen IVA.

El aporte social otorgado al mes de agosto de 2017, es de Q. 538.6 millones; y se tiene proyectado para completar el año, un monto de Q. 920.17 millones.

## Aporte Social del Estado (INDE) a la tarifa eléctrica en millones de quetzales, de enero al mes de agosto 2017



Fuente: Elaboración propia con información del INDE

El número de usuarios beneficiados en el mes de agosto de 2017, fue de 1,733,609 usuarios.

## Usuarios beneficiados con el aporte social del INDE, 2017

MES	DEOCSA	DEORSA	EGGSA	EMRE IXCAN	EEM JOYABAJ	EEM Retalhuleu	TOTAL
Enero	745,212	418,224	562,145	4,102	11,952	7,802	1,749,437
Febrero	740,315	405,214	280,799	3,204	12,512	8,422	1,450,466
Marzo	755,109	442,823	576,969	4,072	12,783	8,047	1,799,803
Abril	749,520	435,842	562,365	4,045	11,958	7,945	1,771,675
Mayo	756,325	426,351	556,321	4,185	12,565	8.212	1,763,959
Junio	752,365	428,563	553,005	4,105	13,067	8,024	1,759,129
Julio	748,521	425,632	542,562	4,350	12,985	8,420	1,742,470
Agosto	756,854	412,514	538,422	4,152	13,542	8,125	1,733,609
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							

Fuente: INDE

14. Informes de Evaluación Socioeconómica para proyectos de electrificación rural, realizados durante el año 2017.

El Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección General de Energía, es la institución encargada de elaborar los Informes de Evaluación Socioeconómica, que se constituyen en un requisito para la ejecución de proyectos de electrificación rural, lo cual permite al Estado, según el artículo 47 de la Ley de Electricidad: "otorgar recursos para costear total o parcialmente la inversión de proyectos de electrificación rural, de beneficio social o de utilidad pública, que se desarrollen fuera de una zona territorial delimitada…".

# Evaluaciones Socioeconómicas realizadas para proyectos nuevos de electrificación rural de energía eléctrica, de enero a septiembre de 2017

Departamento	Municipio	Comunidades Evaluadas	Usuarios/Casas
Petén	San Luis	12	713
	Sayaxché	1	59
Huehuetenango	San Pedro Soloma	1	15
Alta Verapaz	Cobán	3	195
	Panzós	1	14
	Chahal	2	147
	Tucurú	1	0
	Fray Bartolomé de Las Casas	3	160
	Raxruhá	1	57
	San Pedro Carchá	3	57
	Senahú	3	170
Retalhuleu	Champerico	2	149
	Retalhuleu	3	183
Suchitepéquez	Santa Bárbara	2	62
Santa Rosa	Taxisco	4	33
	Guazacapán	2	27
Total		44	2,041

Fuente: Dirección General de Energía

**15. Tarifas de Energía Eléctrica Social y No Social,** de las distribuidoras de electricidad EEGSA, DEOCSA y DEORSA, de mayo a octubre 2017.

Tarifa Social

Trimestre / año **Usuarios/Casas** 2017 **Distribuidora** Mayo - Julio Agosto -Octubre (Q/kWh) (Q/kWh) **EEGSA** 1.090 1.081 **DEOCSA** 1.730 1.730 **DEORSA** 1.650 1.650

Tarifa No Social

Trimestre / año 2017					
Mayo - Julio (Q/kWh)	Agosto –Octubre (Q/kWh)				
1.100	1.100				
1.770	1.785				
1.661	1.676				

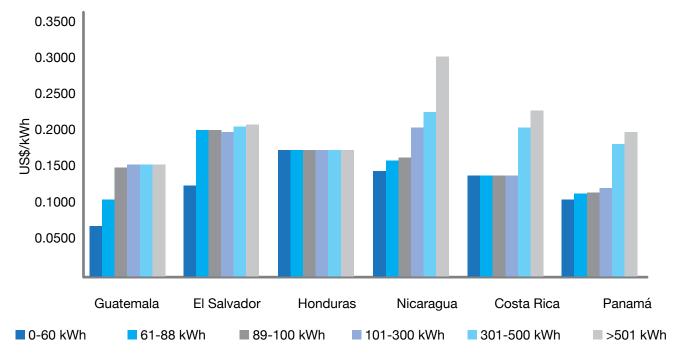
#### 16. Tarifas de Electricidad de Centroamérica y Panamá, en US\$/kWh para el mes agosto 2017.

# Tarifas de Electricidad de Centroamérica y Panamá en US\$ / kWh, para el mes de agosto 2017

Rango	Consumo a Simular	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
0-60 kWh	60	0.0687	0.1227	0.1713	0.1423	0.1365	0.1050
61-88 kWh	88	0.1030	0.1995	0.1713	0.1574	0.1365	0.1116
89-100 kWh	75	0.1485	0.1982	0.1713	0.1611	0.1365	0.1132
101-300 kWh	200	0.1512	0.1977	0.1713	0.2026	0.1365	0.1200
301-500 kWh	500	0.1512	0.2037	0.1713	0.2231	0.2022	0.1803
>501 kWh	1000	0.1512	0.2057	0.1713	0.2995	0.2242	0.1961

Fuente: CNEE

Tarifas de Electricidad de Centroamérica y Panamá en US\$/kWh para el mes de agosto de 2017



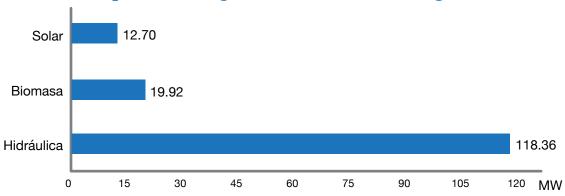
Fuente: CNEE

#### 17. Generación Distribuida Renovable -GDR-

La Generación Distribuida Renovable, se define como la generación de electricidad producida por tecnologías que utilizan recursos renovables (energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomasa y otras que el MEM determine), que se conectan a las redes del sistema de distribución y cuyo aporte de potencia neta es menor o igual a 5 MW.

Al mes de agosto de 2017, la CNEE ha autorizado la conexión de 80 proyectos de GDR's, que suman una potencia de 150.98 MW.

### GDR's por tecnología en MW, al mes de agosto 2017



Fuente: Elaboración propia con información de la CNEE

#### 18. Política Energética.

Mediante el Acuerdo Gubernativo Número 80-2013, de fecha 15 de febrero de 2013, se aprueba la actualización de la Política Energética para el periodo 2013-2027.

Esta actualización se hizo con el propósito de fortalecer las condiciones que el país necesitaba para ser más competitivo, eficiente y sostenible en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales con que cuenta.

#### 19. Guatemala en cifras

Nombre Oficial: República de Guatemala

Extensión Territorial: 108,889 km2

Densidad Poblacional: 152 habitantes/km2

División Política: 22 departamentos y 340 municipios

Idioma Oficial: Español
Forma de Gobierno: Democrático
Moneda: Quetzal (GTQ)

PIB Nominal (2016): 68,753.0 Millones de US Dólares

PIB per cápita (2016): 4,154.7 US Dólares

Fuente: Guatemala en Cifras 2017, Banco de Guatemala.

#### 20. Antecedentes históricos de la creación del Ministerio de Energía y Minas.

En el año de 1978, se creó la Secretaría de Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear, adscrita a la Presidencia de la República, mediante el Decreto Ley 57-78; derivado del crecimiento e importancia de las actividades relativas al desarrollo de la industria, el aprovechamiento del uso pacífico de la energía nuclear y la utilización de las energías renovables, a través del Decreto Ley Número 86-83, cambió su nombre a Secretaría de Energía y Minas.

Posteriormente el 10 de septiembre de 1983, nace a la vida política del país el Ministerio de Energía y Minas, mediante el Decreto Ley No 106-83, de fecha 8 de septiembre de ese mismo año.

#### 21. Algunas abreviaturas usadas en el Subsector Eléctrico.

**Potencia:** Es La capacidad de entregar energía eléctrica y usualmente se dimensiona en kilovatios, teniendo las siguientes equivalencias:

1 kW (un kilovatio): Mil vatios 1 MW (un megavatio): Mil kilovatios

Energía eléctrica, normalmente se expresa en:

kWh Un kilovatio-hora

MWh Un megavatio-hora (mil kilovatios-hora)

tGWh Un gigavatio-hora (un millón de kilovatios-hora)

#### 22. Acrónimos.

AMM Administrador del Mercado Mayorista
CNEE Comisión Nacional de Energía Eléctrica
DEGT Duke Energy Guatemala Transco Limitada
DEOCSA Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A.
DEORSA Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A.

DGE Dirección General de Energía

EEGSA Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A.

EEBIS EEB Ingeniería y Servicios, S.A.

ETCEE Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica del INDE

EPR Empresa Propietaria de la Red
EMM Empresa Eléctrica Municipal
INDE Instituto Nacional de Electrificación
MEM Ministerio de Energía y Minas

RECSA Redes Eléctricas de Centroamérica, S.A.

TS Tarifa social TNS Tarifa no social

TREO Transporte de Electricidad de Occidente TRANSNOVA Transmisora de Energía Renovable TRANSESUSA Transportes Eléctricos del Sur, S.A.

TRECSA Transportadora de Energía de Centroamérica, S.A. TRELEC Transportista Eléctrica Centroamericana, S.A.



Ahorro de Energía

## AHORRE ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica es un recurso importante en el que hacer diario, ya que su uso mejora las condiciones de vida.

Ahorrar energía no es solo apagar las luces que están encendidas porque no las estamos utilizando, es poner en práctica diversas acciones que permitan el ahorro de energía eléctrica.

!Además!, es bueno que sepa que la energía que usted ahorra, le servirá a alguien más. Basta con que cuatro familias apaguen uno de sus focos, para que una nueva familia guatemalteca pueda tener luz.

Ahorrar energía eléctrica significa disminuir el consumo de combustibles importados, reducir los requerimientos de inversión energética y reducir contaminación ambiental.





Hay pequeñas cosas que aparentemente son insignificantes, pero cuando se trata de pagar la luz mensualmente, éstas se vuelven de grandes proporciones.

El uso inadecuado de la iluminación, del calentador eléctrico de agua, de la plancha o de la secadora de pelo, entre otros, son acciones que contribuyen a un mayor consumo de electricidad y gasto de dinero.

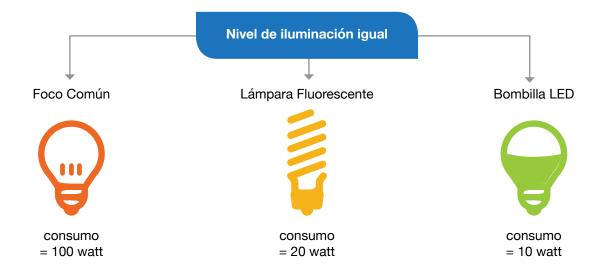
El objetivo de esta guía, no es que deje de usar sus electrodomésticos, sino que los utilice adecuadamente.

Siga las beneficiosas sugerencias de esta guía y ahorrará energía y dinero. Tomarlas en cuenta depende de nosotros

## ¿CÓMO LOGRAR EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA?

#### Iluminación

Cambie los focos comunes y corrientes por lámparas ahorradoras de energía. Si es posible, cámbielos por bombillas LED, las cuales consumen un aproximado de 10 veces menos que un foco común, iluminan igual y duran mucho más.



## ¿CÓMO LOGRAR EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA?

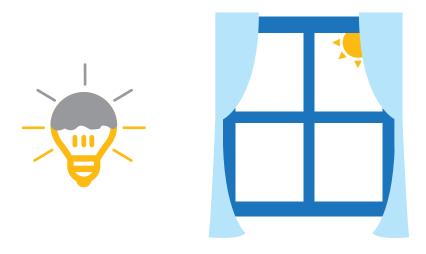
#### En los ambientes

Abriendo las persianas y cortinas durante el día. ¡Aproveche la luz Natural!

Pinte su casa con colores claros, porque la luz se refleja en ellos y se requiere menos energía para iluminar. Los colores obscuros absorben más luz.

Apague las luces que no utilice.

Limpie sus lámparas con regularidad; los focos sucios, no permiten el paso de luz.



### La refrigeradora

Descongela con regularidad la refrigeradora, porque más de medio centímetro de hielo, hace que su motor trabaje más.

No abra su refrigeradora a cada rato. Se consume menos energía, cuando sus puertas se abren lo menos posible.

Revise el empaque de la puerta para evitar la perdida de frío. Para hacerlo, coloque una hoja de papel entre la puerta y el empaque, jale el papel, y si éste sale con facilidad, quiere decir que ya no sirve y deberá cambiarlo.

Utilice el control de la temperatura en una posición intermedia, ya que un ajuste muy alto implica mayor trabajo del compresor y por lo tanto un mayor consumo de electricidad.

No ponga la refrigeradora cerca de la estufa o de calentadores.

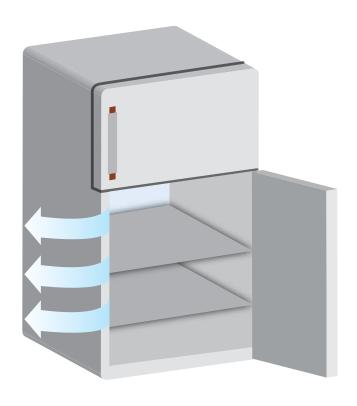
No introduzca alimentos calientes en la refrigeradora, ya que para enfriarlos, trabajará más y gastará más dinero.

No desconecte su refrigeradora con demasiada frecuencia. Para volverse a enfriar, gastará mucha energía.

Mantenga limpio el condensador. Si éste está sucio, consumirá más electricidad. El condensador tiene forma de serpentín y se encuentra en la parte trasera de la refrigeradora.

No acostumbre secar ropa en el condensador, ya que esto disminuye su eficiencia.



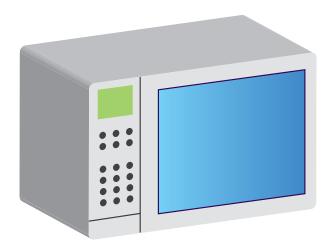


#### La Plancha

- Su uso debe ser adecuado y programado para ahorrar energía y reducir gastos.
- Nunca seque la ropa con la plancha, pues eso representa un alto consumo de energía. Evite planchar ropa mojada.
- Junte la mayor cantidad de ropa posible y planche una o dos veces a la semana. Debido a que conectarla muchas veces, gasta más energía que mantenerla encendida.
- Gradúe la temperatura de acuerdo al tipo de tela que planchará. Escoja primero la ropa que necesita menos calor, así le da tiempo a que la plancha caliente.

## La computadora

- Programe su trabajo en la computadora, así cuando la encienda, puede aprovecharla al máximo.
- No la encienda sin tener una idea clara del trabajo que realizará.
- Cuando quiera hacer una pausa en el trabajo, apague el monitor, o déjala en modo de "dormir".





#### Microondas

- Utilice recipientes que requieran de menos calor.
- Utilice eficientemente el horno, cocinando la mayor cantidad de alimentos posibles de una sola vez, evite abrirlo constantemente y tenga presente la temperatura necesaria para la cocción.
- ¡El microondas, consume el equivalente aproximado a 15 focos de 100 vatios!



- No gaste energía inútilmente. Apague el televisor, si nadie lo ve; apague el radio, si nadie lo escucha.
- No prenda más de un televisor, para ver el mismo programa.



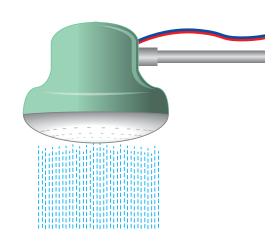


### Secadora de Pelo

- Seque lo más que pueda su pelo con la toalla antes de comenzar a usar la secadora.
- Utilícela a la mínima temperatura, de este modo no maltratará su cabello y ahorrará electricidad. No la utilice para secar otros objetos.
- ¡La secadora de pelo, consume el equivalente aproximado a 15 focos de 100 vatios!.

#### Calentador eléctrico de ducha

- Calentar agua, constituye unos de los mayores gastos de energía, por lo mismo, mientras se enjabona, cierre la llave del agua.
- ¡El calentador eléctrico de agua, consume el equivalente aproximado a 20 focos de 100 vatios!.





## Equipos eléctricos

- Apague los aparatos electrodomésticos que no esté utilizando.
- Después de la jornada laboral asegúrese que todos los equipos eléctricos, electrónicos y luces queden apagados.
- Desconecte los equipos electrónicos como DVD, video juegos, horno de microondas, computadoras, televisores, teléfonos inalámbricos, mini componentes, etc. que no utilice frecuentemente

Ahorrar energía es ayudar a disminuir el efecto del sobrecalentamiento global en el planeta Recuerde si no utiliza la luz o algún aparato eléctrico

## iii Apágalo !!!

Como comprenderá, existe una razón importante para querer reducir el consumo de energía eléctrica...

¡su bolsillo! ... y una razón adicional...

¡La Conservación del Medio Ambiente!

## AHORRE DINERO UTILIZANDO ADECUADAMENTE EL GAS PROPANO

### Ahorre Gas Propano

El gas propano es un recurso importante en nuestra vida diaria, utilizarlo en la estufa o en la ducha nos proporcionan muchas ventajas, pero debemos emplearlo eficientemente, ya que su uso inadecuado significa que consumiremos más gas, y por consiguiente, gastaremos más dinero.

¡Además! el gas que se ahorra, le servirá a alguien más. Y por si esto fuera poco, cuando se reduce el consumo de gas propano, usted estará ahorrando dinero.

Hay pequeñas cosas, que aparentemente son insignificantes, pero cuando se trata del consumo del gas y del precio que éste actualmente tiene, esas pequeñeces adquieren grandes proporciones. Por eso, es importante prestarle mucha atención a la utilización del gas en la estufa o en la ducha, cambiando los hábitos o costumbres de cocinar o de bañarse, y con ello estará ahorrando gas y dinero.

## Siga las beneficiosas sugerencias de esta guía y ahorrará GAS Y DINERO

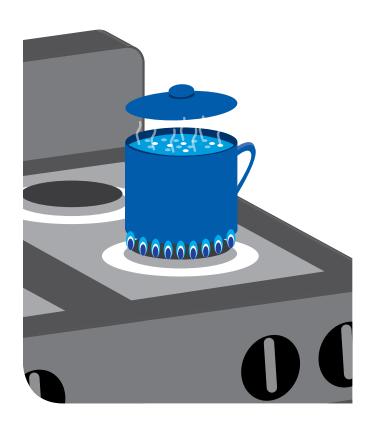
# SOBRE USO DEL GAS EN LA ESTUFA

En la cocina no sólo importa el sabor de las comidas, sino también la economía.

Los siguientes consejos, le permitirán ahorrar gas y dinero:

- Motive a su familia para que coman al mismo tiempo, así evitará recalentar la comida.
- Cocine a fuego lento para que su comida quede bien cocida.
- Use ollas, sartenes y jarrillas del tamaño de las hornillas para evitar fugas de calor. Los trastes con fondos de menor tamaño que las hornillas, dejan escapar calor.
- Cuando cocine tape sus ollas, sartenes y jarrillas para lograr una cocción más rápida, y con ello, usted estará ahorrando energía hasta un 20%.
- Al estar tapados los trastes, éstos atrapan vapor, y con eso, ayudan a cocer la comida en menos tiempo. Mejor si utiliza olla de presión.





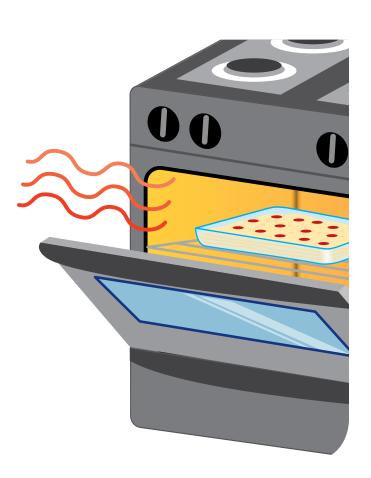
## SOBRE EL USO DEL GAS EN LA ESTUFA

- Una vez que comienza a hervir, disminuya la intensidad de la llama al mínimo. No por hervir a borbotones se cocinará más rápido.
- Una vez que comienza a hervir, disminuya la intensidad de la llama al mínimo. No por hervir a borbotones se cocinará más rápido.
- Descongele primero y después cocine. Si usted descongela sus comidas antes de cocinarlas, su estufa no tendrá que trabajar tanto para cocer su comida.
- Hierva únicamente el agua que necesite, y en cuanto a la comida, cocine o recaliente solamente la que se vaya a comer.
- Establezca un tiempo para cocer sus alimentos así ahorrará gas y dinero.

# SOBRE EL USO DEL GAS EN EL HORNO DE SU ESTUFA

Las siguientes recomendaciones le permitirán utilizar eficientemente el horno de su estufa, y con ello, estará ahorrando gas y dinero:

- No hay que precalentar el horno, a menos que la receta lo requiera.
- Tenga presente la temperatura y el tiempo necesario para la cocción.
- Cocine la mayor cantidad de alimentos posibles al mismo tiempo.
- Evite abrir constantemente la puerta del horno de su estufa.
- Cada vez que se abre la puerta para comprobar el punto de cocción de los alimentos se pierde el 20% del calor acumulado.
- Para tostar pan, utilice un tostador y no el horno de la estufa.
- Aproveche el calor residual del horno, apáguelo unos minutos antes de sacar los alimentos.



### CONSEJOS SOBRE EL USO DEL GAS PARA LA DUCHA

- Utilice el agua necesaria para bañarse, pues a mayor consumo, mayor será el consumo de gas.
- Cierre la llave mientras se enjabona, con ello, estará ahorrando, gas, agua y dinero.
- Las personas tienen el mal habito de dejar corriendo el agua caliente de la ducha mientras se enjabonan, evite hacer eso.
- Reduzca los tiempos de baño, mientras más se tarde, más agua y gas utilizará, y por consiguiente gastará más dinero.
- Reduzca los tiempos de baño, especialmente cuando hay niños, así ahorrarás gas.
- Considere ducharse en lugar de bañarse en tina.
- Un baño en ducha por lo general requiere menos agua caliente que un baño en la tina. En la medida de lo posible utilice agua fría.
- Apague la manecilla que enciende el piloto del calentador cuando no esté en uso.

### SOBRE EL USO Y MANTENIMIENTO DE LA ESTUFA

- Cuando no utilice la estufa, cierre el paso de gas entre la estufa y el cilindro.
- Cierre bien las llaves de su estufa, ya que estas al quedar abiertas dejan escapar el gas y puede ocasionar accidentes.
- Cuando instale un cilindro conteniendo gas, verifique que las conexiones no tengan fugas. Para la verificación utilice agua y jabón.
- La llama de los quemadores debe ser azul; si no es azul, ahumará sus ollas, sartenes y jarrillas, si esto sucede, su estufa necesita mantenimiento.
- Dele mantenimiento cada 6 meses a su estufa, al calentador de agua y a la tubería por donde corre el gas para evitar fugas.

### CONSEJOS EN CASO DE FUGA DE GAS

Abra las puertas y ventanas, para ventilar la casa especialmente en el lugar en donde se ha producido la fuga o esté concentrado el gas.

Es importante que los que habitan la casa salgan hasta que esté ventilada o controlada la situación.

NO encienda fósforos, NO encienda ni apague las luces, ni manipule enchufes, ya que estos producen chispas y son fuentes de ignición.

Si la fuga es en el cilindro, NO LO USE, sáquelo a un lugar ventilado y trate de ponerle el regulador, ya que este le servirá como tapón.

Si hubiera fuego apáguelo inmediatamente o llame a los bomberos.

Como comprenderá, existe una razón importante para querer reducir el consumo de combustible...

¡SU BOLSILLO! y la razón adicional...

> ¡El ahorro de gas por Guatemala!

## AHORRE DINERO MANEJANDO Y MANTENIENDO BIEN SU VEHÍCULO

Los combustibles como la gasolina y el diesel son recursos importantes en nuestra vida diaria, utilizarlos en los vehículos nos proporcionan muchas ventajas, pero debemos emplearlos de forma eficiente, ya que de lo contrario, se verá afectada nuestra economía y contaminaremos más al ambiente.

¡Además!, la energía que se ahorra, le servirá a alguien más, y por si esto fuera poco, cuando se reduce el consumo de combustible, se ahorra dinero y se disminuyen las emisiones de contaminantes al ambiente.

Hay pequeñas cosas, que aparentemente son insignificantes, pero cuando se trata del consumo de combustibles, éstas adquieren grandes proporciones. Por eso, es importante prestarle mucha atención al mantenimiento de los vehículos, así como, a la forma de manejar.



Siga las beneficiosas sugerencias de esta guía y ahorrará combustible y dinero

## SOBRE EL MANTENIMIENTO DEL VEHÍCULO

La única forma de tener un vehículo eficiente con el uso de los combustibles, es dándole un buen mantenimiento, y para ello, se debe de seguir las recomendaciones de los fabricantes de cada vehículo.

- Realizar el mantenimiento del vehículo con regularidad, permitirá un buen funcionamiento del motor, permitiendo que sea más eficiente y consuma menos combustible.
- Un vehículo en mal estado no solo consume más combustible, sino también, produce más emisiones nocivas al ambiente.
- Un vehículo tiene que estar en buenas condiciones para que rinda más kilómetros por galón de combustible.
- Un buen mantenimiento del vehículo, puede disminuir el consumo de combustible en un 10%, además de que tendrá una mejor respuesta.
- Usted puede ahorrar combustible y mejorar su presupuesto familiar aplicando medidas que dependen únicamente de su interés.



Un vehículo en mal estado no solo consumirá más combustible, sino que también producirá más emisiones contaminantes al ambiente. Recuerde, un vehículo tiene que estar en buenas condiciones para que rinda más.

- Programe y cumpla periódicamente el cambio de aceite y del filtro, con ello, se evitará un desgaste prematuro del motor, ya que trabajará más suave.
- Usar el aceite con la viscosidad adecuada para su vehículo, puede aumentar la vida útil del motor; generalmente se recomienda el uso de aceite tipo multigrado, ya que reduce la fricción y se logran ahorros de combustible entre el 1 y 3%. Un aceite multigrado ofrece, además protección extra en el arranque del motor, sobre todo a bajas temperaturas.
- La lubricación del vehículo es fundamental para su buen funcionamiento; los cojinetes de las ruedas, las cruces, la transmisión, la catarina y el motor deben ser lubricados periódicamente con los aceites y grasas recomendados por el fabricante; de esta manera, se reduce el desgaste, y el manejo será más suave.
- Cambie el filtro de combustible y las candelas regularmente, tomando en cuenta las especificaciones del fabricante; igualmente, cambie los cables de las candelas cada 50,000 km.
- Sopletear o cambiar a menudo el filtro de aire; ya que un filtro sucio, disminuye la potencia del vehículo y aumenta el consumo de combustible, esto debido a que se restringe la entrada de aire, lo que provoca una mezcla más rica de gasolina.
- Asegúrese que el tiempo de ignición (avance de la chispa) sea el recomendado, una variación de 6 grados, provocará un aumento de combustible.
- Realizar chequeos en el sistema de inyección.
- Asegúrese que las llantas estén infladas a la presión recomendada. Una presión menor, incrementa el área de rozamiento de las llantas y ocasiona un aumento en el consumo de combustible.
- Las llantas infladas a la presión recomendada, reducen la resistencia al rodamiento y, por lo tanto, el consumo de combustible; además de que disminuyen el desgaste y son más seguras. Es recomendable hacer esta revisión cada semana.
- Mantenga las llantas balanceadas, con esto se estabilizará la marcha del vehículo y disminuirá las vibraciones.
- El tener las llantas alineadas permite reducir el consumo de combustible, mejora la conducción y ofrece una operación más segura, ya que se evita que sufran un desgaste disparejo y prematuro.



- Como ya se dijo, si su carro no está alineado consumirá más combustible; pero eso no es todo, al poco tiempo tendrá que cambiar las llantas, y eso representará más dinero.
- Trate de mantener el tanque con combustible, por lo menos a la mitad de su capacidad; esto le evitará pérdidas de combustible por exceso de evaporación.
- Cuando se abastezca de combustible, hágalo cuando no haya mucho calor.

#### SOBRE LA FORMA DE CONDUCIR



Al encender el vehículo, procure no calentar el motor demasiado tiempo, con 30 ó 45 segundos es más que suficiente. También lo puede hacer, iniciando la marcha del vehículo de manera suave.

Avance a velocidad moderada al inicio de su recorrido, acelerando progresivamente. Sólo espere a que la temperatura del motor se estabilice para demandar la plena potencia de su motor.

En la ciudad defina la mejor ruta para llegar a su destino; recuerde que la ruta más corta no siempre es la más económica.

Acelere suave y moderadamente su vehículo para aumentar su velocidad. Acelerar a fondo incrementa el consumo de combustible.

Seleccione la velocidad del vehículo de manera que el motor funcione a revoluciones relativamente bajas. Mientras más acelere, más combustible se estará utilizando.

Evite acelerar el motor de su vehículo innecesariamente, mientras esté detenido a la espera de que el semáforo de luz verde; si lo hace, estará tirando su dinero por el escape.

Mantenga una distancia prudente, respecto del vehículo de adelante, así no tendrá que acelerar ni frenar continuamente. Además de ahorrar combustible, reducirá el desgaste de llantas y frenos.

Apague el motor, si se va a detener por más de 30 segundos. Volver arrancar el motor, requiere menos combustible que mantenerlo en marcha.

Cuando se detenga a descansar, esperar a alguien o hablar por teléfono, apague el motor.

No utilice el aire acondicionado a menos que sea necesario, y cuando lo haga, mantenga bien cerrado los vidrios. El funcionamiento del aire acondicionado hace trabajar más al motor, disminuyendo su rendimiento.

Conduzca su vehículo a una velocidad moderada.

Tenga en cuenta que conducir a muy bajas velocidades es igual de contraproducente que el hacerlo a altas velocidades. La mayoría de los vehículos ofrecen un óptimo de economía entre velocidades de 60 a 80 km/h.







## SOBRE EL RENDIMIENTO POR GALÓN DE COMBUSTIBLE

Mida regularmente el rendimiento de su vehículo (kilómetros por galón de combustible), ya que éste es un indicador para conocer que tan eficiente está siendo su vehículo.

Pasos para calcular el rendimiento:

Llene el tanque de combustible y anote el kilometraje (este será el kilometraje inicial).

Cuando vuelva a llenar el tanque de combustible, apunte los galones de combustibles que se requirieron para llenar el tanque, así como, el kilometraje (este será el kilometraje final).

El rendimiento será la diferencia entre el kilometraje final y el inicial, dividido entre los galones de combustible que se requirieron para llenar de nuevo el tanque (galones de combustible consumidos).



DENIDIAMENTO	kilometraje final - kilometraje inicial	
RENDIMIENTO =	Galones de combustible	<ul><li>= Kilómetros por galón</li></ul>

# AHORRO DE COMBUSTIBLE Y EL MEDIO AMBIENTE

Nadie puede imaginarse el mundo de hoy sin utilizar la gasolina o el diesel en los vehículos livianos, en los buses, o camiones.

Sin embargo, cuando se utilizan estos combustibles, se producen los llamados "gases de efecto invernadero"; entre estos, se encuentran el monóxido y dióxido de carbono, el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas inhalables.

Por esta razón, cuando se ahorra combustible, todos ganamos... Usted, porque ahorra dinero, ayuda a su economía y vive en un ambiente más limpio. Nosotros, porque el ambiente es de todos.

> Como comprenderá, existe una razón importante para querer reducir el consumo de combustible... ¡su bolsillo! ... y la razón adicional... ¡La Conservación del Medio Ambiente!