

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y AMBIENTALES**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN CIENCIAS AMBIENTALES”

TEMA:

**EVALUACIÓN DEL USO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
COMO ALTERNATIVA DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GASES
DE EFECTO INVERNADERO EN LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN
SANTA CRUZ, GALÁPAGOS**

AUTOR:

LUIS ENRIQUE ARMIJOS SALDAÑA

Guayaquil - Ecuador

2020

Resumen

La presente investigación muestra el análisis del comportamiento de una central fotovoltaica de 14000 m² con 6000 paneles solares, cada uno de 250 W_p, ubicada en Puerto Ayora – Isla Santa Cruz. Los datos de generación en kilovatios fueron obtenidos para un periodo de un año, con registros diarios tomados cada 10 minutos. Con la información de la energía eléctrica generada, en el periodo de estudio, se obtuvieron las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mitigadas por la planta fotovoltaica. Como complemento, se revisó el marco regulatorio vigente en el país con el fin de conocer sus incentivos para incrementar la capacidad instalada del uso de generación fotovoltaica; se revisó la contribución de esta planta fotovoltaica al objetivo 7 ‘energía asequible y no contaminante’ de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas y finalmente se revisó el estado actual de la matriz energética en Santa Cruz - Galápagos, respecto al porcentaje de participación de energías renovables.

Palabras claves: Energía Solar, Energías Renovables, Gases de Efecto Invernadero, Mitigación de Emisiones, Matriz Energética.

Abstract

This research shows the analysis of the behaviour of a 14000 m² photovoltaic power plant which have 6000 solar panels, each of 250 Wp, located in Puerto Ayora - Santa Cruz Island. The generation data in kilowatts were obtained for a period of a year with a daily record taken every 10 minutes. With the information on the electrical energy generated, in the period of study, the greenhouse gases (GHG) emissions mitigated by the photovoltaic plant were obtained. As a complement, the current regulatory framework in the country was reviewed to know its incentives to increase the installed capacity for the use of photovoltaic generation. The contribution of this photovoltaic plant to objective 7 'Affordable and non-polluting energy' of the Sustainable Development Goals (SDG) of the United Nations was reviewed and finally the current state of the energy matrix in Santa Cruz - Galapagos was studied, regarding the percentage of participation of renewable energy.

Keywords: Solar Energy, Renewable Energy, Greenhouse Gases, Emissions Mitigation, Energy Matrix

DEDICATORIA

A Dios, por entregarme las fuerzas día a día y demostrarme que todo es posible en esta vida con propósito y visión; por ponerme en el camino a personas idóneas que enriquecen mi conocimiento y mi espíritu. Gracias Dios por todo lo que has hecho en mi vida y por lo que seguirás haciendo, sé que es poco lo que te ofrezco, pero tu cuan buen alfarero moldearás mi camino para ser el hombre de bien y de éxito que deseas.

A mis padres y familiares ya que con su ayuda y apoyo han sabido darme las herramientas y la guía en este arduo camino para poder seguir adelante, este triunfo académico es de Uds. también.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco con todo el corazón a Dios, por siempre estar junto a mi guiándome en cada paso que doy, ya que gracias a Él hoy en día soy un hombre de bien gozando de una excelente instrucción académica.

A mis padres y familiares, personas ejemplares que siempre han estado presente en mi caminar, dándome ánimo y fuerza para continuar, cultivando buenos valores y de esa manera formarme como un hombre que aporta a la sociedad, soy el reflejo de su gran esfuerzo por sacarme adelante y brindarme una excelente educación, doy gracias a Dios por regalarme la bendición de tener una familia maravillosa.

A la empresa Quilektron S.A. y en especial al Ing. Byron Erazo, por permitirme desarrollar profesionalmente con ética e ingenio.

Al Ing. Héctor Apolo, quien con mucha sabiduría, paciencia y entrega supo guiarme a la culminación de este trabajo de titulación, es una persona que demuestra una vocación innata para la docencia por lo cual quedo agradecido por sus consejos y enseñanzas.

A la ESPOL, con su facultad FCNM y a cada docente que participó en la culminación de este programa académico, por brindarme los conocimientos necesarios que serán la base para defenderme en la vida profesional.

DECLARACIÓN EXPRESA

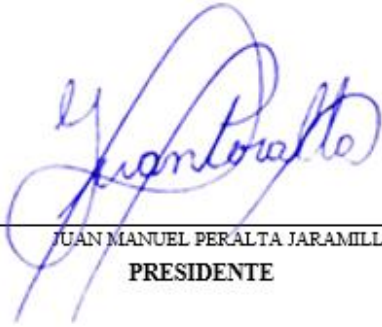
La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación, me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.



Luis Enrique Armijos Saldaña

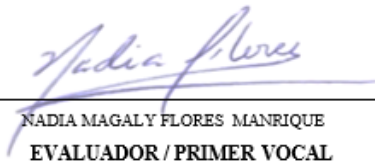
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



JUAN MANUEL PERALTA JARAMILLO
PRESIDENTE



HÉCTOR IVÁN APOLO LOAYZA
DIRECTOR



NADIA MAGALY FLORES MANRIQUE
EVALUADOR / PRIMER VOCAL

ABREVIATURAS O SIGLAS

AC: Altern current.

ARCONEL: Agencia de regulación y control de electricidad.

CH₄: Metano.

CO₂: Dióxido de carbono.

CO_{2eq}: Dióxido de carbono equivalente.

DC: Direct current.

GEI: Gases de efecto invernadero.

GWP: Global warming potential.

IPCC: Intergovernmental panel on climate change.

IRENA: International renewable energy agency.

Kw: Kilovatio.

Kwh: Kilovatio-hora.

MEER: Ministerio de electricidad y energía renovable.

MERNNR: Ministerio de energía y recursos naturales no renovables.

N₂O: Óxido nitroso.

ODS: Objetivos de desarrollo sostenible.

PNUD: Programa de las naciones unidas para el desarrollo.

SFV: Sistema fotovoltaico.

STC: Standard Test Conditions.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Descripción del problema	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Hipótesis	4
1.5. Alcance	4
CAPÍTULO 2	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Energía Solar	5
2.1.1. Energía Pasiva	11
2.1.2. Energía Activa	13
2.1.2.1. Energía Solar Térmica	15
2.1.2.2. Energía Solar Fotovoltaica	16
2.1.2.2.1. Sistema conectado a la red y sus componentes	21
2.1.2.2.2. Sistema desconectado de la red y sus componentes	25
2.2. Factores que Inciden en la Generación Eléctrica Fotovoltaica	28
2.2.1. Geometría Solar	28
2.2.1.1. Latitud y Longitud	28
2.2.1.2. Rotación y Traslación	29
2.2.1.3. Ángulos Solares	29
2.2.2. Irradiancia	30

2.2.3.	Irradiación.....	31
2.2.4.	Radiación Solar Incidente sobre una superficie Horizontal	31
2.2.4.1.	Radiación Directa	32
2.2.4.2.	Radiación Difusa	32
2.2.4.3.	Radiación Albedo	32
2.2.4.4.	Radiación Global	32
2.3.	Participación de la Generación Termoeléctrica y Fotovoltaica frente al cambio climático.....	32
2.3.1.	Impacto ambiental debido al incremento de la concentración de GEI en la atmósfera	32
2.3.2.	Factor de emisión de la generación termoeléctrica	38
2.3.3.	Ciclo de vida de los paneles solares fotovoltaicos y su factor contaminante.....	39
2.4.	Marco regulatorio e incentivos en el Ecuador para promover la generación eléctrica fotovoltaica.....	46
2.4.1.	Marco Regulatorio y Normativo Vigente en el Ecuador.....	50
2.4.1.1.	Normativa referente a la generación fotovoltaica.....	53
2.4.1.2.	Normativa referente a las emisiones de GEI.....	58
2.4.2.	Incentivos Nacionales	59
2.4.2.1.	Punto Verde	59
2.4.2.2.	Bonos Verdes o Bonos de carbono	61
2.4.2.3.	Precios de entrega de energía (Feed-in Tariffs)	62
2.5.	Objetivo 7 de desarrollo sostenible (ODS) del programa de las naciones unidas para el desarrollo (PNUD).....	62
2.5.1.	Objetivos específicos e indicadores	67
2.6.	Matriz Energética en Las Islas Galápagos	70
2.6.1.	Iniciativa “Cero Combustibles Fósiles en Galápagos”	72
2.6.2.	Isla Santa Cruz	76

CAPÍTULO 3	78
3. METODOLOGÍA	78
3.1. Generación Eléctrica.....	78
3.1.1. Generación Termoeléctrica.....	80
3.1.2. Generación Fotovoltaica	80
3.2. Estimación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	84
CAPÍTULO 4	86
4. RESULTADOS	86
4.1. Potencial de Mitigación de GEI de la Planta Solar Fotovoltaica en Puerto Ayora - Galápagos	86
4.2. Marco Regulatorio Vigente en el País	90
4.3. Aporte de la planta fotovoltaica Puerto Ayora al objetivo #7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	91
4.4. Matriz Energética en Santa Cruz - Galápagos	92
CAPÍTULO 5	94
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
6. Referencias.....	1
7. Apéndices y anexos.....	1

LISTADO DE FIGURAS

Ilustración 1. Fuentes de generación eléctrica en Galápagos	2
Ilustración 2. Curva de irradiancia espectral estándar del sol.....	9
Ilustración 3. Tipos de aprovechamiento de la energía solar.....	10
Ilustración 4. Aprovechamiento de la energía solar pasiva.	12
Ilustración 5. Tendencia de la capacidad instalada de aprovechamiento de la energía solar.....	15
Ilustración 6. Porcentajes de capacidad instalada mundial de energías renovables.	18
Ilustración 7. Componentes de Coordenadas Geográficas.	29
Ilustración 8. Ángulos Solares.....	30
Ilustración 9. Radiación Solar	31
Ilustración 10. Visión general del ciclo de vida de los módulos fotovoltaicos.....	45
Ilustración 11. Generación eléctrica por tipo de fuente, Ecuador 2018.....	47
Ilustración 12. Potencia efectiva por tipo de central (Mw), Ecuador 2018.....	48
Ilustración 13. Potencia nominal de centrales de generación con fuentes de energía renovable, Ecuador 2018.	49
Ilustración 14. Consumo promedio anual de combustible usado para generación eléctrica en Ecuador	49
Ilustración 15. Interrelación institucional – empresarial del servicio público de energía eléctrica.	53
Ilustración 16. Esquema de interconexión μ SFV al sistema de distribución.	54
Ilustración 17. Esquema de sistema de balance neto de energía.	55
Ilustración 18. Esquema Net Metering.	57
Ilustración 19. Sistema de incentivos ambientales “Punto Verde”.	60
Ilustración 20. Objetivos del Plan Nacional de Desarrollo alineados a los ODS. ..	64
Ilustración 21. La energía en el Ecuador.....	67
Ilustración 22. Consumo de energía per cápita del Ecuador-2017.	71
Ilustración 23. Evolución poblacional en Galápagos.	71
Ilustración 24. Generación eléctrica en la provincia de Galápagos – 2018.....	75
Ilustración 25. Generación eléctrica en la isla Santa Cruz – 2016.....	77
Ilustración 26. Generación eléctrica en la isla Santa Cruz - 2018.	77

Ilustración 27. Distribución mensual de la generación eléctrica en el periodo de estudio.	79
Ilustración 28. Energía termoeléctrica y fotovoltaica generada en el periodo de estudio.	80
Ilustración 29. Central fotovoltaica Puerto Ayora.	81
Ilustración 30. Vista de planta de la central fotovoltaica Puerto Ayora.	82
Ilustración 31. Ángulos solares en central fotovoltaica Puerto Ayora.	83
Ilustración 32. Irradiación incidente mensual sobre una superficie horizontal, Puerto Ayora.	84
Ilustración 33. Potencial de mitigación de GEI de la planta fotovoltaica Puerto Ayora.	88
Ilustración 34. Irradiación proveniente del sol y energía fotovoltaica generada en el periodo de estudio.	89

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Potenciales de calentamiento para cada gas de efecto invernadero.	37
Tabla 2. Factores de emisión por los combustibles utilizados para generación eléctrica.	39
Tabla 3. Materiales usados para la producción de plantas fotovoltaicas en Alemania, su energía requerida y emisiones generadas.....	41
Tabla 4. Consumo de energía por sector y emisiones generadas en la producción de módulos fotovoltaicos.....	42
Tabla 5. Emisiones de CO ₂ por tipo transporte de paneles fotovoltaicos.	43
Tabla 6. Emisiones de CO ₂ por Kw _p de panel fotovoltaico tipo mono-cristalino transportado desde fábrica hasta el lugar de operación (caso Alemania y Brasil).	44
Tabla 7. Emisiones de CO ₂ en la producción de energía eléctrica por varios tipos de módulos fotovoltaicos.....	44
Tabla 8. Potencia nominal y efectiva por tipo de fuente, Ecuador 2018.	48
Tabla 9: Regulaciones comerciales, a lo largo del tiempo, para la generación fotovoltaica en el Ecuador.	57
Tabla 10. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión.	59
Tabla 11. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para motores de combustión interna.....	59
Tabla 12. Contribución de la energía fotovoltaica al objetivo #7 de desarrollo sostenible de la ONU.	68
Tabla 13. Población por cantones de la provincia Galápagos.	72
Tabla 14. Capacidad instalada de generación al 2018 por Isla en la provincia Galápagos.	72
Tabla 15. Generación eléctrica en la isla Santa Cruz, periodo 06/2014-06/2015.	78
Tabla 16. Emisiones generadas por la generación termoeléctrica en el periodo de estudio.	86
Tabla 17. Emisiones mitigadas por la generación fotovoltaica en el periodo de estudio.	87
Tabla 18. Valores totales mitigados en base a CO ₂	87

Tabla 19. Irradiación incidente sobre una superficie horizontal en el área y periodo de estudio junto a la energía fotovoltaica generada. 88

Tabla 20. Matriz de cumplimiento a los objetivos e indicadores del ODS #7. 91

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo busca visualizar el beneficio tangible del uso de la energía solar fotovoltaica, como fuente primaria para generación eléctrica, en alternativa a la quema de los combustibles fósiles. Para este estudio se analizará la generación fotovoltaica como alternativa al uso del combustible diésel para la generación termoeléctrica en la Isla Santa Cruz – Galápagos (Apolo et al., 2019; MEER, 2016).

El efecto del cambio climático en la actualidad ha presentado un aumento significativo, pese a los convenios y acuerdos existentes entre países (Meteorológica, Omm, & De, 2019; Unidos, Internacional, Unidos, & Birol, 2019). Uno de los factores más preponderantes para este efecto es la emisión de CO₂ a la atmósfera, esto debido a la combustión de recursos fósiles para la generación de energía útil a la sociedad (EFE VERDE, 2019; Tribunal et al., 2017).

El avance tecnológico y la necesidad de no depender de una fuente de energía finita ha llevado a desarrollar e implementar nuevas formas de aprovechamiento de energías limpias y renovables. La energía solar fotovoltaica, como fuente primaria para la generación de energía eléctrica, ha sido una de las más utilizadas a nivel mundial por su poca complejidad de instalación.

La Isla Santa Cruz forma parte del patrimonio nacional y mundial que representan las islas Galápagos; el desarrollo y crecimiento demográfico de esta, ha llevado consigo el mayor uso y demanda de energía con fines eléctricos. Para abastecer esta demanda, Santa Cruz aún depende de la utilización de recursos fósiles en la generación, empleando energía termoeléctrica; esto mantiene en una constante amenaza a la Isla y sus alrededores, ya que no sólo están presente las emisiones de CO₂ al ambiente si no también todo el proceso de traslado del combustible (Apolo et al., 2019).

En un estudio realizado, con datos del 2014, del consumo eléctrico de la Isla se concluyó que alrededor del 80% de la energía eléctrica generada se realiza a partir de recursos fósiles, en este caso, a partir del diésel (Apolo et al., 2019).

De acuerdo con la rendición de cuentas presentada por *ELECGALAPAGOS* en el 2016, las fuentes de energía eléctrica en Las Islas Galápagos se distribuyen tal como se muestra en la Ilustración 1.

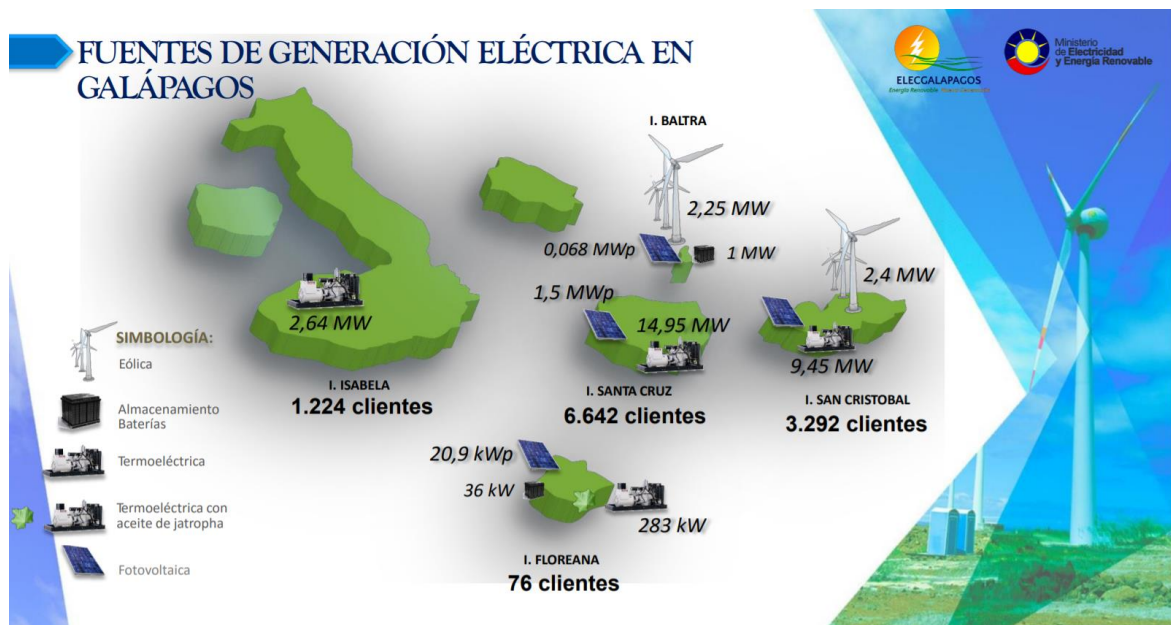


Ilustración 1. Fuentes de generación eléctrica en Galápagos

Fuente: (MEER, 2016)

1.1. Antecedentes

La Islas Galápagos, por ser consideradas un tesoro nacional y reconocidas como patrimonio natural de la humanidad por la UNESCO en 1978, merecen un cuidado especial para así garantizar la preservación de su flora y fauna. Por lo tanto, la demografía no debe causar un impacto significativo en las mismas, a causa de esto se han buscado nuevas alternativas para suplir la demanda eléctrica, las cuales están en constante crecimiento.

Actualmente, la mayor parte de la demanda de energía eléctrica es suplida a través de la generación termoeléctrica. Sin embargo, es menester de los gobiernos locales y entidades internacionales reducir el uso de combustibles fósiles que se utiliza.

El factor económico más preponderante es el turismo; la población flotante y el crecimiento demográfico ha desembocado en un aumento considerable en la demanda eléctrica. En este contexto, suplir la demanda de una manera continua y confiable se vuelve primordial para la empresa distribuidora local, donde la planificación del aumento en capacidad instalada de generación debe estar ligada al uso de energías amigables con el medio ambiente que sostengan la conservación de las Islas.

1.2. Descripción del problema

La actual búsqueda de independencia energética, así como el desarrollo de nuevas técnicas y tendencias de uso de fuentes de energía renovables para el consumo de energía eléctrica, ha llevado al GAD de Santa Cruz a implementar una planta de generación fotovoltaica para abastecer su demanda. Dicha planta inició su operación desde el año 2014 y es pertinente analizar su eficiencia durante el tiempo que ha permanecido operativa, con el fin de obtener información sobre la mitigación de emisiones de CO₂ al ambiente.

Esta planta contribuye a la soberanía energética de la Isla y a la iniciativa de cero combustibles fósiles en las Islas Galápagos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera a través del uso de energía solar fotovoltaica en la Isla Santa Cruz, en el marco de la iniciativa gubernamental de cero combustibles fósiles en las Islas Galápagos y su participación dentro de la matriz energética nacional.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar el potencial de mitigación de CO₂ atmosférico de la planta solar fotovoltaica en Santa Cruz - Galápagos.
- Examinar el marco regulatorio vigente del país, respecto a la generación fotovoltaica y sus incentivos para incrementar su capacidad instalada.

- Analizar la contribución de esta planta fotovoltaica al objetivo 7 ‘energía asequible y no contaminante’ de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas.
- Verificar el estado actual de la matriz energética en Santa Cruz, respecto al porcentaje de participación de energías renovables.

1.4. Hipótesis

La central fotovoltaica de 1.5Mw pico de capacidad instalada en la Isla Santa Cruz mitiga anualmente 1500 Ton de CO_{2eq} al satisfacer la demanda eléctrica que podría ser abastecida con generación termoeléctrica.

1.5. Alcance

El presente trabajo se enfoca en la evaluación de un sistema de generación fotovoltaico, instalado en la Isla Santa Cruz – Galápagos, donde se analiza la energía generada por esta planta y su potencial para mitigar gases de efecto invernadero. Con esta información se tendrá una visión más clara de la importancia del uso de energías limpias para abastecer la demanda eléctrica, reduciendo así el impacto ambiental en el proceso de generación de electricidad.

De igual manera se considera el análisis del actual marco regulatorio del país, donde se visualiza el peso de los beneficios e incentivos que existen para promover el uso de energía solar fotovoltaica.

Adicionalmente se observa la contribución de esta planta fotovoltaica al ODS #7 de la ONU y a la matriz energética de Santa Cruz y Ecuador.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Energía Solar

La energía solar, también llamada energía radiante del sol, es la energía que recibimos del sol y que podemos aprovechar gracias a la radiación solar. Es la más importante fuente de energía en la tierra, y gracias a que es una fuente inagotable es considerada una energía renovable (Barriga, Delgado, Guevara, & Peralta, 2014; Vegas Portero, 2009).

Desde la energía solar se desarrollan otros tipos de fuentes de energía, como lo son (Barriga et al., 2014; Heo & Park, 2018; Jayakumar, 2009):

- ✓ La energía eólica, que se produce por el movimiento de las masas de aire. El viento es generado por motivo del calentamiento no uniforme de la superficie terrestre a causa de la radiación solar.
- ✓ La energía química, presentada en los combustibles fósiles y sirven para generar reacciones que desembocan en otro tipo de energías.
- ✓ La energía hidráulica, que se produce de la energía cinética y potencial del agua. El ciclo natural del agua es producto de la influencia directa de la radiación solar.
- ✓ La energía de biomasa, obtenida a través de la materia orgánica, en su mayoría de residuos vegetales que crecen gracias a la radiación solar que permite la fotosíntesis en las plantas.

Existen así mismo, otros tipos de energía que no se derivan directamente de la energía solar, como por ejemplo, la energía nuclear, la energía geotérmica y la energía de las mareomotriz; sin embargo, la radiación solar interviene dentro de sus procesos indirectos (David Tan, 2011; Jayakumar, 2009).

La energía solar es claramente una alternativa limpia, amigable con el medio ambiente. En comparación con el uso de los combustibles fósiles tradicionales para

la producción principalmente de calor y electricidad, la energía solar se puede aprovechar dependiendo del uso final que se requiera. Existen varias tecnologías adecuadas para captar esta energía y convertirla al tipo de energía demandada por el usuario final (Kanters & Horvat, 2012; Parsa et al., 2020).

A continuación se indica algunas aplicaciones de uso y aprovechamiento de la energía solar (J. Alonso, Fernández, Jiménez, & Lecuona, 2002; Jutglar, 2004):

- ✓ Paneles fotovoltaicos instalados en viviendas con el propósito de generar electricidad para autoconsumo.
- ✓ Paneles fotovoltaicos instalados en centrales de generación eléctrica con el propósito de entregar electricidad a las redes de distribución.
- ✓ Vehículos propulsados por un motor eléctrico alimentado por energía solar a través de paneles fotovoltaicos.
- ✓ Cocinas solares, permiten cocinar alimentos usando la radiación solar como fuente de energía para concentrar el calor en un punto.
- ✓ Sistemas de climatización en viviendas usando la energía solar para calentar fluidos o para mover cantidades de volumen de aire frío o caliente.

La energía solar ofrece algunas ventajas considerables frente a otras fuentes de energía, las mismas dependerán de las características de su instalación y ubicación geográfica (Duffie & Beckman, 2013; Jayakumar, 2009; NASA, 2016; Sendy, 2020):

- ✓ Es una energía renovable, lo que implica que es ilimitada y abundante; a pesar de que la vida del sol es finita es considerada eterna para el ser humano.
- ✓ Es una energía limpia que no genera emisiones. Los métodos de aprovechamiento son de mínima contaminación y amigables con el medio ambiente, ya que es una alternativa a fuentes de energía que utilizan recursos fósiles, ya sea su uso con fin eléctrico o térmico.
- ✓ Bajo costo de instalación y poca complejidad de implementación, los elementos que conllevan implementar una instalación, de captación de energía solar, no requieren una gran infraestructura ni están sujetos a vibraciones o movimientos constantes como por ejemplo centrales hidroeléctricas y termoeléctricas.

- ✓ Bajo costo de mantenimiento, los elementos que conforman una instalación de captación de energía solar, como por ejemplo los paneles solares, no necesitan mayor mantenimiento más que una limpieza para garantizar un óptimo funcionamiento.
- ✓ Apropiado para sectores alejados, donde la red eléctrica pública se dificulta a llegar por la gran distancia y pérdidas que esto conlleva.
- ✓ No genera ruidos ni vibraciones, los elementos que conllevan una instalación de aprovechamiento de energía solar no requieren movimiento para su funcionamiento.
- ✓ Fácil accesibilidad, se la puede captar y aprovechar en cualquier ubicación geográfica del planeta.

Así mismo, los métodos de aprovechamiento de la energía solar presentan desventajas y dependerán de las características de la instalación, ubicación geográfica y uso final. A continuación se indican las desventajas más relevantes de una instalación solar los cuales permiten analizar si un proyecto de instalación solar será viable y rentable (Duffie & Beckman, 2013; Jayakumar, 2009; Sendy, 2020):

- ✓ Alto costo inicial, los elementos que conllevan implementar una instalación solar son de costosos, y dependiendo del uso final que se le quiera dar se podrá cuantificar el retorno de esta inversión y su rentabilidad.
- ✓ Baja eficiencia, los elementos de captación de la energía solar poseen una eficiencia muy baja comparada con la conversión de otras fuentes de energía; hasta el momento se ha logrado obtener eficiencias de hasta el 20%.
- ✓ Poco estable, el rendimiento de una instalación solar dependerá de la climatología de la zona, por lo que se hace inviable utilizar este tipo de tecnologías en zonas donde la mayor parte del tiempo el cielo pasa nublado.
- ✓ Disponibilidad no continua, una de las limitantes más preponderantes del uso de la energía solar es que no está presente durante todo el día, el tiempo que se puede aprovechar la radiación solar en una superficie terrestre dependerá de su ubicación geográfica y época del año. A este efecto se le suma el bajo rendimiento de una instalación solar y lo vuelve impráctico para lugares donde se tiene una demanda continua de energía. Para solventar

este inconveniente, se utilizan almacenadores de energía que se cargan en las horas que se pueda captar la energía del sol y puedan entregar energía cuando no esté presente la radiación del sol, lo que implica elevar mucho más el costo de la inversión inicial.

- ✓ Requiere gran espacio superficial, para poder abastecer grandes demandas se requerirá colocar varios arreglos de paneles captadores de energía solar, aproximadamente para poder generar 150 W de energía se requiere 1 m² disponible de superficie.
- ✓ Impacto ambiental, a pesar de que la energía solar se considera una energía limpia los elementos que componen una instalación solar consumen energía y generan emisiones al momento de su fabricación y transporte.

Los impactos ambientales que pueden presentarse en el aprovechamiento de la energía solar dependerán mucho de su tecnología y uso final, ya sea en la fabricación de sus elementos, como células solares fotovoltaicas y plantas solares térmicas de concentración, o en la utilización de espacio físico (Mansouri, James, Dan, Locke, & Paul, 2019; Sendy, 2020).

- ✓ **Uso del suelo.** Dependiendo de su ubicación, las instalaciones solares más grandes a escala de servicios públicos pueden generar preocupaciones sobre la degradación de la tierra y la pérdida de hábitat.
- ✓ **Uso del agua.** Las células fotovoltaicas solares no usan agua para generar electricidad. Sin embargo, como en todos los procesos de fabricación, se utiliza agua para fabricar componentes solares fotovoltaicos. Las plantas de concentración solar térmica requieren agua para enfriarse. Además, estas plantas requieren mantener los reflectores limpios, el consumo de agua es mayor.
- ✓ **Materiales peligrosos.** El proceso de fabricación de células fotovoltaicas incluye una serie de materiales peligrosos, la mayoría de los cuales se utilizan para limpiar y purificar la superficie del semiconductor. Las células fotovoltaicas de película delgada contienen una cantidad de materiales más tóxicos que los utilizados en las células fotovoltaicas de silicio tradicionales.
- ✓ **Ciclo de vida de las emisiones de calentamiento global.** Si bien no hay emisiones de calentamiento global asociadas con la generación de

electricidad a partir de energía solar, hay emisiones asociadas con otras etapas del ciclo de vida, incluida la fabricación, el transporte de materiales, la instalación, el mantenimiento y el desmantelamiento.

Con respecto a cómo se aprovecha la energía proveniente del sol, se conoce que llega a la tierra como energía radiante, en forma de ondas electromagnéticas: radiación ultravioleta (9%), luz visible (39%) y radiación infrarroja (52%). Esta energía es renovable e inagotable y se encuentra en abundancia en la superficie terrestre, la cual es aprovechada como fuente de energía primaria (Barriga et al., 2014; Jayakumar, 2009).

En la Ilustración 2 se pueden observar el espectro electromagnético de la radiación solar antes y después de atravesar la atmósfera; se muestran las bandas de absorción y la curva de radiación de cuerpo negro equivalente a la radiación solar (Barriga et al., 2014; Duffie & Beckman, 2013; Lira-oliver, 2016).

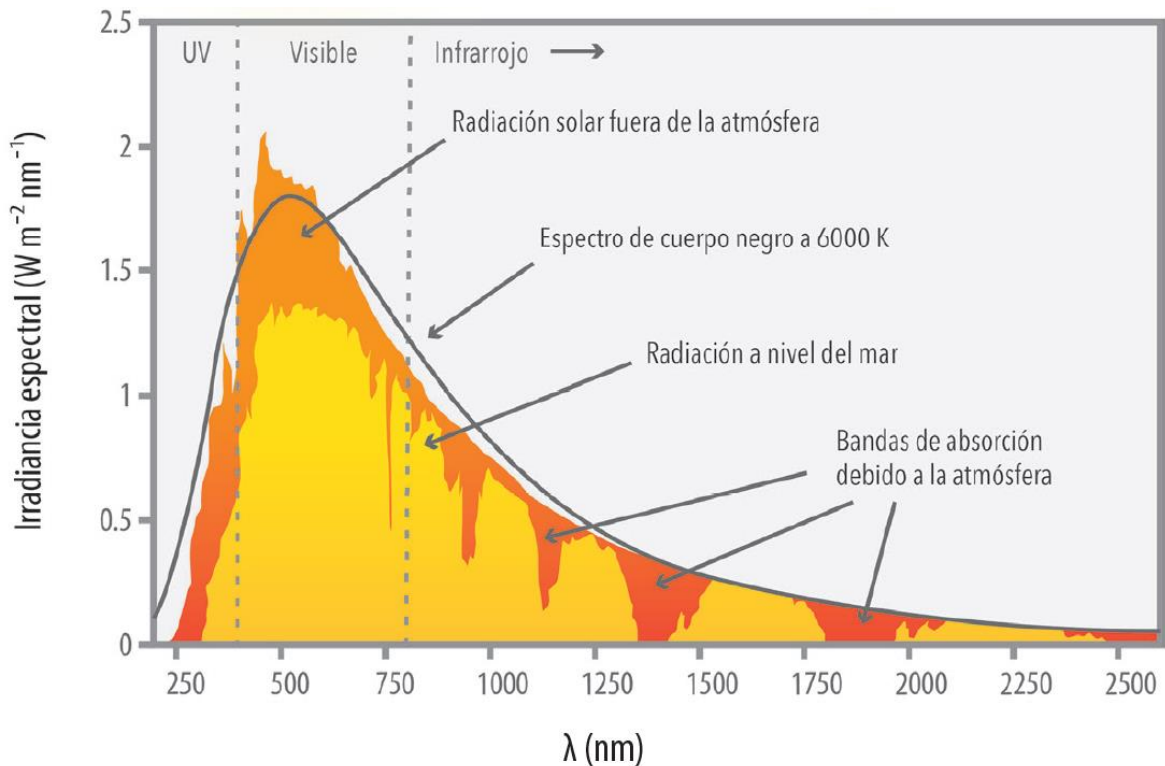


Ilustración 2. Curva de irradiancia espectral estándar del sol.

Fuente: (Lira-oliver, 2016)

La cantidad de energía que es suministrada, por el sol hacia la tierra, diariamente representa alrededor de 10000 veces la energía consumida al día por el mundo

entero, por lo que fácilmente se podría abastecer la demanda de energía mundial. Sin embargo, las ondas electromagnéticas del sol no se distribuyen de manera uniforme, temporal, ni espacial, sobre la superficie terrestre; a esto se le suman diversos factores ambientales que dificultan de esta manera su óptimo aprovechamiento (J. Alonso et al., 2002; Kannan & Vakeesan, 2016; Shahsavari & Akbari, 2018). Como ya se indicó anteriormente, una de las desventajas más preponderantes de la energía solar es que no puede ser aprovechada de manera continua, sólo en un rango de tiempo, denominado “horas sol” (Hassan, 2020; Mansouri et al., 2019).

De la energía solar útil se derivan dos tipos de energía que pueden ser aprovechadas con un impacto ambiental positivo, para diversos procesos y usuarios finales. Estas energías se describen a continuación (Eicker, Nouvel, Duminil, & Coors, 2014; Hassan, 2020):

- Energía Pasiva.
- Energía Activa.
 - ✓ Energía Solar Térmica.
 - ✓ Energía Solar Fotovoltaica (FV).

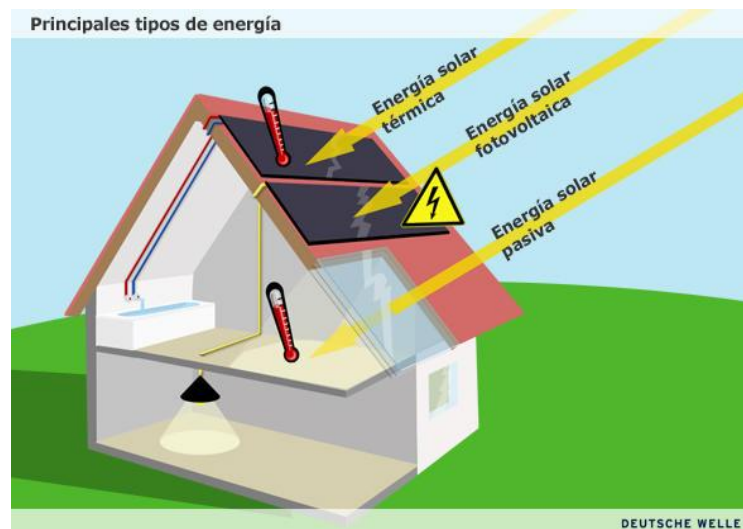


Ilustración 3. Tipos de aprovechamiento de la energía solar.

Fuente: <https://p.dw.com/p/HafM>

La principal diferencia que hay entre la energía solar pasiva y activa, es que la energía solar pasiva no requiere de elementos externos a una edificación, en cambio en la energía solar activa existe un proceso de conversión de energía, a

través de la implementación de elementos captadores de la radiación solar. Por ejemplo, para transformar la energía solar en energía eléctrica se utilizan paneles fotovoltaicos y para transformar la energía solar en energía térmica se utilizan paneles termosolares (Hassan, 2020; Jutglar, 2004; Kannan & Vakeesan, 2016; Parsa et al., 2020).

2.1.1. Energía Pasiva

Este tipo de energía es la que se aprovecha de manera directa del sol con un fin específico, sin la necesidad de la intervención de elementos externos adicionales para la conversión de energía (Cheng et al., 2020; Eicker et al., 2014; Yu, Gou, Qian, Fu, & Tao, 2019).

Esencialmente esta energía es utilizada como una fuente de calor y de iluminación natural; su aprovechamiento es el más antiguo y ha sido utilizado en todo el mundo sin la necesidad de tener un conocimiento técnico explícito del mismo, debido a la facilidad, disponibilidad y bajo costo de este. La metodología de captación de la energía solar pasiva no requiere proceso alguno de conversión de energía sino que su aprovechamiento es directo y depende solo de la infraestructura arquitectónica de la edificación (Altan, Hajibandeh, Tabet Aoul, & Deep, 2016; Eicker et al., 2014; Kanters & Horvat, 2012; Reardon & Clarke, 2013; Wall et al., 2012).

La energía solar pasiva se basa en la distribución arquitectónica de los componentes de una edificación como paredes, pisos, techos y ventanas. La iluminación natural es la forma más fácil de aprovechar la radiación solar. En verano se puede tener la refrigeración solar pasiva mediante sombras y la generación de flujos de corriente de aire, en invierno se puede tener el calentamiento solar pasivo que capta la energía térmica del sol para almacenarla y distribuirla por la edificación. La Ilustración 4 presenta un esquema de distribución arquitectónica con aprovechamiento de energía solar pasiva (Duffie & Beckman, 2013; Eicker et al., 2014; Jayakumar, 2009; Lira-oliver, 2016; Reardon & Clarke, 2013; Wall et al., 2012).

El aprovechamiento de la energía solar pasiva representa un ahorro considerable, al reducir la factura de consumo de energía pública para la climatización e iluminación de espacios (Altan et al., 2016; Yu et al., 2019).

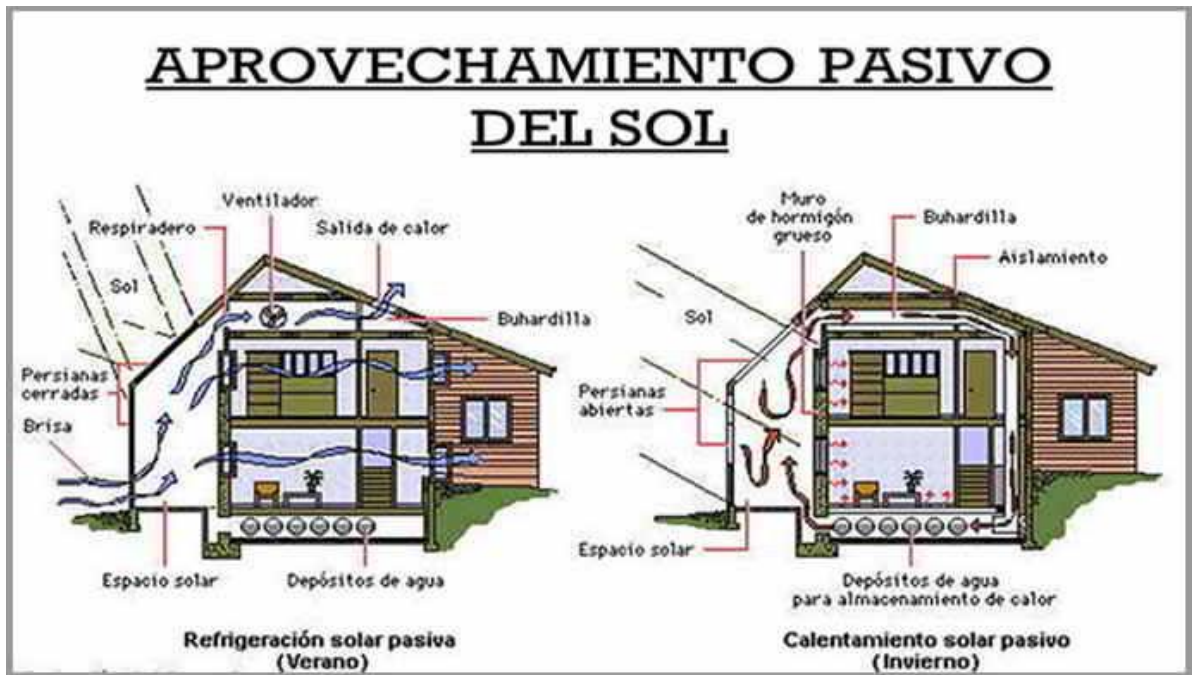


Ilustración 4. Aprovechamiento de la energía solar pasiva.

Fuente: <http://www.educa.madrid.org>

Tal como se muestra en la Ilustración 4, la energía pasiva puede ser aprovechada de mejor manera mediante técnicas de distribución arquitectónica en las edificaciones, sin requerir la inversión de elementos adicionales (Kanters & Horvat, 2012; Kanters, Wall, & Dubois, 2014; Reardon & Clarke, 2013).

El diseño de edificaciones con aprovechamiento solar pasivo conlleva implementar ventanas, paredes, techos y pisos que recolecten, almacenen y distribuyan la energía solar en forma de calor en el invierno y disipen el calor solar en el verano, además de servir de sistema de iluminación natural. Este tipo de estudios y análisis se conoce como diseño solar pasivo, ya que no involucra la utilización de elementos mecánicos y eléctricos (Eicker et al., 2014; Lira-oliver, 2016; Lobaccaro & Frontini, 2014).

Lo esencial para el diseño de una edificación, con aprovechamiento de energía solar pasiva, es realizar un estudio y análisis del clima y su comportamiento en la ubicación deseada. El concepto se basa en las leyes de la termodinámica, donde el análisis de transferencia de calor es fundamental dentro de un estudio de energía solar pasiva (Altan et al., 2016; Duffie & Beckman, 2013; Jayakumar, 2009; Kanters & Horvat, 2012; Mohsenipour, Ebadollahi, Rostamzadeh, & Amidpour, 2020).

La energía solar pasiva se caracteriza por su bajo costo de implementación y operación. A veces, este costo es incluso nulo. El costo de mantenimiento es muy reducido. Durante su funcionamiento no se emiten gases de efecto invernadero. A pesar de ello, se continúa trabajando para una mejor optimización del rendimiento y beneficio económico (Eicker et al., 2014; Kabir, Kumar, Kumar, Adelodun, & Kim, 2018).

El ahorro y la eficiencia en el consumo de la energía dependen del tamaño de una instalación, ya sea de energía renovable o una instalación convencional. Estos criterios resultan en un mayor beneficio económico si son criterios que se consideran desde el principio (Altan et al., 2016; Eicker et al., 2014; Yu et al., 2019).

2.1.2. Energía Activa

Este tipo de energía es el que se aprovecha de manera indirecta del sol para un fin específico, esto quiere decir que es necesario incorporar elementos adicionales para poder convertir la energía solar en energía útil para algún determinado proceso. Por tal motivo, es preciso realizar una inversión inicial fuerte, para poder visualizar a través del tiempo los beneficios del uso de esta energía (Kannan & Vakeesan, 2016; Shahsavari & Akbari, 2018).

La conversión de energía requerida para estos procesos puede ser de dos tipos, dependiendo del uso final que se requiera, energía térmica y energía eléctrica (Duffie & Beckman, 2013; Jayakumar, 2009).

La energía solar activa clasifica las tecnologías relacionadas con el aprovechamiento de la energía solar que utilizan equipamientos mecánicos o

eléctricos para mejorar el rendimiento o para procesar la energía obtenida ya sea convirtiéndola en energía eléctrica o mecánica. Estos equipamientos pueden ser ventiladores, bombas de agua, entre otros (Jayakumar, 2009; Jutglar, 2004; Y. Zhang, Ren, Pu, & Wang, 2020).

A pesar que ambos sistemas se alimentan de la radiación solar, existen varias diferencias (Altan et al., 2016; Tanesab, Parlevliet, Whale, & Urmee, 2018; Wall et al., 2012):

- ✓ De acuerdo con su objetivo: La energía fotovoltaica genera electricidad; la térmica, calor. Aunque las centrales termosolares pueden utilizar este calor para obtener energía eléctrica.
- ✓ De acuerdo con el costo: Los paneles fotovoltaicos requieren una mayor inversión.
- ✓ De acuerdo con el almacenamiento: La energía fotovoltaica puede suministrar energía directamente o almacenarla en baterías, mientras que la térmica, sólo la puede almacenar en acumuladores solares.

Actualmente la capacidad instalada mundial de aprovechamiento de energía solar está alrededor de 584.84[Gw], conformada por 578.55[Gw] de la energía fotovoltaica y 6.29[Gw] de la energía termosolar. La Ilustración 5 presenta la tendencia mundial de la capacidad instalada en el uso de la energía solar activa (IRENA, 2020; Shahsavari & Akbari, 2018).

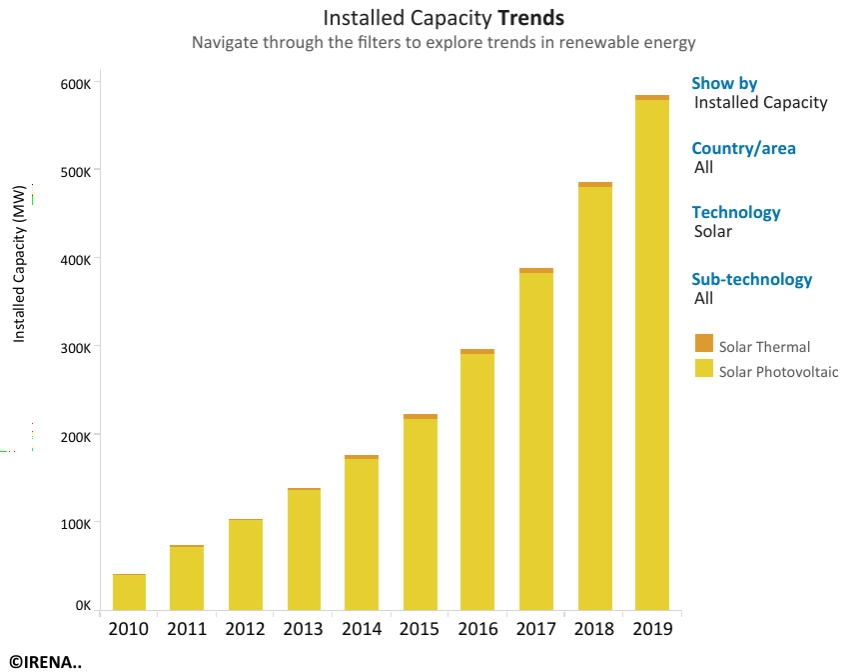


Ilustración 5. Tendencia de la capacidad instalada de aprovechamiento de la energía solar.

Fuente: (IRENA, 2020).

2.1.2.1. Energía Solar Térmica

La energía solar térmica, también llamada energía termosolar, consiste en el aprovechamiento de la radiación solar para obtener energía térmica. El calor obtenido se aprovecha para la producción de agua caliente destinada al consumo doméstico, ya sea agua caliente sanitaria(ACS) o calefacción. Mediante la energía solar térmica, también se puede generar energía eléctrica o incluso construir cocinas solares. Se trata, por lo tanto, de un mecanismo termodinámico de transformación de energía (Duffie & Beckman, 2013; Jutglar, 2004; H. Zhang et al., 2020).

La ventaja de la energía solar térmica, en comparación con la energía fotoeléctrica, son las variadas aplicaciones que presenta, entre las que se encuentran, la calefacción solar, generación de electricidad, calefones, desalinizador, deshidratador, entre otros. Mientras que la energía fotovoltaica únicamente permite la generación de energía eléctrica. El inconveniente de la energía termosolar es que tiene un rendimiento inferior que el de las instalaciones solares fotovoltaicas (Abal & Durañoma, 2013; Duffie & Beckman, 2013).

Cuando se trata de calentar agua, la energía solar térmica parte con ventaja, puesto que la energía calorífica se transmite directamente al agua. La energía fotovoltaica tiene la desventaja que para calentar agua, primero tiene que generar electricidad y posteriormente, calentar el agua con un calentador eléctrico. Este sistema conlleva pérdidas energéticas (Duffie & Beckman, 2013; Eicker et al., 2014; Kanters et al., 2014).

2.1.2.2. Energía Solar Fotovoltaica

La energía fotovoltaica se reconoció por primera vez el año de 1839 por el físico francés Becquerel. Sin embargo, no fue hasta el año 1883 que fue construida la primera célula solar por Charles Fritts con una eficiencia de un 1%. Durante la primera mitad del siglo XX varias fueron las mejoras para aumentar su eficiencia (J. Alonso et al., 2002; Jutglar, 2004).

En 1946, Russel Ohl patentó la moderna unión entre los materiales semiconductores que actualmente se utiliza. Pero el avance tecnológico más importante llegó en 1954, cuando los Laboratorios Bell, experimentando con los semiconductores, desarrollaron la primera célula fotovoltaica de silicio, con un rendimiento del 4,5% (Abella, Romero, & Fotovoltaico, 2017; J. Alonso et al., 2002; Jutglar, 2004).

La energía solar fotovoltaica también convierte la radiación solar en electricidad. Si la energía termosolar necesita un proceso termodinámico para su conversión en energía eléctrica, la fotovoltaica necesita de un proceso químico: consiste en la transformación de radiación solar en energía a través de una corriente continua eléctrica. Esta transformación se consigue gracias a la composición de materiales semiconductores como el silicio y al efecto fotoeléctrico. Dicha transformación en energía es inmediata gracias a los módulos fotovoltaicos (J. Alonso et al., 2002; Duffie & Beckman, 2013; Jutglar, 2004).

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Este tipo de energía, a menudo se la denomina directamente energía fotovoltaica (Mansouri et al., 2019).

Esta transformación en energía eléctrica se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. El material más común utilizado para los sistemas fotovoltaicos es silicio amorfo, policristalino o monocristalino, telurio de cadmio y seleniuro / sulfuro de indio y cobre (Srivastava, Tiwari, & Giri, 2020).

La energía solar fotovoltaica tiene ventajas específicas como fuente de energía (Mansouri et al., 2019):

- ✓ Su funcionamiento no genera contaminación ni emisiones de gases de efecto invernadero.
- ✓ A diferencia de las centrales térmicas no requiere de la combustión de combustibles fósiles.
- ✓ Su dimensionamiento es escalable. Es fácil añadir o quitar módulos según la demanda energética variando la energía fotovoltaica instalada.

La producción de energía puede ser a gran escala para el consumo en general o a pequeña escala para consumo en pequeñas viviendas, refugios de montaña o sitios aislados (Kanters et al., 2014).

La energía fotovoltaica es la tercera fuente de energía renovable en términos de capacidad global. Las fuentes renovables que ocupan las primeras posiciones son la energía hidráulica y eólica respectivamente. En la Ilustración 6 se puede observar los porcentajes en capacidad instalada mundial, de energías renovables (Barriga et al., 2014; IRENA, 2020; Montoya Rasero, 2006).

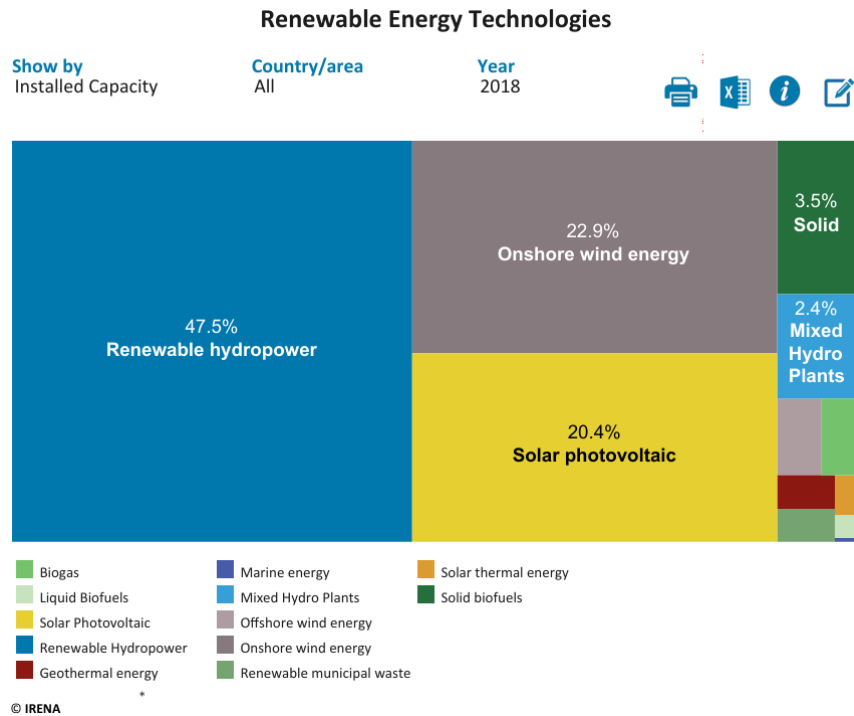


Ilustración 6. Porcentajes de capacidad instalada mundial de energías renovables.

Fuente: (IRENA, 2020).

La Agencia Internacional de Energía espera un crecimiento de 700 a 880 GW de 2019 a 2024. Según el pronóstico, la energía fotovoltaica podría convertirse en la tecnología con la mayor capacidad instalada a mediados de la década del 2020 (Agency, 2019).

En 2018, la capacidad fotovoltaica instalada en todo el mundo aumentó a más de 515 gigavatios (GW) cubriendo aproximadamente el dos por ciento de la demanda mundial de electricidad (Agency, 2019).

Para transformar la radiación solar en electricidad se utilizan los paneles fotovoltaicos. Estos paneles están compuestos de células fotovoltaicas. Estas células tienen la particularidad que al recibir la radiación del sol se genera una corriente eléctrica (Montoya Rasero, 2006; Srivastava et al., 2020).

Las instalaciones fotovoltaicas pueden ser montadas en el suelo, en la azotea, en la pared o flotantes. El soporte puede ser fijo o usar un seguidor solar para seguir al sol a través del cielo (Carolyn. Roos, 2009; Mohanty, Muneer, & Kolhe, 2016).

La fabricación de las células fotovoltaicas es un proceso costoso, tanto económicamente como en tiempo. El silicio con el que se fabrican la mayor parte de las células fotovoltaicas es un material muy abundante en la Tierra. Sin embargo, el procesamiento del silicio es laborioso y complicado. Mediante unos procesos muy complicados se elaboran lingotes de silicio. Posteriormente, de estos lingotes de silicio se cortarían las obleas (células fotovoltaicas) (Kabir et al., 2018; H. Zhang et al., 2020; Zimmer, 2014). Otra fuente de obtención de silicio es el reciclado de la industria electrónica. En la actualidad se están preparando otros materiales de mayor rendimiento (Montoya Rasero, 2006; Zimmer, 2014).

Dependiendo de la construcción, los módulos fotovoltaicos pueden producir electricidad a partir de una gama concreta de frecuencias de la luz. De todos modos, en general no puede cubrir todo el espectro de la radiación solar, como la luz ultravioleta, infrarroja y baja o difusa (Barriga et al., 2014; Education, 2012; Vegas Portero, 2009).

Gran parte de la energía de la luz solar incidente no se aprovecha por los paneles solares. Si los paneles se iluminaran con luz monocromática se podrían obtener eficiencias muy superiores. Por lo tanto, otro concepto de diseño es dividir la luz en diferentes longitudes de onda y dirigir los haces en diferentes células sintonizadas en estos rangos. Esto ha sido proyectado para ser capaz de elevar la eficiencia en un 50% (Abella, 2016; J. Alonso et al., 2002; Vegas Portero, 2009).

Científicos de Spectrolab, una filial de Boeing, informaron del desarrollo de células solares multi-unión con una eficiencia de más del 40%. Esta mejora era un récord mundial de células solares fotovoltaicas. Los científicos de Spectrolab también predicen que las células solares de concentración podrían llegar a eficiencias de más de 45% o incluso 50% en el futuro, con eficiencias teóricas de alrededor del 58% en las células con más de tres uniones. Actualmente, la tasa mejor de conversión de la luz solar en energía fotovoltaica en los nuevos productos comerciales consigue una eficiencia del módulo solar de alrededor de 21,5% (Castro, 2009; ETESA, 2011; González Llorente & Puerto Leguizamón, 2014; Zimmer, 2014).

La principal aplicación de una instalación de energía solar fotovoltaica es la producción de energía eléctrica a partir de la radiación solar. Los sistemas fotovoltaicos varían desde sistemas pequeños, montados en el techo o integrados en edificios con capacidades desde unas pocas hasta varias decenas de kilovatios (Kw), hasta grandes centrales eléctricas a escala de servicios públicos de cientos de megavatios (Hacke et al., 2018; Nur & Bugutekin, 2017; Vegas Portero, 2009).

Las principales aplicaciones son las siguientes (Hacke et al., 2018; Vegas Portero, 2009):

- ✓ **Sistemas integrados en tejados y edificios.** Los sistemas fotovoltaicos de los tejados se suelen adaptar a los edificios existentes, generalmente montados sobre la estructura del techo existente o en las paredes existentes.
- ✓ **Colector solar fotovoltaico térmico híbrido.** Estos sistemas son sistemas que convierten la radiación solar en energía térmica y eléctrica.
- ✓ **Concentrador fotovoltaico.** Los concentradores utilizan lentes y espejos curvos para enfocar la luz solar en células solares pequeñas altamente eficientes. De este modo se consigue una potencia fotovoltaica mucho mayor.
- ✓ **Electrificación rural.** Este tipo de aplicación solar se utiliza en aldeas rurales donde las líneas eléctricas están muy alejadas de la población.
- ✓ **Centrales eléctricas.** Estas centrales son granjas solares para obtener una alta producción de potencia eléctrica.
- ✓ **Solar flotante.** Los sistemas de energía solar flotante se instalan en sitios donde hay poca superficie de tierra disponible. Los paneles solares, en este caso, se encuentran flotando en una superficie acuática como en un pantano, lago, etc.
- ✓ **Sistemas independientes.** El ejemplo más claro de estos sistemas es las calculadoras solares o los satélites artificiales.
- ✓ **En transporte.** Utilizada para obtener potencia motriz.
- ✓ **Telecomunicaciones y señalización.**
- ✓ **Aplicaciones en estaciones espaciales.**

Principalmente se diferencian dos tipos de instalaciones fotovoltaicas (Education, 2012; Vegas Portero, 2009):

- ✓ Instalaciones fotovoltaicas de conexión a red, donde la energía que se produce se utiliza íntegramente para la venta a la red eléctrica de distribución.
- ✓ Instalaciones fotovoltaicas aisladas de red, que se utilizan para autoconsumo, ya sea una vivienda aislada, una estación repetidora de telecomunicación, u otros lugares remotos. Permite obtener electricidad, bombeo de agua para riego, etc.

Dentro de las aplicaciones de la energía fotovoltaica no conectada a la red se encuentran en muchos ámbitos de la vida cotidiana. La energía fotovoltaica se utiliza en pequeños aparatos como calculadoras, como para el alumbrado público en determinadas zonas, motores eléctricos e incluso se han desarrollado automóviles y aviones que funcionan exclusivamente aprovechando la radiación solar como fuente de energía (Abella et al., 2017; Estado et al., n.d.; López Ruiz, 2015).

Dentro de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red existen las plantas de energía solar fotovoltaica. Una planta de energía fotovoltaica, también un parque solar, es una gran planta de generación de energía eléctrica, diseñada para la venta de su producción a la red eléctrica. También se le conoce como una granja solar, especialmente si está ubicada en áreas agrícolas (Abella et al., 2017; López Ruiz, 2015).

2.1.2.2.1. Sistema conectado a la red y sus componentes

Las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica son instalaciones donde la energía generada se vierte directamente a la red eléctrica. Este tipo de instalación de energía solar funciona como si fuera una central de producción de electricidad. El consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles solares. En estos casos, el usuario sigue comprando la energía eléctrica que consume a la compañía distribuidora al precio

establecido y además es propietario de una instalación generadora de energía eléctrica (Adenle, 2020; Vegas Portero, 2009).

En el caso de adaptar estas instalaciones de energía renovable a un edificio, éste incorporará una instalación eléctrica nueva y pasa a tener dos instalaciones eléctricas diferenciadas. Por un lado, la habitual línea de suministro de energía eléctrica de consumo con sus medidores y protecciones correspondientes y, por otra parte, la instalación solar fotovoltaica con todos sus elementos y equipamiento eléctrico propio de control, interconexión y medición (López Ruiz, 2015; Montoya Rasero, 2006).

La principal desventaja de los sistemas relacionados con la energía solar es que el rendimiento solar va en función de la radiación solar incidente en cada momento del día. Consecuentemente, los valores de generación de electricidad registrados variarán según la hora del día, la época del año y la meteorología. La ventaja de la energía solar fotovoltaica conectada a la red es que la energía que no se utiliza se la puede vender a la compañía eléctrica y cuando se necesite más que la que el sistema solar es capaz de generar se la puede obtener de la red eléctrica (Mahapatra, Chanakya, & Dasappa, 2009; Vegas Portero, 2009).

Algunas de las aplicaciones de estos sistemas de energía solar fotoeléctrica son las siguientes (Mahapatra et al., 2009; Petrichenko, Üрге-vorsatz, & Cabeza, 2019; Vegas Portero, 2009):

- Instalaciones de paneles solares en tejados, terrazas, etc. de viviendas que dispongan de conexión a la red de distribución eléctrica: Se aprovecha la superficie del tejado para colocar sistemas modulares de fácil instalación.
- Plantas de producción: Estas plantas de energía fotovoltaica son aplicaciones de carácter industrial que pueden instalarse en zonas rurales no aprovechadas para otros usos como los huertos solares y cooperativas energéticas o sobrepuestas en grandes cubiertas de zonas urbanas como aparcamientos o centros comerciales, etc.
- Integración en edificios: Consiste en la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que

incluyen elementos fotovoltaicos, normalmente paneles solares fotovoltaicos, y que por tanto son generadores de energía como recubrimientos de fachadas, muros cortina, parasoles, pérgolas, etc. En ocasiones, es posible combinarlos con diseños arquitectónicos para aprovechar la energía solar pasiva o con sistemas de energía solar térmica.

Las potencias usuales medidas en vatios son de 2.5 y 5 Kw o múltiplos de 5 hasta 100 Kw. Existen instalaciones solares mayores, pero sólo las realizan empresas o centros de investigación, ya que se amortizan en periodos más largos (Montoya Rasero, 2006; Vegas Portero, 2009).

Los sistemas fotovoltaicos de hasta 5 Kw, por ser sistemas de poca potencia, se pueden conectar a red en baja tensión, monofásica, a una tensión nominal de 230 voltios en corriente alterna. Por otro lado, para potencias superiores, se diseñan con una conexión trifásica. En la parte solar, de voltaje en corriente continua, hay diferentes configuraciones posibles en las conexiones serie-paralelo de los módulos para obtener valores de trabajo adecuados en corriente continua. Dependiendo del inversor de corriente escogido, los voltajes de trabajo pueden ser, desde los 12 voltios hasta 600 voltios en corriente continua. En todo caso, para optimizar el sistema, se tiende a voltajes medios cercanos a las tensiones de conexión a la red de 220 Vac (Çelik, Teke, & Tan, 2018; López Ruiz, 2015; Montoya Rasero, 2006; Vegas Portero, 2009).

Para desarrollar la interconexión de todo el sistema de energía solar fotovoltaica, se debe incidir especialmente en la minimización de las pérdidas derivadas de las conexiones, tanto en corriente continua como en corriente alterna. Los pasos para seguir son los siguientes: interconexión de los paneles solares, conexión de los módulos hasta los inversores de corriente, conexión de los inversores en el cuadro de protecciones y contadores de energía, punto de conexión a red (M. Alonso, 2011; Education, 2012; López Ruiz, 2015).

En toda instalación fotovoltaica, se instalará un cuadro de interconexión con la red. Este cuadro puede incluir el total de los dispositivos de protección definidos por la

normativa o los establecidos como esenciales. Por otra parte, estos equipamientos pueden incluir los contadores de medición y los transformadores de tensión para la adaptación a la tensión de red. Definimos los dos tipos de cuadro de interconexión (M. Alonso, 2011; P. J. Axaopoulos & Fylladitakis, 2014; Education, 2012; López Ruiz, 2015):

- Cuadro de interconexión completo. Conjunto de dispositivos definidos por la normativa especificada para la interconexión a red. De este modo, se podrían incluir otros elementos que no se incluyen por normativa, pero que se podrían valorar como importantes desde un punto de vista de calidad de instalación.
- Cuadro de interconexión básico. Cuadro compuesto esencialmente por dos elementos, el seccionador automático (contactor-magnetotérmico) y diferencial. Deben ser accesibles para la compañía eléctrica en conjunto con los contadores, seccionador manual y fusibles de entrada a la instalación.

En este punto, se reúnen las conexiones derivadas de los diferentes inversores y generadores eléctricos. Es el punto de conexión de todo el sistema. Las compañías eléctricas establecen puntos de interconexión con la red. En este tipo de sistemas los puntos de conexión normalmente estarán definidos y situados en paralelo con la conexión ya instalada para el consumo del edificio o de la construcción establecida. Esta conexión a la compañía eléctrica distribuidora la verificará la compañía pertinente, por lo que existe la posibilidad de cambios en la conexión hacia otros puntos de la misma línea si así se determinara. De esta manera, a veces puede haber una cierta distancia, cientos de metros, desde el cuadro hasta el punto especificado. Normas generales de aplicación para definir una unión perfecta en la red eléctrica indican que (López Ruiz, 2015; Montoya Rasero, 2006; SMA, 2011; Vegas Portero, 2009):

- La potencia máxima de la planta fotovoltaica no puede exceder más del 50% de la potencia nominal del transformador de la subestación eléctrica o de la capacidad de la misma red definida en la zona de la conexión.
- No se aceptarán conexiones de instalaciones que produzcan caídas de tensión eléctrica provocadas por la conexión-desconexión que sean superiores al 2%.

Evidentemente, estos puntos de unión a la red comercial se diseñarán de manera que las pérdidas de rendimiento acumuladas por la planta solar sean minimizadas. La elección de equipos inversores, cables y conexiones, transformadores y control en la reducción de las horas de paralización de la planta fotovoltaica por varios factores deben estar bien gestionados e informados (Education, 2012; López Ruiz, 2015).

Los armarios de protecciones y / o cuadro de conexiones tienen la función de incluir los instrumentos de medida de la energía producida y consumida, así como las protecciones eléctricas, dispositivos de acción automática, que pide la normativa vigente. Estos elementos de protección pueden duplicar los que ya incorporan los mismos inversores eléctricos en su diseño, con el fin de evitar tanto los daños a la red eléctrica como la perturbación de la producción de la energía solar y también los daños que el mismo sistema pueda producir en el equipamiento interconectado y al resto de usuarios de la red (M. Alonso, 2011; P. Axaopoulos, 2018).

2.1.2.2. Sistema desconectado de la red y sus componentes

Las instalaciones fotovoltaicas autónomas son aquellas instalaciones que se encuentran aisladas de la red eléctrica. Toda la energía eléctrica que generan los paneles solares es consumida directamente. Este tipo de instalaciones fotovoltaicas están pensadas para los casos en que el coste del mantenimiento e instalación de las líneas eléctricas no es rentable. Por ejemplo, este sería el caso de un refugio de montaña o isla (López Ruiz, 2015; A. Moreno, 2016).

Las principales aplicaciones de los sistemas aislados son (Ladino, 2011):

- Electrificación de viviendas y edificios, principalmente para iluminación y electrodomésticos de baja potencia.
- Alumbrado público.
- Aplicaciones agropecuarias y ganaderas.
- Bombeo y tratamiento de agua.
- Antenas de telefonía aisladas de la red.
- Señalización y comunicaciones.

Estas instalaciones se emplean sobre todo en aquellos lugares en los que no se tiene acceso a la red eléctrica y resulta más económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea entre la red y el punto de consumo. La electricidad generada se destina a autoconsumo (Arellano, 2007; A. Moreno, 2016).

Las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas tienen la ventaja que no dependen de elementos externos para abastecerse de energía y el coste directo del kilovatio hora de energía es cero (Arellano, 2007).

Por otro lado, tienen ciertos inconvenientes. La desventaja principal de este tipo de fuente de energía renovable es la dependencia de la variación de la radiación solar recibida. La radiación solar que recibirá el panel fotovoltaico depende del horario solar, de la inclinación del sol en las diferentes horas del día y en las diferentes horas del año y de la climatología. Aunque las horas solares de radiación se pueden calcular, no es posible determinar con certeza la cantidad de horas y de días nublados, aunque este valor puede ser estimado utilizando datos estadísticos (M. Alonso, 2011; M. R. U. Z. Moreno & Formativos, 2011).

A diferencia de las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red, hay que prever un sistema de acumulación de energía para poderla usar en aquellas horas que los paneles fotovoltaicos no generan electricidad porque no reciben radiación. Las instalaciones conectadas a la red no tienen este inconveniente ya que el sobrante de energía se puede suministrar a la red eléctrica genera y abastecerse de ella cuando sea necesario (Cheng et al., 2020; Ladino, 2011).

Además de los elementos comunes de las instalaciones solares fotovoltaicas, hay una serie de elementos que son completamente necesarios para el funcionamiento de este tipo de instalaciones (Education, 2012; López Ruiz, 2015):

- Los acumuladores de energía eléctrica.
- Los reguladores de carga.
- Los inversores de corriente continua a corriente alterna.

Los acumuladores de energía eléctrica, que son los encargados de almacenar la energía que van generando las placas fotovoltaicas en los momentos de bajo consumo para que se puedan utilizar en los momentos de demanda energética. Generalmente se trata de baterías, aunque existen algunas instalaciones donde se mezcla la energía solar con la energía hidráulica y se aprovecha la energía generada en los paneles solares para accionar una bomba y subir agua a cierta altura. El agua a cierta altura tiene energía potencial que puede ser convertida de nuevo en energía eléctrica al accionar las turbinas (Adenle, 2020; P. J. Axaopoulos & Fylladitakis, 2014; Education, 2012).

Los reguladores de carga son los encargados de que tanto en el proceso de carga como en el de descarga de los acumuladores, en este caso las baterías, estén siempre dentro de las condiciones correctas de funcionamiento (López Ruiz, 2015; Platonova, Toropov, & Tulikov, 2019).

Los inversores son los encargados de convertir la energía en forma de corriente continua que se obtiene en el panel solar a corriente alterna. Debido a que los paneles solares fotovoltaicos generan electricidad en corriente continua y que la mayoría de los aparatos eléctricos que vamos a utilizar requieren que la entrada de corriente sea en corriente alterna necesitaremos convertir la corriente continua generada en corriente alterna (Heo & Park, 2018; Vegas Portero, 2009).

La configuración básica de las instalaciones aisladas de la red eléctrica está compuesta por el generador fotovoltaico, un regulador de carga y una batería. La batería es el elemento encargado de acumular la energía entregada por los paneles durante las horas de mayor radiación para su aprovechamiento durante las horas de baja o nula insolación. El regulador de carga controla la carga de la batería evitando que se produzcan sobrecargas o descargas excesivas que disminuyen su vida útil. Con esta configuración el consumo se produce en corriente continua (Manzano, Peña-ortiz, Guevara, & Ríos, 2014; A. Moreno, 2016).

Otra configuración básica es el bombeo solar, compuesto por los paneles, un pequeño equipo y la bomba, en el que se bombea agua cuando hay sol y no necesitando baterías (Abella et al., 2017; Montoya Rasero, 2006). La configuración más utilizada en viviendas es la compuesta por el generador fotovoltaico, regulador de carga, baterías e inversor (Çelik et al., 2018; H. Zhang et al., 2020).

Para el cálculo de este tipo de instalaciones, los criterios de diseño son diferentes. En las instalaciones conectadas a red, se intenta maximizar la producción anual, orientando al sur y con la inclinación más favorable. En cambio, para las instalaciones aisladas, el criterio debe ser para que produzca al máximo en el mes más desfavorable, diciembre, y así el resto del año tendrá como mínimo la energía calculada para el peor mes, cubriendo siempre las necesidades (P. J. Axaopoulos & Fylladitakis, 2014; Shahsavari & Akbari, 2018).

2.2. Factores que Inciden en la Generación Eléctrica Fotovoltaica

2.2.1. Geometría Solar

2.2.1.1. Latitud y Longitud

Para localizar un punto en la superficie terrestre es necesario dos coordenadas. La **Longitud** que es la distancia medida en grados, desde el punto hasta el meridiano 0° (Greenwich). Si se especifica longitud E, es al Este de Greenwich y si se especifica longitud O, es al oeste de Greenwich. La **Latitud** que es la distancia también en grados, desde el punto hasta el paralelo del Ecuador. Si latitud N hablamos del Hemisferio Norte y latitud S del Hemisferio Sur (Axaopulos, 2015; Freixanet, 2015).

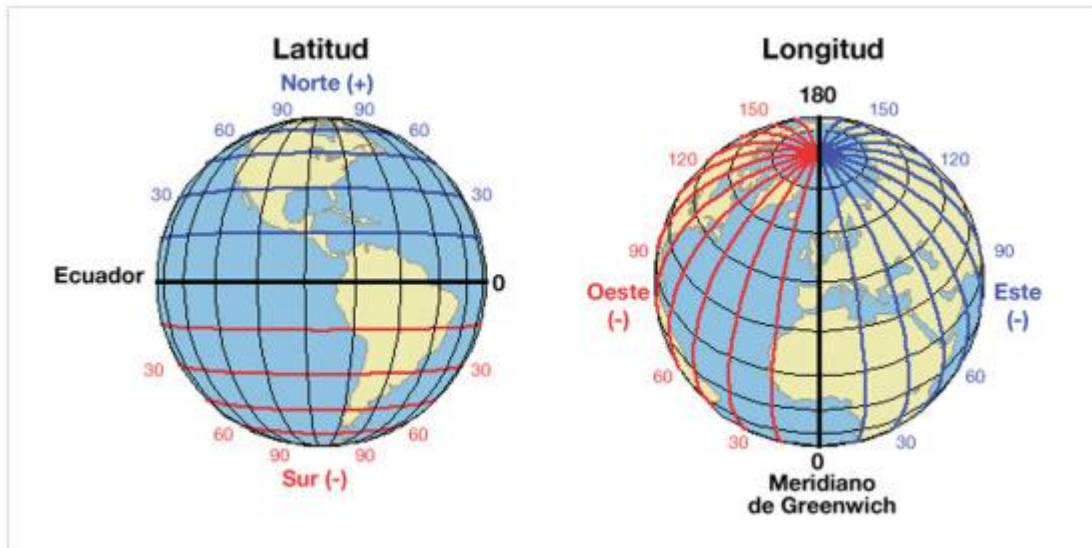


Ilustración 7. Componentes de Coordenadas Geográficas.

Fuente: (Freixanet, 2015)

2.2.1.2. Rotación y Traslación

El movimiento de **Rotación** se realiza con el movimiento de Tierra que gira sobre sí misma con el eje inclinado, dando una vuelta completa de Oeste a Este, cada 24h, aproximadamente 23 h y 56 min. El ángulo formado por el eje de rotación y el plano de la eclíptica permanece constante a lo largo del año y su inclinación es de $23,5^\circ$. El ángulo de inclinación entre la línea Sol Tierra y el ecuador terrestre, se llama declinación solar y su valor varía a lo largo del año (Barriga et al., 2014; Jutglar, 2004).

2.2.1.3. Ángulos Solares

La posición del sol con respecto a un punto fijo en la tierra siempre va cambiando de acuerdo con la época del año en la que se encuentre, por lo que es necesario tener presente la trayectoria solar para el cálculo de la producción energética en una instalación solar. Esta posición puede representarse en base a tres ángulos que forma el sol respecto a la tierra (Axaopulos, 2015; Barriga et al., 2014):

- ✓ Ángulo horario. - comprendido entre el plano meridiano que pasa por un punto considerado y el plano meridiano que pasa por el sol, su valor depende de la hora del día.
- ✓ Ángulo de altitud solar. - es el ángulo formado entre la horizontal y la dirección del sol, es decir, el ángulo de altitud solar corresponde al complemento del ángulo cenit.

- ✓ Ángulo de acimut. - corresponde al ángulo formado entre la dirección norte-sur y la proyección en el plano horizontal de la recta normal a la superficie terrestre.
- ✓ Ángulo de cenit. - es el ángulo formado entre la vertical a un observador local y el rayo de la componente directa de la radiación.

Para conocer la posición del sol se utilizan dos coordenadas horizontales, el ángulo de acimut y el ángulo de la altura. Estos dos valores dependen de la posición del observador y varían para un observador situado en otro punto de la tierra, estas dos coordenadas, son coordenadas locales (Axaopulos, 2015; Freixanet, 2015; Scarpa, Marchitto, & Tagliafico, 2017).

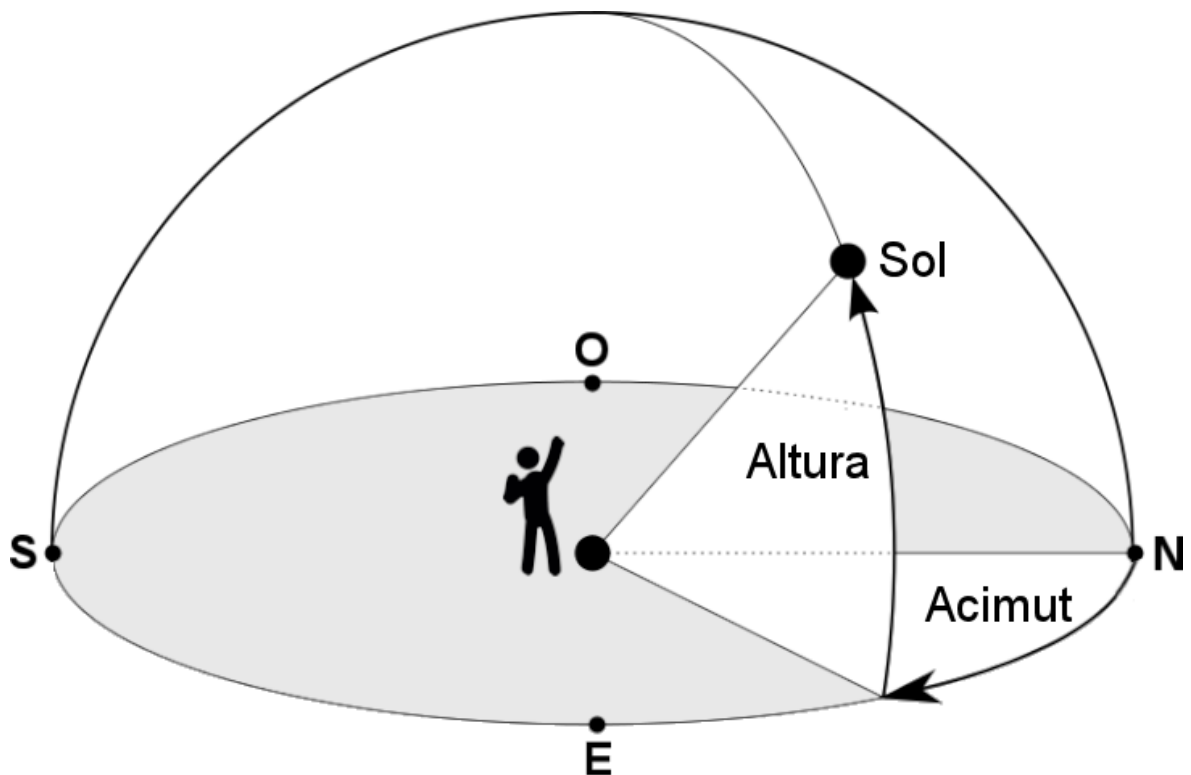


Ilustración 8. Ángulos Solares
Fuente: (Axaopulos, 2015)

2.2.2. Irradiancia

El Sol es la fuerza impulsora fundamental de la energía en el sistema climático de la Tierra. Es de crucial importancia comprender completamente las condiciones de su llegada a la cima de la atmósfera y su transformación a través de la tierra. La cantidad de energía solar disponible por unidad de área se conoce como irradiancia. La irradiancia es un término radiométrico para el poder de la radiación

electromagnética en una superficie, por unidad de área. Se utiliza cuando la radiación electromagnética incide en la superficie. La irradiancia fluctúa según el clima y la ubicación del sol en el cielo. Esta ubicación cambia constantemente durante el día debido a cambios tanto en el ángulo de altitud del sol como en su ángulo de acimut o brújula (David Tan, 2011; Perpiñan, 2015).

2.2.3. Irradiación

Se define irradiación solar, también llamada insolación, a la energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, obtenida por la integración de la irradiancia durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora o un día. Se expresa en MJ/m² o kWh/m² (David Tan, 2011; Jutglar, 2004).

2.2.4. Radiación Solar Incidente sobre una superficie Horizontal

En la forma de cómo llega la radiación solar en una superficie se pueden definir varios tipos de radiación (Katiyar & Pandey, 2013; Mohanty et al., 2016).

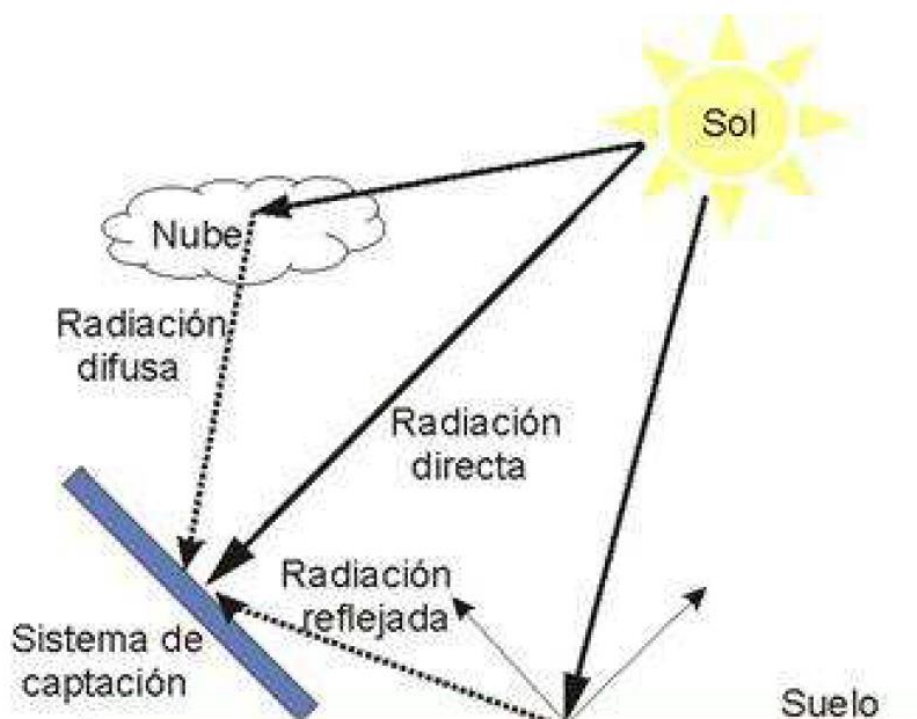


Ilustración 9. Radiación Solar

Fuente: (Vegas Portero, 2009)

2.2.4.1. Radiación Directa

Es aquella que procede directamente del sol e incide sobre la superficie sin cambiar de dirección, excepto la debida refracción atmosférica. Es una radiación que proviene de una dirección claramente definida (Jutglar, 2004).

2.2.4.2. Radiación Difusa

Es aquella parte de radiación solar que, por choques sucesivos con moléculas y partículas contenidas en el aire, se ha difundido al atravesar la atmósfera. Es una radiación que procede de toda bóveda de cielo visible desde la superficie, no es direccional y puede considerarse que su distribución es casi uniforme para todo el hemisferio celeste (Jutglar, 2004).

2.2.4.3. Radiación Albedo

Es aquella radiación que llega a la superficie considerada, después de haberse reflejado en las superficies del entorno. Dado que el entorno no es uniforme, esta radiación, que procede de las dos anteriores tampoco es claramente direccional (Jutglar, 2004).

2.2.4.4. Radiación Global

La radiación global es la irradiancia total del sol sobre una superficie horizontal en la Tierra. Es la suma de la radiación directa, después de tener en cuenta el ángulo cenital solar del Sol, la radiación horizontal difusa y la radiación de albedo (Jutglar, 2004).

2.3. Participación de la Generación Termoeléctrica y Fotovoltaica frente al cambio climático

2.3.1. Impacto ambiental debido al incremento de la concentración de GEI en la atmósfera

El efecto invernadero es el fenómeno que, en condiciones normales, permite la vida del planeta tierra tal y como la conocemos. Básicamente es el efecto por el cual el calor del sol que llega a la tierra no es rebotado de nuevo al espacio en su totalidad y permanece en cierto porcentaje, dando lugar a una temperatura ideal para la vida

del planeta tierra (Berrío-Monsalve, Botero-Botero, & Arango-Arango, 2015; Meteorológica et al., 2019).

La atmósfera terrestre y los gases que la conforman son la capa que retiene y devuelve de nuevo hacia la tierra, parte de ese calor que llega del sol; alcanza la superficie terrestre y vuelve a ser reflejado hacia el espacio. El término efecto invernadero se utiliza porque la atmósfera terrestre realiza un trabajo similar al que realizan las carpas de plástico en los huertos de los invernaderos (Berrío-Monsalve et al., 2015; EFE VERDE, 2019).

Por lo tanto, este efecto es beneficioso para la vida y, es más, sin él, ésta no sería posible. El problema ha surgido cuando, fruto de la actividad humana y del crecimiento industrial y social, la cantidad de gases en la atmósfera con propiedades para provocar este efecto invernadero han aumentado desproporcionadamente y en tiempos muy cortos. Al aumentar la proporción de gases de efecto invernadero por encima de las concentraciones normales, el efecto invernadero natural terrestre se ha multiplicado, dando lugar a un fenómeno perjudicial (Szulejko, Kumar, Deep, & Kim, 2017; Trespalacios, Blanquicett, & Carrillo, 2018).

Esta mayor cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera puede tener consecuencias diversas y discutibles, pero principalmente puede conducir a un aumento de la temperatura global terrestre y desencadenar efectos de colapsos en las corrientes marinas, en los movimientos atmosféricos y en las dinámicas terrestres en general, dando lugar a consecuencias finales difícilmente cuantificables y predecibles siendo las más relevantes: aumento del nivel del mar, extinción de especies, cambio climático y acidificación del océano. Cuando el efecto invernadero se convierte en un fenómeno con consecuencias negativas para la vida planetaria, se suele hablar de cambio climático (MAE, 2003; Szulejko et al., 2017).

Sin embargo, históricamente se han producido cambios climáticos que no se encuentran relacionados con las actividades antropogénicas, como el paso del periodo glacial al periodo interglacial, en el que ahora mismo nos encontramos. La

diferencia de lo que ocurre ahora, con lo que ha venido ocurriendo a lo largo de los tiempos geológicos, es que el cambio está siendo precipitado en un periodo muy corto de tiempo. Actualmente ya no se produce el cambio climático sólo de forma natural, sino que está siendo provocado por un aumento de los gases de efecto invernadero, procedentes de las actividades humanas (Berrío-Monsalve et al., 2015; Poch Ambiental para CNE, 2015).

La definición de cambio climático responde a la alteración de los patrones de comportamiento del clima en comparación a las tendencias climáticas históricas. Estos cambios en los patrones pueden darse sobre todos los parámetros climáticos como: temperatura, precipitación, estaciones, nubosidad, irradiación, entre otros; y generarse en escalas diversas de tiempo, pudiendo ser causados por causas naturales o antropogénicas. En la actualidad, este término suele utilizarse para referirse a los cambios sobre el clima generados a consecuencia de la acción del hombre, asociándose al concepto de calentamiento global. Este concepto se refiere al fenómeno de aumento de la temperatura media global sobre la superficie terrestre desde la época industrial (Ministerio del Ambiente, 2017; Poch Ambiental para CNE, 2015).

El término calentamiento global está íntimamente relacionado con el de efecto invernadero y los gases que lo generan. El término efecto invernadero conlleva a menudo connotaciones negativas puesto que incorrectamente se asocia al calentamiento global de origen antropogénico (Szulejko et al., 2017).

Las capas superiores de la atmósfera están compuestas por ciertos gases, principalmente CO₂, denominados gases de efecto invernadero (GEI) que absorben parte de la energía emitida por el suelo, como consecuencia de haber sido calentada por la radiación procedente del sol. Sin este efecto, las temperaturas sobre la superficie del planeta caerían alrededor de 30 °C (EFE VERDE, 2019; Szulejko et al., 2017).

El problema que preocupa actualmente a la comunidad científica está relacionado con el aumento de las concentraciones de estos gases en la atmósfera por encima

de los valores considerados como normales de acuerdo con el comportamiento natural y que generan un incremento en la temperatura superior al previsto (Szulejko et al., 2017).

El máximo organismo científico competente en materia de análisis del cambio climático, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), ha determinado la existencia de un fenómeno de calentamiento actual del sistema climático por encima de las tasas consideradas como naturales. Dicho calentamiento está afectando la estabilidad de los ecosistemas naturales provocando fenómenos como el aumento de la temperatura media del aire y de las masas de agua de los océanos, el derretimiento generalizado de los depósitos de hielo y nieve, así como la elevación del nivel medio del mar (Edenhofer, Pichs-Madruga, & Sokono, 2014; Poch Ambiental para CNE, 2015).

La principal causa de este incremento del calentamiento global se encuentra en el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) derivada del aumento en el uso de los combustibles fósiles como resultado de las actividades humanas desde el inicio de la era industrial, alrededor del año 1750 (Haro & Oscullo, 2009; Le, Le, & Taghizadeh-Hesary, 2020).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático define este fenómeno como: "*Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada en períodos comparativos*" (Poch Ambiental para CNE, 2015; Trespalacios et al., 2018).

Se calcula que el nivel actual de las concentraciones de gases de efecto invernadero es de aproximadamente 430 partes por millón (ppm) de CO₂, valor cercano al doble de la concentración existente en la época preindustrial. Se estima que estos cambios en las concentraciones han generado un incremento en la temperatura media planetaria de 0.5 ° C, y resultará en un calentamiento adicional de 0.5 ° C en las próximas décadas, como resultado de la inercia térmica. Son cinco, los gases de origen humano que contribuyen en mayor medida, hasta un 95 % del

total en conjunto, al aumento del calentamiento global (Haro & Oscullo, 2009; Meteorológica et al., 2019; Szulejko et al., 2017).

El dióxido de carbono es responsable del 53% del nivel de calentamiento global. Es resultado de procesos como el empleo de combustibles, la deforestación o la producción de cementos y otros bienes. Su permanencia en la atmósfera varía, pero es muy alta, en cualquier caso, el 80 % dura hasta 200 años y el 20% restante puede tardar hasta 30.000 años en desaparecer (EFE VERDE, 2019; Haro & Oscullo, 2009).

El metano es el siguiente de los gases de efecto invernadero que mayor incidencia tiene en el calentamiento global, responsable del 15% aproximadamente. Está provocado por actividades como la ganadería, la agricultura, el tratamiento de aguas residuales, la distribución de gas natural y petróleo, la minería del carbón, el empleo de combustibles y también emana de los vertederos de desechos sólidos municipales. Tiene una permanencia promedio en la atmósfera de 12 años (EFE VERDE, 2019; Haro & Oscullo, 2009).

Los compuestos halogenados como los CFCs, HCFCs, HFCs, PFCs, SF₆ y NF₃ son responsables del 11 % del calentamiento global y son emitidos a raíz de la producción química para diversos sectores, tales como la refrigeración y climatización, eléctrico y electrónico, médico y metalúrgico. Dependiendo de qué tipo de compuesto sea, su duración en la atmósfera varía desde unos pocos meses hasta decenas de miles de años (EFE VERDE, 2019; Haro & Oscullo, 2009).

El ozono troposférico también tiene una incidencia del 11% en el calentamiento global. Es producto de la reacción entre los gases monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y compuestos orgánicos volátiles (COV), emitidos en la quema de combustibles. Su tiempo de permanencia en la atmósfera es muy corto, inferior a meses (EFE VERDE, 2019; Haro & Oscullo, 2009).

Por último, el óxido nitroso contribuye en un 11% al total del calentamiento global. Su emisión procede principalmente del uso de fertilizantes, el empleo de

combustibles fósiles, la producción química y el tratamiento de aguas residuales. Su permanencia en la atmósfera es larga ya que alcanza hasta los 114 años (EFE VERDE, 2019; Haro & Oscullo, 2009).

Como se ha indicado anteriormente, el principal gas causante del calentamiento global es el dióxido de carbono (CO₂) aunque no es el único participante; otros gases considerados como GEI son el óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), perfluorocarbonos (PFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆), siendo los dos primeros, los más importantes después del CO₂ (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2015; Szulejko et al., 2017).

El efecto de cada gas sobre el calentamiento global depende en primer lugar, de la concentración en la que se encuentre en la atmósfera, aunque también de su potencial de calentamiento global. A mayor potencial de calentamiento mayor efecto tiene el gas liberado en la atmósfera. Pese a ser el gas en mayor concentración en la atmósfera, el dióxido de carbono no es el gas con mayor potencial de calentamiento global, siendo éste el hexafluoruro de azufre (EFE VERDE, 2019; Haro & Oscullo, 2009).

A continuación, se presenta la Tabla 1, con los potenciales de calentamiento para cada gas GEI.

Tabla 1. Potenciales de calentamiento para cada gas de efecto invernadero.

Gas de efecto invernadero (GEI)	Potencial de calentamiento global
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano	21-23
Óxido nitroso	230-310
Perfluorocarbonos	5700-11900
Hidrofluorocarbonos	13000-14000
Hexafluoruro de azufre	23000

Fuente: (Vasco, 2013).

2.3.2. Factor de emisión de la generación termoeléctrica

La electricidad de manera tradicional se genera en parte por la combustión de recursos no renovables, como los combustibles fósiles como el carbón, diésel, bunker, gasolina, gas natural, gas licuado de petróleo, entre otros; que se utilizan típicamente en calderos, turbinas o motores de combustión interna. Los rendimientos energéticos, electricidad producida/ calor liberado de combustión, con tecnologías convencionales son bajos, y suelen variar entre 0.3 y 0.35. Nuevas tecnologías, como la cogeneración, generación de electricidad y aprovechamiento del calor de los gases de combustión, o de ciclo combinado, generación de electricidad y aprovechamiento del calor de los gases de combustión para generar una cantidad adicional de electricidad, presentan mejores rendimientos, con valores entre 0.4 y 0.55. El uso de combustibles fósiles para la generación de electricidad implica la emisión de contaminantes del aire y de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Debido al bajo rendimiento en la generación de electricidad, las tecnologías convencionales generan mayores emisiones en comparación con las nuevas tecnologías (Córdova-Suárez, Carrasco, Padilla, & Garcés-Sánchez, 2018; Haro & Oscullo, 2009).

A nivel mundial, la generación eléctrica es responsable de un porcentaje importante de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). En el año 2008, se generaron 19.1 PWh de electricidad, de los cuales el 67.2% fue producido mediante combustibles líquidos, gas natural y carbón; el 19.3% fue generado con fuentes renovables, y el 13.5% en centrales nucleares. Para el año 2035, se proyecta que la participación de combustibles líquidos, gas natural y carbón sea del 60.2%. Para el año 2010, se estimó la emisión mundial de CO₂ en 30.3 Gt; de las cuales, el 41% corresponde a la generación eléctrica y de calor. Por otra parte, las fuentes renovables, como las hidroeléctricas, biomasa, parques eólicos y fotovoltaicos, al igual que la energía nuclear, generan electricidad con una emisión mínima o nula de GEI, aunque presentan otros impactos o riesgos ambientales (Berrío-Monsalve et al., 2015; Parra Narváez, 2015).

Como paso previo al control de las emisiones de GEI asociadas al consumo eléctrico, tanto a nivel nacional, local, institucional o personal inclusive, se requiere

cuantificar previamente el factor de emisión eléctrico, que corresponde a cantidad de CO₂ que se emite a la atmósfera, por cada unidad de electricidad generada (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2015).

El factor de emisión de CO₂ es la unidad de masa estimada de CO₂ emitidas a la atmósfera por cada unidad de energía eléctrica generada. Este factor dependerá del combustible utilizado para la generación de electricidad. En la **Error! Reference source not found.** se presenta los factores de emisión de acuerdo con el combustible utilizado (Intergovernmental panel on climate change (IPCC), 2019; MAE, CENACE, & CONELEC, 2012; Rypdal & Paciornik, 2006; UNFCCC, 2018):

Tabla 2. Factores de emisión por los combustibles utilizados para generación eléctrica.

Combustible	FE [Kg CO ₂ /TJ]
Fuel Oil 4	75500
Diésel	72600
Gas Natural	54300
Nafta	69300
Fuel Oil 6	73300
Bunker	73300

Fuente: (MAE et al., 2012).

2.3.3. Ciclo de vida de los paneles solares fotovoltaicos y su factor contaminante

Un balance integral de CO₂ dentro del ciclo de vida de un sistema de energía fotovoltaica requiere un examen cuidadoso de los sumideros y fuentes de CO₂ en los lugares y bajo las condiciones de producción de cada componente, durante el transporte, instalación y operación, así como en el sitio de reciclaje. Cálculos del posible efecto sobre la reducción de CO₂ por sistemas de energía fotovoltaicas pueden ser incorrectos si los límites del sistema no se establecen lo suficientemente amplios y permanecen en un nivel nacional, como se puede encontrar en la literatura. En un trabajo realizado por *Krauter y Ruther (2004)* con ejemplos de Brasil y Alemania, se han derivado las reducciones efectivas de CO₂, considerando también posibles escenarios de intercambio para la producción y operación de los

sistemas fotovoltaicos considerando la intensidad del dióxido de carbono de las redes eléctricas locales. En el caso de Brasil, también las aplicaciones fuera de la red y el subsistema se examinan los grupos electrógenos diésel por fotovoltaica: la reducción de CO₂ puede alcanzar 26,805 kg / kW p en ese caso. Haciendo estos cálculos, las composiciones de las redes locales y su intensidad de CO₂ en el momento de la inyección de la red FV debe tenerse en cuenta. También los posibles cambios de la mezcla de generación de combustible en el futuro deben considerarse: durante el tiempo de operación de un sistema PV, se podrían instalar diferentes tipos de plantas de energía que podrían cambiar la intensidad de CO₂ de la red (Krauter & Rüther, 2004; Nugent & Sovacool, 2014).

Varios autores han discutido los requerimientos energéticos para la producción de sistemas de conversión de energía solar fotovoltaica (PV) y su tiempo de recuperación de energía. Algunas publicaciones también mencionan la reducción de las emisiones de CO₂ mediante el uso de sistemas PV para sustituir grupos electrógenos convencionales de energía. Sistema de fronteras en el análisis del ciclo de vida (ACV) de los sistemas energéticos se establece a menudo en las fronteras nacionales. Estos resultados pueden ser útiles para mejorar el equilibrio nacional de CO₂ antepasados, pero a menudo no se encontrarán con inquietudes sobre las medidas adecuadas para reducir el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera de la tierra a escala global (Fthenakis, Hyung, & Alsema, 2008; Gazbour, Razongles, Schaeffer, & Charbuillet, 2017; Krauter & Rüther, 2004).

Con muy pocas excepciones, todos los saldos de CO₂ están descuidando el hecho de que las ubicaciones de producción, de operación y del reciclaje de un sistema FV rara vez es el mismo en un mercado global. Esto podría conducir a vastas desviaciones de los cálculos del efecto real de PV en la reducción de gases de invernadero (Fthenakis et al., 2008; Krauter & Rüther, 2004; Liu & van den Bergh, 2020).

Las emisiones de CO₂ dependen mucho de las plantas de energía nuclear, hidroeléctrica o termoeléctrica, produciendo electricidad para operar instalaciones de producción de PV y componentes del sistema. La intensidad de CO₂ de las

centrales eléctricas y de las redes eléctricas nacionales puede variar considerablemente entre 17 y 1140 g de CO₂ / kWh, como se puede ver en la Tabla 3 donde se ofrece una visión general de los requisitos de energía primaria y el resultado emisiones de CO₂ de diferentes materiales en Alemania. Como se puede ver, el reciclaje tiene un efecto principal sobre el requerimiento de energía y la emisión de CO₂ de los materiales. Para aluminio, el ahorro puede alcanzar el 95%, mientras que el aluminio reciclado requiere menos energía que el acero nuevo (Gazbour et al., 2017; Krauter & Rüter, 2004; Liu & van den Bergh, 2020; Sherwani, Usmani, & Varun, 2010).

Tabla 3. Materiales usados para la producción de plantas fotovoltaicas en Alemania, su energía requerida y emisiones generadas.

Material	Energy requirements (kWh _{prim} /kg)	CO ₂ emissions (kg/kg)	References
Aluminum (new) ^a	53.0–245.0	15.1–18.8	Umweltbundesamt [30], Mauch [23]
Aluminum (50% recycled)	31.4	6.7	Kaltschmitt and Wiese [17]
Aluminum (100% recycled)	3.3–5.6		Czichos [24] Alsema [1,2]
Concrete	0.17	0.14	Hantsche [25]
Copper (new)	26.4		Wagner [26]
Copper (40% recycled)	24.6	5.08	Kaltschmitt and Wiese [17]
Copper (100% recycled)	7.2		Wagner [26]
EVA	20.8		Alsema [1,2], valid for USA
Glass (new)	4.1	0.54	Hantsche [25]
Glass (100% recycled)	1.0		German Government [16]
PVT (Tedlar [®])	31.9		Alsema [1,2], valid for USA
Steel (new)	8.3	3.0	Kaltschmitt and Wiese [17]
Steel (40% recycled)	5.6	1.7	Kaltschmitt and Wiese [17]
Steel (100% recycled)	2.8–5.0		Czichos [24]

^a Due to a large participation of hydropower in the energy mix of the main aluminum (new) processing countries, such as Norway and Iceland, the definition of the primary energy consumption for production becomes difficult. Czichos [24] is therefore giving energy requirements of just 44–67 kWh/kg of new aluminium, probably not considering the (rather theoretical) conversion to primary energy requirements. The value of 18.8 kg/kg of CO₂ emissions for new aluminium includes all greenhouse gases [30].

Fuente: (Krauter & Rüter, 2004).

La Tabla 4 muestra los requisitos de energía para fabricar módulos fotovoltaicos y presenta las emisiones de CO₂ resultantes para Alemania y Brasil. El uso de módulos fotovoltaicos basados en la tecnología de película delgada no se pudo considerar, debido a los datos disponibles no se mantuvo la separación entre la energía térmica y eléctrica utilizada, que es esencial para calcular las emisiones específicas de dióxido de carbono. Además de la energía requerida en el proceso de producción, la demanda de construcción, las instalaciones de producción deben

considerarse como un bien (Asdrubali, Baldinelli, D'Alessandro, & Scrucca, 2015; Desideri, Proietti, Zepparelli, Sdringola, & Bini, 2012; Sherwani et al., 2010).

Tabla 4. Consumo de energía por sector y emisiones generadas en la producción de módulos fotovoltaicos.

Type	Electricity		Fuels		Non-energetic consumption		
Type of PV	Energy (kWh _{el} /kW _p)	CO ₂ in D (kg/kW _p)	CO ₂ in BR (kg/kW _p)	Energy (kWh _{prim} /kW _p)	CO ₂ (kg/kW _p)	Energy (kWh _{prim} /kW _p)	CO ₂ (kg/kW _p)
Mono-crystalline	5144	2726	360	1152	346	226	52.4
Multi-crystalline	2530	1341	177	1630	489	450	103.5

Fuente: (Krauter & Rüther, 2004).

La producción de energía eléctrica de un sistema fotovoltaico depende de la irradiancia solar local, ángulo de incidencia del sol, espectro de irradiancia, temperatura de funcionamiento y electricidad. En comparación con las condiciones de prueba estándar (STC) en las que se encuentran los módulos fotovoltaicos nominal, la potencia de salida real puede ser hasta un 40% menor, como se observó en Alemania en un programa de techos de 1000 PV, debido a estos factores. Krauter y Hanitsch describen un modelo para un análisis preciso de pérdidas y rendimiento (Krauter & Rüther, 2004; Li & Hao, 2017; Liu & van den Bergh, 2020).

Para comparar, en Alemania, donde la irradiación anual en Berlín en un plano inclinado óptimo es de 1050 kWh/m², el rendimiento de energía eléctrica para un sistema PV de 1 kW p está alrededor de 770 kWh. Mientras que en Río de Janeiro, la irradiancia anual es de 1750 kWh/m² y la salida de potencia eléctrica promedio de un sistema PV de 1 kW p es de aproximadamente 1138 kWh/m². Un problema correspondiente en cuanto a las diferentes ubicaciones de producción se produce en el sitio de aplicación. Por ejemplo, la sustitución de un pequeño generador diésel de 0.9–1.05 kW CO₂ / kWh por un sistema fotovoltaico podría evitar que se emitan 0,85–1 kW de CO₂ / kWh, mientras que sistema fotovoltaico conectado a la red de calibración en una red 'limpia' no contribuirá mucho a la reducción de CO₂, especialmente si se produjo un sistema fotovoltaico utilizando

electricidad de una red 'sucia'. En ese caso, el efecto en términos de CO₂ (Krauter & Rüter, 2004).

El reciclaje también tiene una influencia importante en el equilibrio, por ejemplo, el consumo de energía. La reducción del procesamiento de aluminio podría reducirse de 69.4 a 3.3-5.6 kWh / kW. Los números para el reciclaje de los sistemas fotovoltaicos utilizados aquí son estimaciones conservadoras (25%), la literatura menciona posibles ahorros de energía y emisiones de CO₂ en el vecindad del 70% (Krauter & Rüter, 2004).

La Tabla 5 muestra las emisiones específicas de dióxido de carbono de cada tipo de transporte. Se pueden observar niveles excepcionales de bajas emisiones para la carga marítima, incluso para largas distancias (Krauter & Rüter, 2004).

Tabla 5. Emisiones de CO₂ por tipo transporte de paneles fotovoltaicos.

Way of transportation	CO ₂ emissions per km and transported weight (g kg ⁻¹ km ⁻¹)	CO ₂ emissions per km and per transported kW _p (330 kg) of mono-crystalline PV power plants (g kg ⁻¹ km ⁻¹)	CO ₂ emissions per km and per transported kW _p (363 kg) of multi-crystalline PV power plants (g kg ⁻¹ km ⁻¹)
Transport (<3500 kg)	1.540	508.2	559.0
Truck (16 000 kg)	0.350	115.4	127.1
Train	0.050	16.5	18.5
Sea freighter	0.001	0.3	0.4

Fuente: (Krauter & Rüter, 2004).

La Tabla 6 presenta las emisiones de dióxido de carbono para un panel FV de 1 kW p sistema causado por el transporte nacional e internacional para el ejemplo de Brasil y Alemania debido a la menor eficiencia de los módulos fotovoltaicos multicristalinos, las emisiones específicas por transporte son más altas que para los módulos fotovoltaicos monocristalinos (Krauter & Rüter, 2004).

Tabla 6. Emisiones de CO₂ por Kw_p de panel fotovoltaico tipo mono-cristalino transportado desde fábrica hasta el lugar de operación (caso Alemania y Brasil).

Table 6

CO₂ emissions per transported kW_p of a mono-crystalline PV power plant for transportation between the location of production and operation (grid-connected)^a

CO ₂ emissions by transport	PV produced in Germany	PV produced in Brazil
PV plant operated in Germany	52.9 kg/kW _p	95.4 kg/kW _p
PV plant operated in Brazil	230.1 kg/kW _p	158.7 kg/kW _p

^a Reference data: weight of PV system based on m-Si: 330 kg/kW_p. PV inland transport in Germany: 350 km by truck: 40.4 kg CO₂/kW_p, 50 km by delivery van: 12.5 kg CO₂/kW_p. PV national transport in Brazil: 1050 km by truck: 121.2 kg CO₂/kW_p, 150 km by delivery van: 37.5 kg CO₂/kW_p, (autonomous off-grid systems: double for values transport, batteries are supplied locally). Oversea transport Germany–Brazil or vice versa: 10,000 km by cargo freighter: 31 kg CO₂/kW_p.

Fuente: (Krauter & Rüther, 2004).

Por lo tanto, se espera que los módulos basados en silicio amorfo causen un 50% más carga ambiental para el transporte. El efecto real del sistema fotovoltaico en términos de reducción neta de dióxido de carbono es el rendimiento eléctrico relacionado con la red local menos los requisitos de producción, menos las emisiones de transporte y más el valor para el reciclaje. Los resultados finales presentados por Krauter se presentan en la Tabla 7. Se puede ver que un efecto principal está relacionado con la 'suciedad' de la electricidad a ser sustituida por el sistema fotovoltaico. La fabricación en países con bajas emisiones específicas de dióxido de carbono es preferible en todos los casos. Por otro lado, la sustitución de una cuadrícula relativamente sucia permite una reducción de hasta 10,1 toneladas de CO₂ por kW_p o PV instalado (Aman et al., 2015; Gazbour et al., 2017; Krauter & Rüther, 2004; Louwen, Van Sark, Faaij, & Schropp, 2016; Nugent & Sovacool, 2014).

Tabla 7. Emisiones de CO₂ en la producción de energía eléctrica por varios tipos de módulos fotovoltaicos.

Solar cell technology	CO ₂ in g/kWh _{el}	SO ₂ and NO _x
Mono-crystalline silicon 1997	75	0.3
Amorphous silicon 1997	44	0.2
Multi-crystalline silicon 1999	60	
Amorphous silicon 1999	50	
Mono-crystalline silicon 2010 (estimation)	30	0.1
Amorphous silicon 2010 (estimation)	11	0.04

Fuente: (Krauter & Rüther, 2004).

De acuerdo con la estructura propia de un análisis de ciclo de vida, se puede bosquejar el proceso específico para los paneles fotovoltaicos tal como se muestra en la Ilustración 10 (Liu & van den Bergh, 2020; Turconi, Boldrin, & Astrup, 2013).

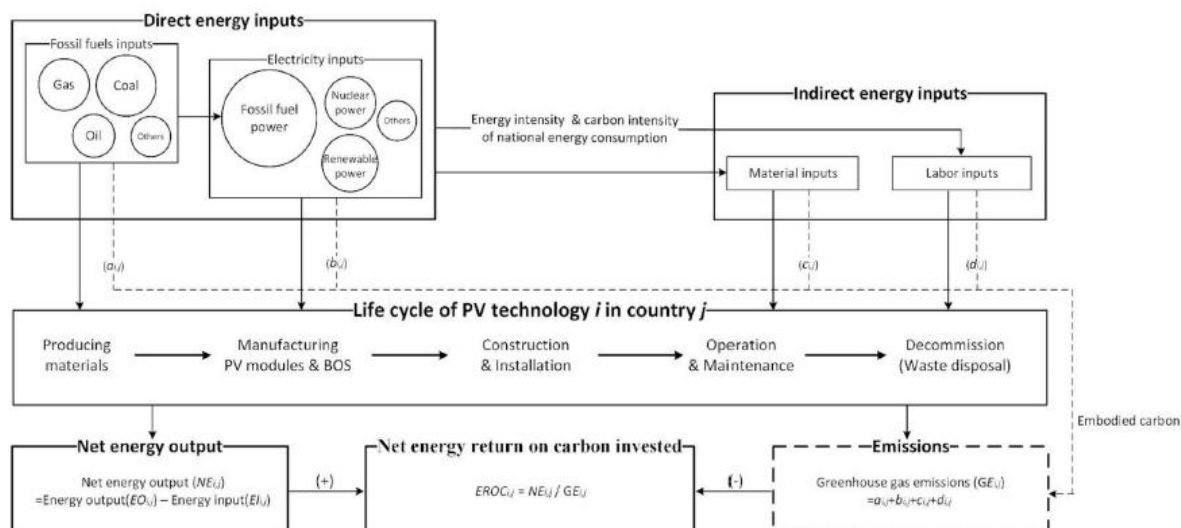


Ilustración 10. Visión general del ciclo de vida de los módulos fotovoltaicos.

Fuente: (Liu & van den Bergh, 2020).

Los estudios de ACV revisados sobre PV solar incluyeron datos de GEI, especificado para fases individuales del ciclo de vida. Las emisiones de NO_x y SO_2 se consideraron en los estudios. Los factores de emisión para GEI mostraron una alta variabilidad, un orden de magnitud, 13-130 $\text{kg CO}_{2\text{eq}} / \text{MWh}$, principalmente debido a las condiciones locales, como la fuente de electricidad utilizada durante la fabricación, la tipología de paneles y las condiciones climáticas donde los paneles fueron instalados. Un estudio (Nugent & Sovacool, 2014) mostró cómo emisiones de GEI de la tecnología fotovoltaica producida en diferentes países diferirían entre sí debido a la entrada de electricidad al proceso de manufactura. Se puede explicar una ocurrencia similar para emisiones de NO_x y SO_2 . Por ejemplo, los factores de emisión varían de 0.15–0.18 $\text{kg NO}_x / \text{MWh}$ y 0.12–0.15 $\text{kg SO}_2 / \text{MWh}$ en el sur Europa a 0.34 $\text{kg NO}_x / \text{MWh}$ y 0.29 $\text{kg SO}_2 / \text{MWh}$ en Alemania, para las emisiones de NO_x y SO_2 , respectivamente. Utilizando input/output analysis (IOA), han estimado factores de emisión en el rango de 100–190 $\text{kg CO}_2\text{-eq} / \text{MWh}$, 0.20–0.40 $\text{kg NO}_x / \text{MWh}$ y 0.13–0.26 $\text{kg SO}_2 / \text{MWh}$. Estas emisiones son ligeramente más altas que las estimadas utilizando process chain analysis (PCA),

pero en este caso no se observaron las diferencias significativas entre los resultados de IOA y PCA que se destacan en la energía nuclear. Factores de emisión reportados en estudios previos estuvieron en el rango de 40–160 kg de CO_{2eq} / MWh (Fthenakis et al., 2008; Gazbour et al., 2017; Krauter & Rüter, 2004; Liu & van den Bergh, 2020; Turconi et al., 2013).

2.4. Marco regulatorio e incentivos en el Ecuador para promover la generación eléctrica fotovoltaica

La reducción de los costos de la infraestructura solar es una de las principales razones de su crecimiento mundial. En Ecuador, se requiere realizar reajustes al marco jurídico que incentive la instalación de pequeños emprendimientos solares fotovoltaicos, de clientes del servicio eléctrico, conectados a las redes de distribución de baja tensión para consumo propio, y los excedentes sean inyectados a la red. Se plantean tres modelos de negocios para la microgeneración distribuida fotovoltaica, mismos que consideran dos sistemas de medición aplicables: el primero denominado *net-metering* donde se determina el valor neto de la energía, diferencia entre la inyectada a la red y la consumida. El segundo conocido como Feed-inTariff (FIT) donde se determina la energía inyectada a la red a un precio especial como incentivo. El costo de la energía producida por un sistema fotovoltaico en el Ecuador es de USD/kWh 0,1342 con la tasa de descuento del 7 %, el Factor de Capacidad (CF) = 15 %, mientras que con la tasa de descuento del 10%, CF = 20 % el costo de la energía alcanza a USD/kWh 0,1229, valores que no contemplan el banco de baterías, ni los terrenos. Estos valores son cada vez más competitivos en relación con las fuentes renovables no convencionales (Guasumba Toaquiza & Briceño Mosquera, 2017; Joaquín, 2013; Memar, Moazzami, Shahinzadeh, & Fadaei, 2017; Muñoz-Vizhñay, Rojas-Moncayo, & Barreto-Calle, 2018).

Básicamente, la generación de energía eléctrica en el Ecuador consta de dos fuentes principales, como lo son la generación hidroeléctrica y la termoeléctricas, las cuales representan el 99% del total de la energía generada. Las mismas causan un impacto ambiental alto, la primera en su etapa de construcción y la otra en su etapa de operación, el análisis puntual de las termoeléctricas es la cantidad de CO₂

emitido a la atmósfera cuando están generando electricidad. Ecuador a pesar de los proyectos ejecutados en los últimos tiempos, sigue dependiendo de la generación termoeléctrica lo cual implica un costo alto al utilizar combustibles y el impacto ambiental que este significa (ARCONEL Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2015; Becker, Demski, Evensen, & Pidgeon, 2019; Muñoz-Vizhñay et al., 2018).

Para tener una visión más clara de la situación del país, en la Ilustración 11 se presenta su matriz energética al año 2018, así como la potencia instalada por tipo de fuente presentado en la Tabla 8 (ARCONEL, 2019).

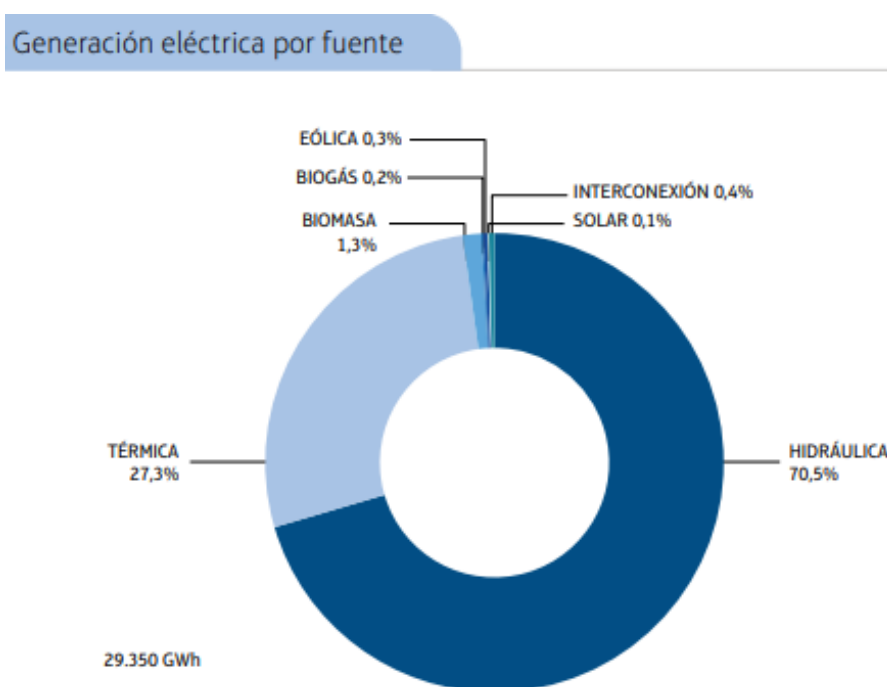


Ilustración 11. Generación eléctrica por tipo de fuente, Ecuador 2018.

Fuente: (ARCONEL, 2019).

Tabla 8. Potencia nominal y efectiva por tipo de fuente, Ecuador 2018.

Tipo Fuente	Tipo de Central	Tipo de Unidad	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva	
				(MW)	%
Renovable	Hidráulica	Hidráulica	5.066,40	5.036,43	62,58
	Biomasa	Turbovapor	144,30	136,40	1,69
	Fotovoltaica	Fotovoltaica	27,63	26,74	0,33
	Eólica	Eólica	21,15	21,15	0,26
	Biogás	MCI	7,26	6,50	0,08
Total Renovable			5.266,74	5.227,22	64,95
No Renovable	Térmica	MCI	2.011,44	1.613,60	20,05
		Turbogás	921,85	775,55	9,64
		Turbovapor	461,87	431,74	5,36
Total No Renovable			3.395,15	2.820,89	35,05
Total general			8.661,90	8.048,11	100,00

Fuente: (ARCONEL, 2019).

La Ilustración 12 presenta la potencia efectiva por tipo de fuente, la cual fue 8.048,11 MW; en la misma se destaca la participación mayoritaria de las centrales hidráulicas, con 5.036,43 MW, correspondiente a 62,58%, respecto al total de potencia efectiva a nivel nacional. Por otro lado, están las centrales térmicas no renovables, dentro de las cuales las de motor de combustión interna (MCI) tienen la mayor participación, esto es 1.613,60 MW que corresponde a un 20,05 % en relación con el total nacional (ARCONEL, 2019; Ministerio de Energía y Recursos Renovables, 2017).

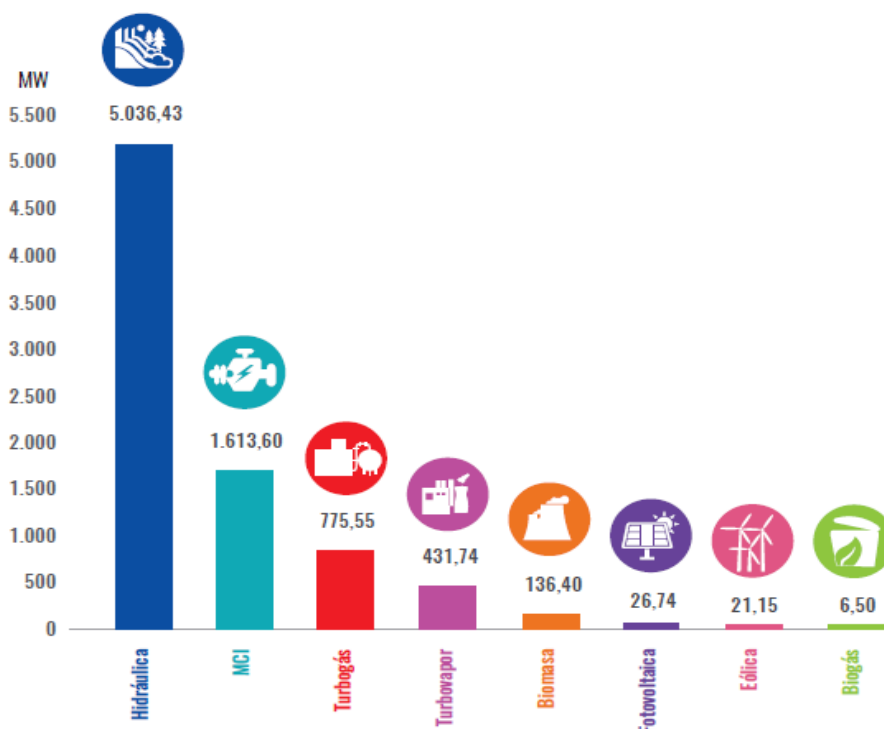


Ilustración 12. Potencia efectiva por tipo de central (Mw), Ecuador 2018.

Fuente: (ARCONEL, 2019).

Respecto a la generación, a través de fuentes de energía renovables, la Ilustración 13 muestra la situación del país con el porcentaje de aporte de cada tipo de energía utilizada para la generación eléctrica (ARCONEL, 2019).

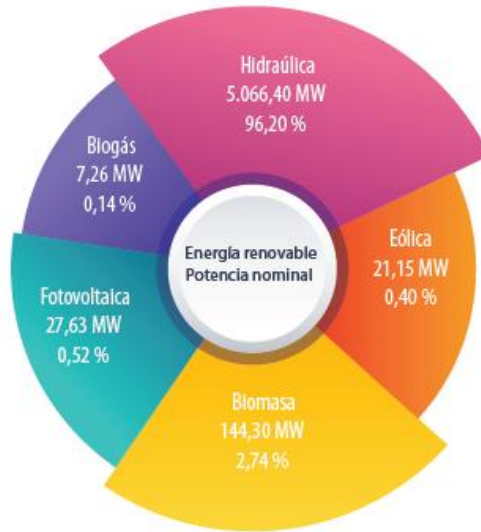


Ilustración 13. Potencia nominal de centrales de generación con fuentes de energía renovable, Ecuador 2018.

Fuente: (ARCONEL, 2019).

A continuación, en la Ilustración 14, se presenta el consumo promedio de combustible para la generación de energía eléctrica en el país (ARCONEL, 2019).

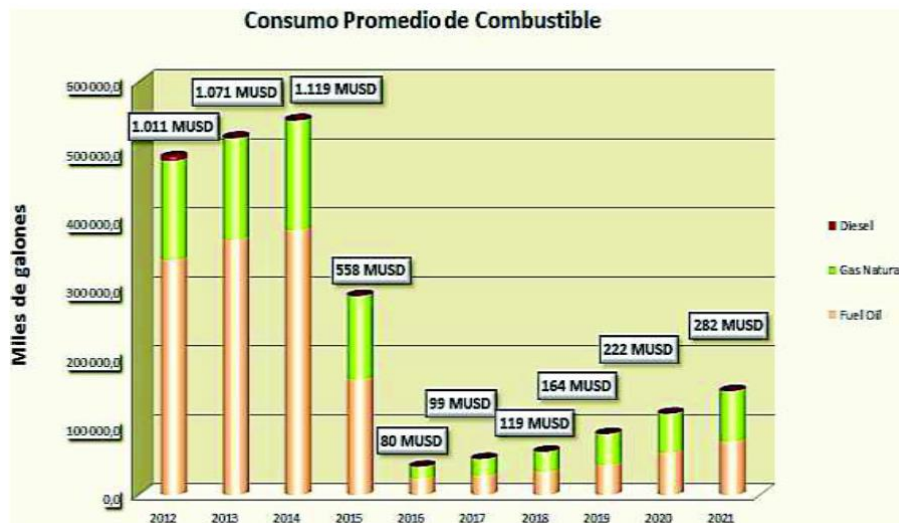


Ilustración 14. Consumo promedio anual de combustible usado para generación eléctrica en Ecuador

Fuente: (ARCONEL, 2019)

2.4.1. Marco Regulatorio y Normativo Vigente en el Ecuador

En esta sección, se citan los textos constitucionales, legales, reglamentarios y regulatorios que motivan el desarrollo de una regulación sobre generación fotovoltaica y distribuida. Además, establecen las responsabilidades generales que tienen las instituciones y empresas del sector eléctrico y ambiental para el desarrollo de la actividad de generación y, abordan los aspectos específicos sobre la generación distribuida (ARCONEL Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2015).

La Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial Nro. 449 de 20 de octubre de 2008, respecto al servicio público de energía eléctrica, establece lo siguiente (Asamblea Nacional Constituyente, 2008):

- El artículo 15 dispone que el Estado promoverá en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.
- El artículo 413 de la Constitución de la República establece que el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.
- El artículo 313 señala que el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Además, indica que se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas.
- El artículo 314, dicta que el Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos, entre otros, el de energía eléctrica, y que además, debe garantizar que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad,

universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. El Estado dispondrá que los precios y tarifas de los servicios públicos sean equitativos, y establecerá su control y regulación.

- El artículo 316 establece que, el Estado podrá delegar la participación en los sectores estratégicos y servicios públicos a empresas mixtas en las cuales tenga mayoría accionaria, y que podrá de forma excepcional, delegar a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria, el ejercicio de estas actividades, en los casos que establezca la ley.
- El artículo 413 dispone que el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

El Código Orgánico del Ambiente, publicado en el Registro Oficial Suplemento 983 de 12 de abril de 2017, en su artículo 5 establece que el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende: "... 8) El desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías alternativas no contaminantes, renovables, diversificadas y de bajo impacto ambiental";

Considerando el citado marco jurídico con relación a la estructura institucional y empresarial del sector eléctrico, y la participación de la generación en el sector eléctrico ecuatoriano dentro de esta estructura, corresponde (ARCONEL, 2018):

- Al MERNNR, otorgar y extinguir los Títulos Habilitantes para las actividades de generación de energía eléctrica.
- A la ARCONEL, emitir la Regulación que norme la actividad de generación en el sector eléctrico, y de manera específica, la relacionada a la generación distribuida.

- Al CENACE, ejecutar los procesos de despacho de las centrales de generación sujetas al despacho centralizado, operación en tiempo real del SNI y liquidación de las transacciones comerciales respectivas.
- A los Generadores, realizar la actividad de generación cumpliendo los requisitos y disposiciones establecidos en la normativa respectiva.
- A las Distribuidoras, prestar el servicio público de distribución cumpliendo las disposiciones establecidas en la normativa respectiva, permitir el libre acceso a sus instalaciones de distribución a los Generadores que quieran ahí conectarse cumpliendo los requisitos normativos, y cancelar por la energía suministrada por las centrales de generación.
- A las Distribuidoras y al Generador, suscribir los contratos regulados para la compraventa de energía.
- A los consumidores, cumplir con las obligaciones técnicas y comerciales establecidas en la normativa respectiva.

La Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) establece la estructura institucional y empresarial del sector eléctrico ecuatoriano. Adicionalmente, el Reglamento de la LOSPEE posibilita que los usuarios finales puedan instalar sistemas de generación para autoabastecimiento. Considerando lo establecido en la LOSPEE y su Reglamento, en la Ilustración 15 se presenta la interrelación institucional-empresarial establecida para la prestación del servicio público de energía eléctrica, especialmente en lo relacionado a la actividad de generación; y, como un apéndice a este esquema, la incorporación de los sistemas de generación de usuarios finales para autoabastecimiento (ARCONEL Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2019).

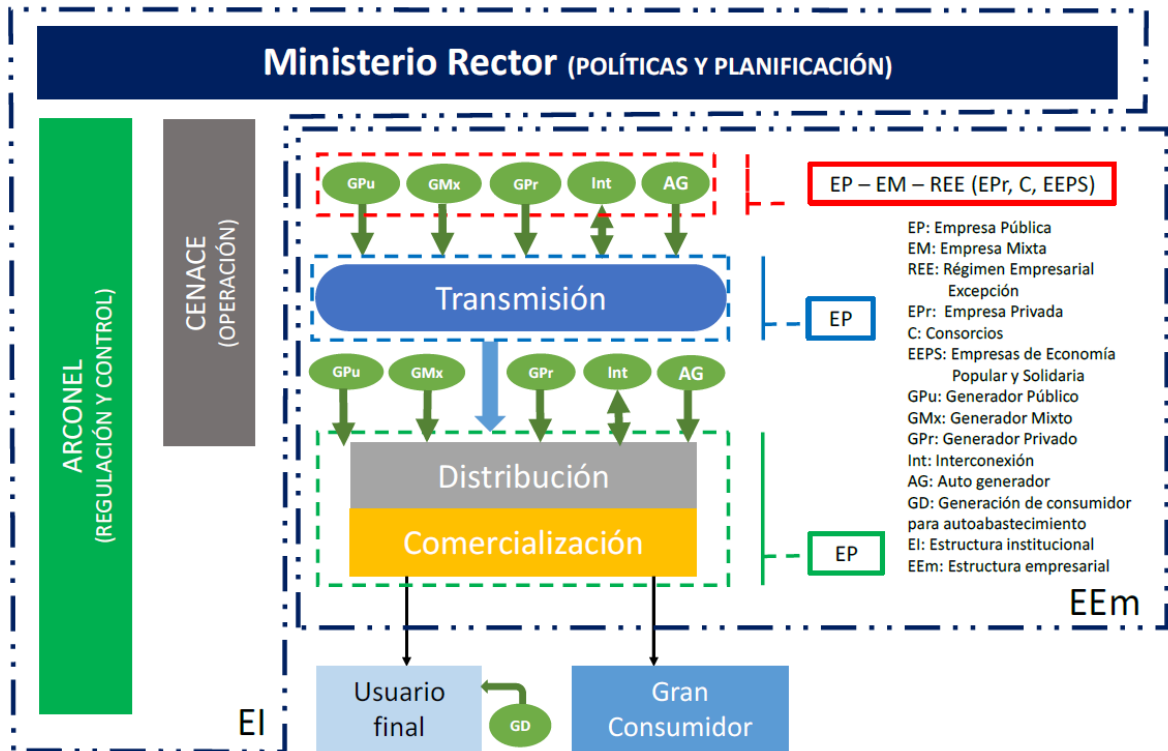


Ilustración 15. Interrelación institucional – empresarial del servicio público de energía eléctrica.

Fuente: (ARCONEL Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2019).

2.4.1.1. Normativa referente a la generación fotovoltaica

Actualmente se encuentra vigente la Regulación Nro. ARCONEL 003/18: “Generación fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica”, fue aprobada en sesión de Directorio de 22 de octubre de 2019 (ARCONEL, 2019).

Dicha Regulación fue emitida con el objeto de “Establecer las condiciones para el desarrollo, implementación y participación de consumidores que cuenten con sistemas de microgeneración fotovoltaica - μ SFV- hasta 100kW de capacidad nominal instalada, ubicados en techos, superficies de viviendas o en edificaciones para las categorías residencial y general determinados en el pliego tarifario en bajo o medio voltaje.” (ARCONEL, 2018).

En su alcance descrito indica que: “Esta regulación es aplicable a las empresas distribuidoras y para aquellos usuarios regulados, que decidan, previo al cumplimiento de requisitos, instalar un Sistema de Microgeneración Fotovoltaica

(μ SFV) con una capacidad nominal instalada de hasta 100 kW en medio y/o bajo voltaje, que operen en sincronismo con la red, cuya producción sea autoconsumida en sus propias instalaciones y aporten eventuales excedentes a la red de distribución, en caso de que existan”. Esta regulación determina (ARCONEL, 2018):

- Las condiciones técnicas y comerciales para la instalación de sistemas fotovoltaicos hasta 100 kW de capacidad nominal instalada;
- Los requisitos y procedimiento para la conexión a las redes de la empresa distribuidora y la autorización de instalación y operación del μ SFV;.
- Las condiciones para la medición;
- La operación en sincronismo con la red de distribución; y;
- El tratamiento comercial de la energía producida, de la energía consumida y eventuales excedentes de generación entregados al sistema de distribución.

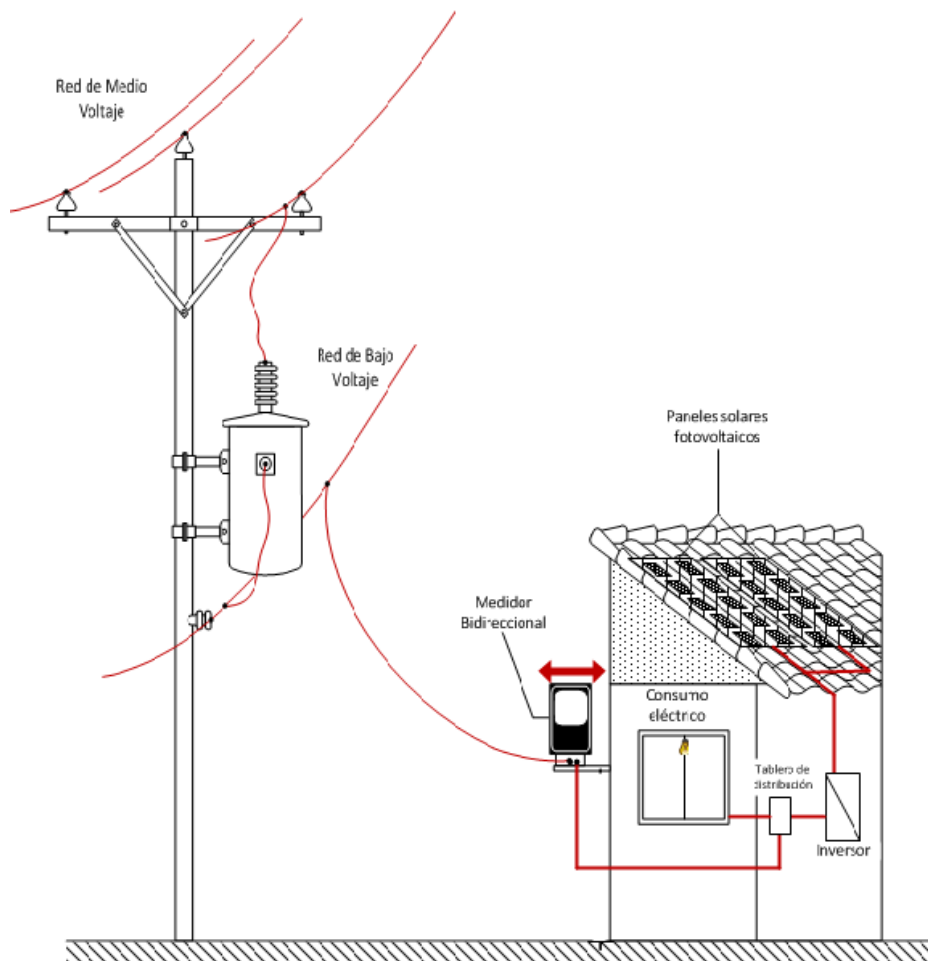


Ilustración 16. Esquema de interconexión μ SFV al sistema de distribución.

Fuente: (ARCONEL, 2018)

La interconexión de un μ SFV con la red del sistema eléctrico público deberá ser realizada de acuerdo con el esquema presentado en Ilustración 16, en donde se presentan cada uno de sus componentes (ARCONEL, 2018).

La disposición transitoria primera de la Regulación dispuso que “Hasta que se emita la regulación sobre generación distribuida, las condiciones establecidas en esta regulación para el desarrollo, implementación y participación de consumidores que cuenten con sistemas fotovoltaicos de hasta 100 kW de capacidad nominal, serán aplicables para consumidores residenciales que tengan interés en instalar sistemas fotovoltaicos de hasta 300 kW de capacidad nominal instalada; y, de menos de 1000 kW, para consumidores comerciales o industriales.” (ARCONEL Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2019).

La energía producida por el consumidor con μ SFV estará destinada únicamente al autoconsumo de la vivienda y/o edificación donde va a instalarse. En caso de que eventualmente se produzcan excedentes de energía, éstos podrán ser entregados a la red de baja o media tensión de la empresa de distribución, según corresponda, y su liquidación se realizará a través de un mecanismo de balance mensual neto de energía, conforme al esquema presentado en la Ilustración 17 (ARCONEL, 2018):

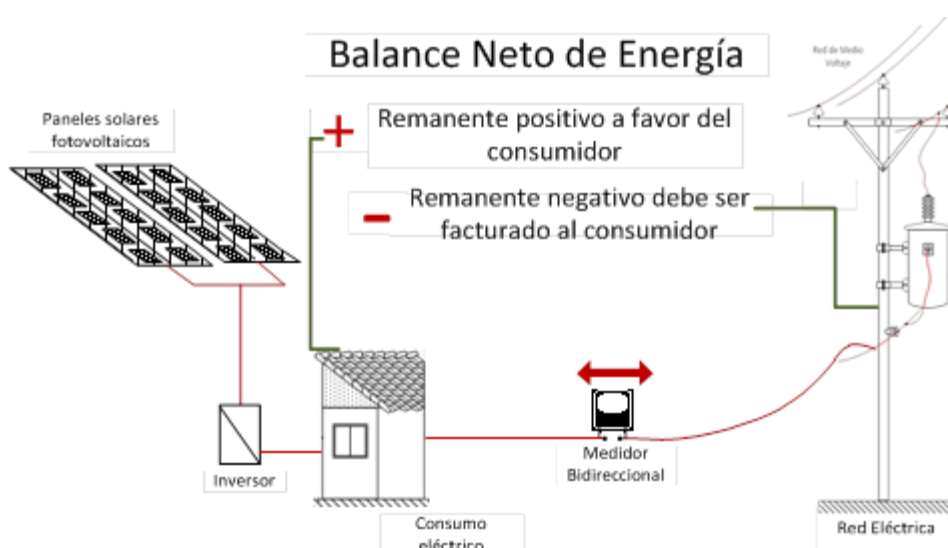


Ilustración 17. Esquema de sistema de balance neto de energía.

Fuente: (ARCONEL, 2018)

La empresa de distribución realizará mensualmente el balance económico de la energía entregada y consumida para la facturación al consumidor, para lo cual tomará en consideración el registro de los flujos de energía inyectada y consumida del equipo de medición (Romero Crespo & Flores Peralta, 2019).

La aplicación de las condiciones establecidas en ARCONEL 003/18 son dirigidas para un solo uSFV por inmueble.

La empresa de distribución deberá realizar el balance neto mensual de la energía entregada y consumida por el consumidor con uSFV dentro de los 10 primeros días laborables del mes siguiente de la operación del uSFV, en base al reporte de la energía consumida y entregada que registre el equipo de medición, según la siguiente expresión (ARCONEL, 2018):

$$\Delta E = (\text{Energía consumida de la red} - \text{Energía inyectada en la red})$$

Si $\Delta E < 0$; remanente negativo.

Si $\Delta E > 0$; remanente positivo.

En el caso en que el resultado del balance mensual neto de energía exista un remanente negativo a facturar al consumidor, la empresa de distribución valorará la energía consumida a la tarifa correspondiente del pliego tarifario aprobado por ARCONEL y será facturada al consumidor con uSFV, conforme lo establece el contrato de suministro.

El remanente negativo por facturar al consumidor no está sujeto al subsidio de la tarifa dignidad ni subsidio cruzado.

Por el contrario, en el caso eventual en que el resultado del balance mensual neto de energía exista un remanente positivo de energía entregada a la red a favor del consumidor con uSFV, esta energía se considerará como crédito de energía a favor del consumidor que se pasa al siguiente mes y así sucesivamente, hasta un periodo máximo de reseteo, el cual es de 2 años.

En la factura mensual que emita la empresa de distribución deberá adjuntarse un detalle con el resumen de la energía consumida y generada por el consumidor con uSFV, el balance neto de energía realizado por la empresa, y el saldo en energía a favor del consumidor en caso de que existiera.



Ilustración 18. Esquema Net Metering.

Fuente: (Romero Crespo & Flores Peralta, 2019).

De acuerdo con la regulación, la empresa distribuidora será la encargada de la adquisición, calibración inicial e instalación del equipo de medición, el consumidor deberá cancelar el diferencial del costo del equipo de medición en relación con el que la empresa distribuidora instalaría a un usuario de esa categoría sin uSFV, el pago será saldado en la primera factura de consumo, emitida por la empresa distribuidora. En caso de que se dé de baja el suministro, el medidor pasa a ser propiedad de la empresa distribuidora (ARCONEL, 2018; Romero Crespo & Flores Peralta, 2019).

A lo largo del tiempo, la regulación ha venido cambiando y variando de esta manera la forma de remunerar y fomentar la generación fotovoltaica:

Tabla 9: Regulaciones comerciales, a lo largo del tiempo, para la generación fotovoltaica en el Ecuador.

Regulación	Precio [\$/Kwh] – Ecuador continental	Precio [\$/Kwh] – Islas Galápagos	Vigencia
008/00	0.1365	0.1365	27/09/00 – 26/03/02
003/02	0.1365	0.1365	26/03/02 – 24/12/04
004/04	0.2837	0.312	24/12/04 – 19/12/06
009/06	0.5204	0.5724	19/12/06 – 14/04/11
004/11	0.4003	0.4403	14/04/11 – 20/05/13

001/13	No considerada	No considerada	21/05/13 – 13/03/14
003/18	Método de balance neto de energía		22/10/18 - presente

Fuente: ARCONEL

2.4.1.2. Normativa referente a las emisiones de GEI

Actualmente en el país la legislación ambiental con respecto a emisiones de GEI está basada en el “Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente” (TULSMA), que en su libro 6 anexo 3 posee la normativa referente a emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión (MAE, 2003).

Dicha normativa tiene por objeto: *“El preservar o conservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites permisibles de emisiones al aire desde diferentes actividades. La norma provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las emisiones al aire que se verifiquen desde procesos de combustión en fuentes fijas. Se provee también de herramientas de gestión destinadas a promover el cumplimiento con los valores de calidad de aire ambiente establecidos en la normativa pertinente”* (MAE, 2003).

Para esto la norma define dos tipos de fuentes de emisión (MAE, 2003):

1. Fuentes fijas significativas, son todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos, gaseosos, o cualquiera de sus combinaciones, y cuya potencia calorífica (*heat input*) sea igual o mayor a tres millones de vatios (3×10^6 W), o, diez millones de unidades térmicas británicas por hora (10×10^6 BTU/h).
2. Fuentes fijas no significativas, son todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos, gaseosos, o cualquiera de sus combinaciones, y cuya potencia calorífica (*heat input*) sea menor a tres millones de vatios (3×10^6 W), o, diez millones de unidades térmicas británicas por hora (10×10^6 BTU/h). Estas fuentes fijas de combustión no estarán obligadas a efectuar mediciones de sus emisiones actuales, y deberán proceder según se indica en el siguiente artículo.

Para fuentes denominadas fijas significativas, se aplicará la Tabla 10 y Tabla 11:

Tabla 10. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión.

CONTAMINANTE EMITIDO	COMBUSTIBLE UTILIZADO	VALOR	UNIDADES ^[1]
Partículas Totales	Sólido	150	mg/Nm ³
	Líquido ^[2]	150	mg/Nm ³
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	850	mg/Nm ³
	Líquido ^[2]	550	mg/Nm ³
	Gaseoso	400	mg/Nm ³
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm ³
	Líquido ^[2]	1 650	mg/Nm ³
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

Notas:

^[1] mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, de mil trece milibares de presión (1 013 mbar) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno.

^[2] combustibles líquidos comprenden los combustibles fósiles líquidos, tales como diesel, kerosene, búnker C, petróleo crudo, naftas.

Fuente: (MAE, 2003).

Tabla 11. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para motores de combustión interna.

CONTAMINANTE EMITIDO	OBSERVACIONES	FUENTES EXISTENTES	FUENTES NUEVAS	UNIDADES ^[1]
Partículas Totales	--	350	150	mg/m ³
Óxidos de Nitrógeno	--	2 300	2 000	mg/m ³
Dióxido de Azufre	--	1 500	1 500	mg/m ³

Notas:

^[1] mg/m³: miligramos por metro cúbico de gas a condiciones normales de de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C, corregidos a 15% de O₂, en base seca.

Fuente: (MAE, 2003).

2.4.2. Incentivos Nacionales

2.4.2.1. Punto Verde

Es la Marca Institucional que otorga el Ministerio del Ambiente, a través de sus incentivos a toda actividad del desarrollo nacional que optimiza los recursos naturales en sus procesos, demostrando cumplir más allá de la normativa legal con el fin de reducir los impactos ambientales negativos hacia el entorno natural, en especial ecosistemas sensibles y con ello mejorar la calidad de vida de nuestros

ciudadanos. El Acuerdo Ministerial 140 detalla los requisitos y pasos a seguir para cada tipo de Incentivo Ambiental al que se requiera acceder (Joaquín, 2013; Ministerio del Ambiente, 2015; Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2018).

En la Ilustración 19 se muestra la estructura planteada por el acuerdo ministerial 140 para el sistema de incentivos ambientales “Punto Verde” (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2018).

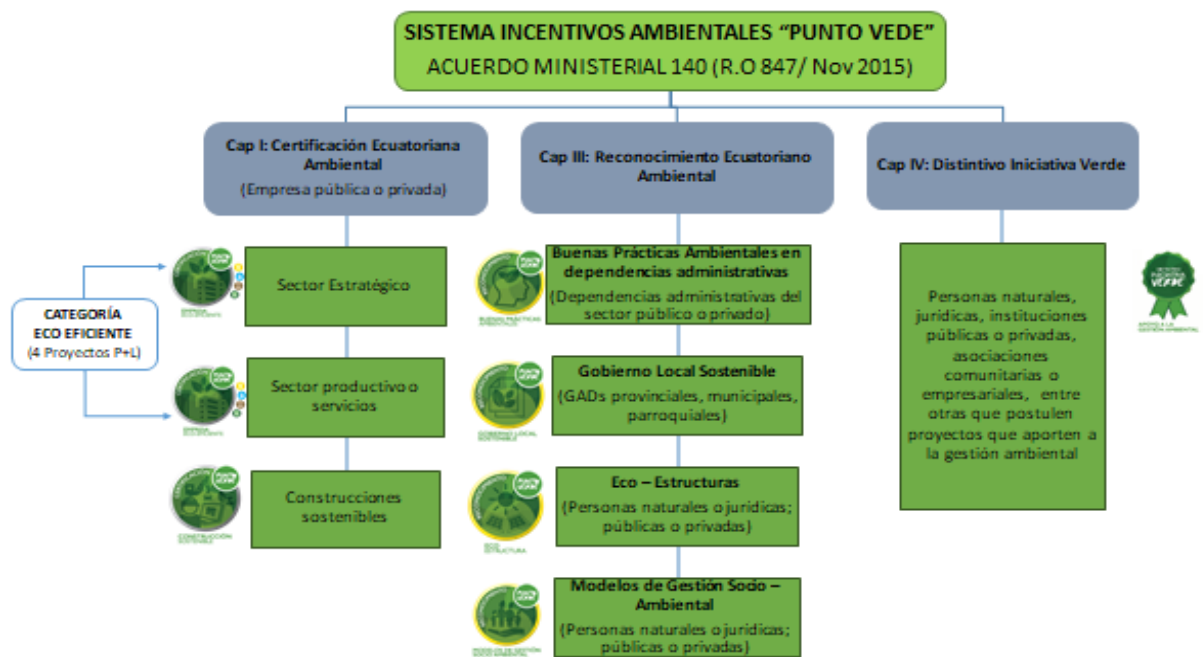


Ilustración 19. Sistema de incentivos ambientales “Punto Verde”.

Fuente: (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2018).

Uno de los beneficios que presenta esta calificación es la autorización ambiental ante el SRI para aplicar el incentivo establecido en el Código Orgánico de Producción, Comercio e Inversiones (Deducción adicional de 100% de depreciación por maquinaria, equipo o tecnología). El incentivo tributario está dirigido a empresas que realicen una actividad productiva y que implementen maquinaria, equipo o tecnología que sea destinada al cumplimiento de los ejes temáticos: Mecanismos de producción más limpia, generación de energía de fuente renovable, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y/o reducción del impacto ambiental de la actividad productiva (Ministerio del Ambiente, 2015; Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2018; Muñoz-Vizhñay et al., 2018).

2.4.2.2. Bonos Verdes o Bonos de carbono

El mercado de carbono empieza a tomar forma a partir de la convención de marco de las naciones unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), llevada a cabo en el año 1992 durante la cumbre en Río. Durante la misma se reconoce el problema del cambio climático debido a la actividad del hombre y se genera el compromiso por parte de los participantes para hacerle frente. Adicionalmente, la Convención ratifica la liberación del comercio como un proceso capaz de fomentar el desarrollo sostenible, enfatizando el rol positivo que pueden tener las corporaciones multinacionales para el cambio ecológico. Finalmente, la Convención señala que los países desarrollados son los responsables de la mayor parte de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), responsabilizando a los mismos para buscar soluciones el problema (Joaquín, 2013; MAE et al., 2012; Najmul Hoque & Das, 2013).

En el año 1997, se lleva cabo la tercera Conferencia de las Partes (COP por sus siglas en inglés) en Kioto, Japón, y se construye el pilar fundamental de la política internacional sobre el cambio climático, el Protocolo de Kioto (PK). En el mismo se fijaron, de manera legal, objetivos de reducción de emisiones para los países desarrollados tomando en cuenta los principios establecidos en la CMNUCC. Es importante señalar que la CMNUCC solo alienta a los países industrializados a reducir sus emisiones de GEI; sin embargo, el PK es vinculante con las partes lo que obliga a cumplir jurídicamente con los objetivos planteados. El PK estableció al periodo 2008-2012 como el primer periodo de compromiso, durante el cual se buscaba reducir la emisión de GEI en un promedio de 5.2% con respecto a los niveles de 1990 (Poch Ambiental para CNE, 2015; Trespalacios et al., 2018).

Con lo antes mencionado se dio paso a la creación de un mercado de carbono donde se comercializarán los bonos de carbono de todos los proyectos que reduzcan sus emisiones. El mismo funciona a nivel mundial bajo dos esquemas: el regulado y el voluntario. Aun así, en cada país y región se han desarrollado sistemas propios que responden a los lineamientos de los dos esquemas principales (Joaquín, 2013).

2.4.2.3. Precios de entrega de energía (Feed-in Tariffs)

Feed-In Tariff (FIT) es un esquema de compensación normativo para incentivar el desarrollo de Energías Renovables no Convencionales (ERNC), que consiste en el pago de una tarifa especial para la energía inyectada a la red proveniente de sistemas de generación con ERNC (ARCONEL, 2018; IRENA, 2015).

Existen tres características que debemos considerar esenciales para entender el FIT; en primer lugar, la tarifa especial es establecida por las autoridades que norman el costo de energía, esta tarifa puede ser una tarifa preferencial con un aumento respecto al valor de la energía convencional, cuyo valor varía en función del origen de la energía (ERNC) el tamaño y la ubicación. En segundo lugar, se establece una política de acceso a las redes de distribución para la inyección de la energía producto de centrales ERNC. Finalmente, la empresa de distribución está en la obligación de comprar toda la energía que el sistema de generación ERNC produce, esta condición se cumple de forma parcial dependiendo de la regulación de cada país (Al-Addous, Dalala, Alawneh, & Class, 2019; Poruschi & Ambrey, 2019).

Actualmente en el Ecuador no existe un método atractivo de compensación a la generación ERNC, su retribución se basa en el esquema de balance y crédito energético de acuerdo con el pliego tarifario de consumo, no preferencial (ARCONEL, 2018, 2019, 2019).

2.5. Objetivo 7 de desarrollo sostenible (ODS) del programa de las naciones unidas para el desarrollo (PNUD)

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece como visión para el desarrollo mundial en el largo plazo una transformación encaminada a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Esta hoja de ruta representa una oportunidad histórica para América Latina y El Caribe, ya que incluye temas altamente prioritarios para la región como la reducción de la desigualdad en todas sus dimensiones, el crecimiento económico respetando los límites de la naturaleza, la garantía de un trabajo decente para todos, el desarrollo de ciudades sostenibles

y resilientes, y las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos del cambio climático, entre otros (ONU, 2018; UNSDG, 2018).

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible reflejan el llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza y el hambre, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad, sin que nadie se quede atrás (ONU, 2018).

Los ODS se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y conllevan un espíritu de colaboración y pragmatismo, con el fin de mejorar la vida de manera sostenible para las generaciones presentes y futuras. Además, proporcionan orientaciones y metas claras para su adopción por todos los países, en conformidad con sus propias políticas y prioridades, tomando en cuenta los desafíos ambientales que enfrenta el mundo en general (ONU, 2018; UNSDG, 2018).

Ecuador ha asumido su compromiso frente a la adopción de estos objetivos mundiales en la elaboración de su Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda Una Vida”, aprobado el 22 de septiembre de 2017 por el Consejo Nacional de Planificación, máxima instancia que rige el Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa. Este instrumento se fundamenta en principios constitucionales y del régimen del buen vivir que guía el accionar de las políticas públicas para la construcción de una sociedad más justa, equitativa y que garantice los derechos fundamentales del ser humano y la naturaleza (Secretaría Técnica del Ecuador, 2019).

El Plan Nacional de Desarrollo 2017- 2021 se organiza en tres Ejes, nueve objetivos nacionales y 149 metas, así como intervenciones emblemáticas que guiarán las políticas públicas, sobre la base de la sustentabilidad ambiental y el desarrollo territorial. Además, incluye la Estrategia Territorial Nacional con el objeto de orientar las intervenciones hacia una mejor calidad de vida de la población, mediante la construcción de lineamientos de política que favorezcan la articulación,

coordinación y gestión y ordenamiento territorial (Secretaría Técnica del Ecuador, 2019; UNSDG, 2018).

En la Ilustración 20 se observa cómo se encuentran alineados los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.



Ilustración 20. Objetivos del Plan Nacional de Desarrollo alineados a los ODS.

Fuente: (SENPLADES, 2018)

Aunque los ODS no son vinculantes desde el punto de vista jurídico, es compromiso de los Estados, en función de sus capacidades, niveles de desarrollo, obligaciones y prioridades, asumirlos como propios dentro de su planificación nacional. En este sentido, el PND de Ecuador contiene elementos que comulgan con la Agenda 2030 y con el compromiso mundial para alcanzar el desarrollo sostenible, la lucha contra la pobreza, la reducción de las brechas de desigualdad y el impulso al crecimiento económico dentro de la cosmovisión de la sustentabilidad ambiental (SENPLADES, 2018).

En el largo plazo, Ecuador quiere avanzar hacia una economía social y solidaria, basada en la sostenibilidad ambiental, el conocimiento e innovación, lograr el pleno empleo, alcanzar mayor productividad, con criterios de equidad y redistribución de la riqueza. La Constitución de la República del Ecuador, en su artículo 280, señala que el Plan Nacional de Desarrollo es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos. Su observancia será de carácter obligatorio para el sector público e indicativo para los demás sectores. En su normativa nacional, la Carta Magna sirve de guía para la construcción del PND y busca cumplir con el mandato de planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza para acceder al buen vivir (Constitución, 2008, art. 3, núm. 5) (Asamblea Nacional Constituyente, 2008; SENPLADES, 2018).

El país ha establecido mecanismos para la alineación, seguimiento y evaluación de su planificación con los objetivos de la Agenda 2030. Entre las herramientas implementadas para su seguimiento y cumplimiento, se menciona el Decreto Ejecutivo N° 371, suscrito por el presidente Lenín Moreno en abril de 2018, en el que se declara *“como política pública del Gobierno Nacional, la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, orientada al cumplimiento de sus objetivos y metas en el marco de su alineación a la planificación y desarrollo nacional”*.

El Gobierno ecuatoriano está comprometido con la consecución de la Agenda 2030, lo que supone un esfuerzo desde todas las funciones del Estado, todos los niveles de gobierno y demás actores de la sociedad civil. Debido a este compromiso, la articulación multinivel ha facilitado los encuentros necesarios para organizar agendas de trabajo y alianzas que permitan generar las acciones necesarias para alcanzar los ODS en el mediano y largo plazo (Secretaría Técnica del Ecuador, 2019; UNSDG, 2018).

El rol que desempeñan los distintos actores de la sociedad civil en el cumplimiento de los ODS es altamente relevante. El Ecuador aún está en proceso de concientizar a la ciudadanía sobre la importancia de los objetivos mundiales de desarrollo, sin

embargo, es destacable el hecho de que varias acciones han provenido de la iniciativa ciudadana, promovidas mediante procesos de diálogo en los que dan a conocer la Agenda 2030 como una prioridad global y nacional, cuyos principios deben adoptarse tanto en las políticas públicas como privadas. Así, se han desarrollado acciones por parte del Estado, sector privado, organizaciones internacionales y sociedad civil para alcanzar los ODS al 2030 en el país (Naciones Unidas, 2016; ONU, 2018; Secretaría Técnica del Ecuador, 2019; UNSDG, 2018).

El objetivo 7 de desarrollo sostenible del PNUD indica lo siguiente: *“Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”*. Este objetivo se basa en la accesibilidad a la energía de manera no contaminante (ONU, 2019; PNUD, 2017). En el Ecuador se trabaja en este objetivo de acuerdo con el eje 3 del Plan Nacional de Desarrollo “Toda una Vida”, la Ilustración 21 presenta la distribución del balance energético nacional en el 2016 (SENPLADES, 2018).

LA ENERGÍA EN ECUADOR

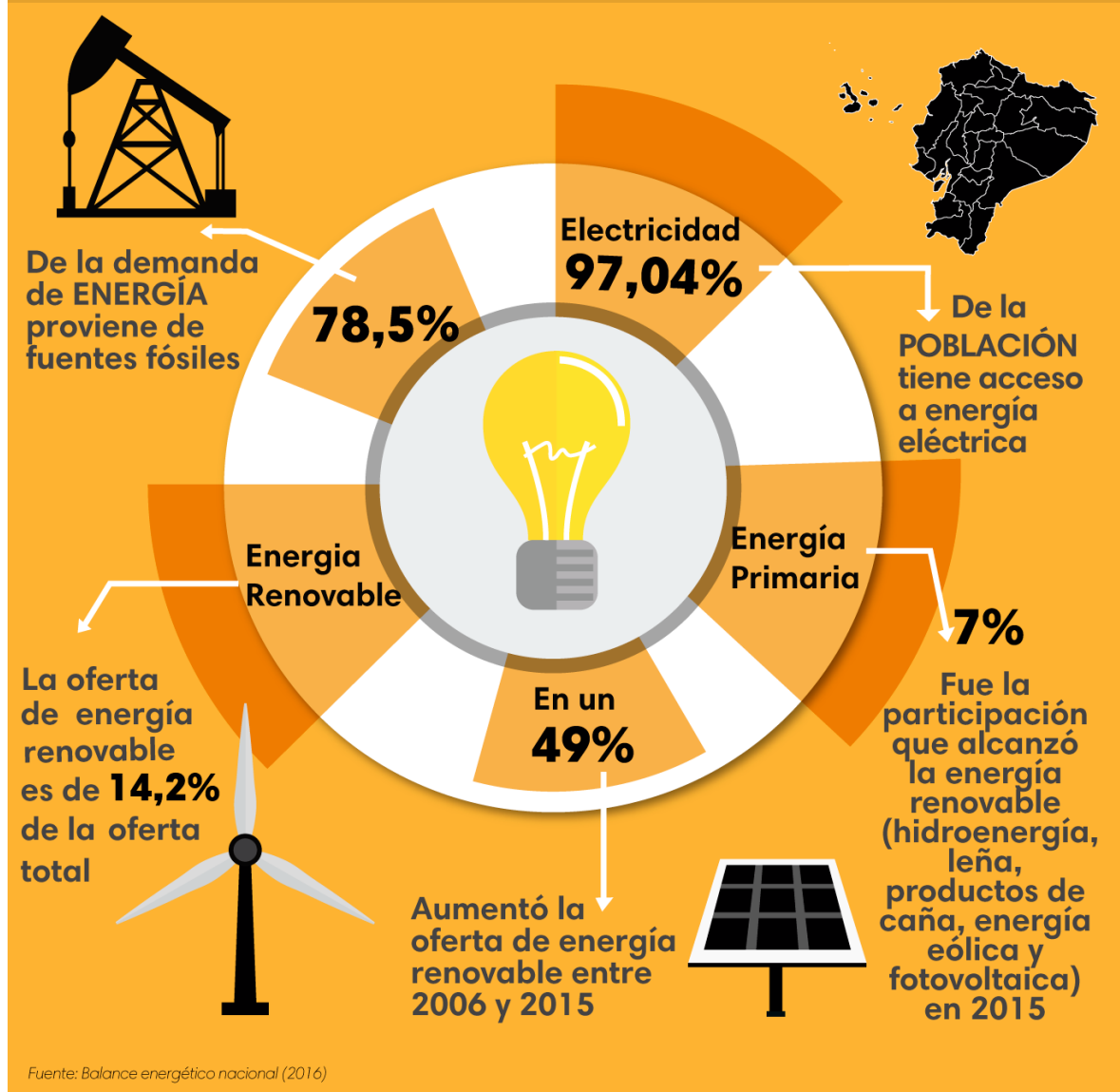


Ilustración 21. La energía en el Ecuador.

Fuente: (<https://odsterritorioecuador.ec/objetivo-7-energia-renovable/>).

2.5.1. Objetivos específicos e indicadores

Los objetivos específicos e indicadores están ligados a todos los componentes y acciones que pueden contribuir hacia el cumplimiento del objetivo #7. En la Tabla

12 se presenta la contribución que aporta el uso de la energía fotovoltaica a cada objetivo específico e indicador el ODS 7 (Naciones Unidas, 2016).

Tabla 12. Contribución de la energía fotovoltaica al objetivo #7 de desarrollo sostenible de la ONU.

Objetivo/Meta	Indicador	Contribución de la energía FV al indicador
De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.	<i>Proporción de la población que tiene acceso a la electricidad.</i>	Al ser un sistema que no necesita redes externas interconectadas, se puede llegar con esta energía a lugares remotos que no se puede abastecer con las redes de energías convencionales.
	<i>Proporción de la población cuya fuente primaria de energía son los combustibles y tecnologías limpias.</i>	Al ser, la energía solar fotovoltaica, una fuente primaria con tecnología limpia en constante desarrollo cumple totalmente con este indicador.
De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.	<i>Proporción de energía renovable en el consumo final total de energía.</i>	La energía solar fotovoltaica es una fuente renovable poco compleja de manejar por lo que su uso viene en crecimiento, dependiendo de las políticas y regulaciones de cada país.
De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.	<i>Intensidad energética medida en función de la energía primaria y el PIB.</i>	El aumento del uso de energía fotovoltaica mejorará la matriz energética mundial.
De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la	<i>Corrientes financieras internacionales hacia los países en desarrollo para apoyar la investigación y el desarrollo de energías limpias y la producción de</i>	Es fundamental el desarrollo e investigación de nuevas tecnologías que aprovechen la energía fotovoltaica, para así garantizar sistemas con mayor

<p>tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias.</p>	<p>energía renovable, incluidos los sistemas híbridos.</p>	<p>eficiencia y promover la generación a gran escala.</p>
<p>De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.</p>	<p><i>Inversiones en eficiencia energética en proporción al PIB y a la cuantía de la inversión extranjera directa en transferencias financieras destinadas a infraestructura y tecnología para servicios de desarrollo sostenible.</i></p>	<p>Invertir en sistemas de generación fotovoltaica, contribuir al aumento de potencia instalada, con fuentes renovables en un país, brindando así una autonomía energética e impulsando el desarrollo sostenible.</p>

Fuente: Autor con información de (Naciones Unidas, 2016).

2.6. Matriz Energética en Las Islas Galápagos

Con el objeto de apoyar en el cuidado de los ecosistemas y el desarrollo de las Islas Galápagos, se ha evidenciado la necesidad de incorporación de criterios de sostenibilidad en la planificación del Sistema Eléctrico de cada una de las islas. Las mismas que están conformadas espacialmente por sus áreas protegidas, con una extensión de 7.731 km² y áreas pobladas, 264 km² de extensión (Apolo et al., 2019; Carvajal, 2012).

El Plan de expansión del sistema eléctrico para la provincia de Galápagos se sustenta en las políticas y objetivos de La Constitución de la República del Ecuador, Plan Nacional de Desarrollo, Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica –LOSPEE- y Ley de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos (Elecgalapagos S.A., 2020; Hughes, 2008; MEER, 2016).

El principal lineamiento constituye, el impulso para el desarrollo de los sectores de manera sustentable; con los criterios de soberanía energética y aprovechamiento de recursos renovables disponibles, con la finalidad de reducir el uso de combustibles fósiles para generación eléctrica (Apolo et al., 2019; Hughes, 2008).

Por tanto, la dotación de un servicio seguro, confiable, de calidad, eficiente y amigable con el medio ambiente, exige implementar centrales con los más modernos avances tecnológicos en generación renovable no convencional. El objetivo principal es coadyuvar al desarrollo sostenible de la región insular (Apolo et al., 2019; Elecgalapagos S.A., 2020).

En la Ilustración 22, se muestra el consumo de energía eléctrica per cápita del país donde se muestra que Las Islas Galápagos poseen el segundo lugar en consumo de energía por habitante aproximadamente 1600[Kwh/hab] (ARCONEL, 2019).

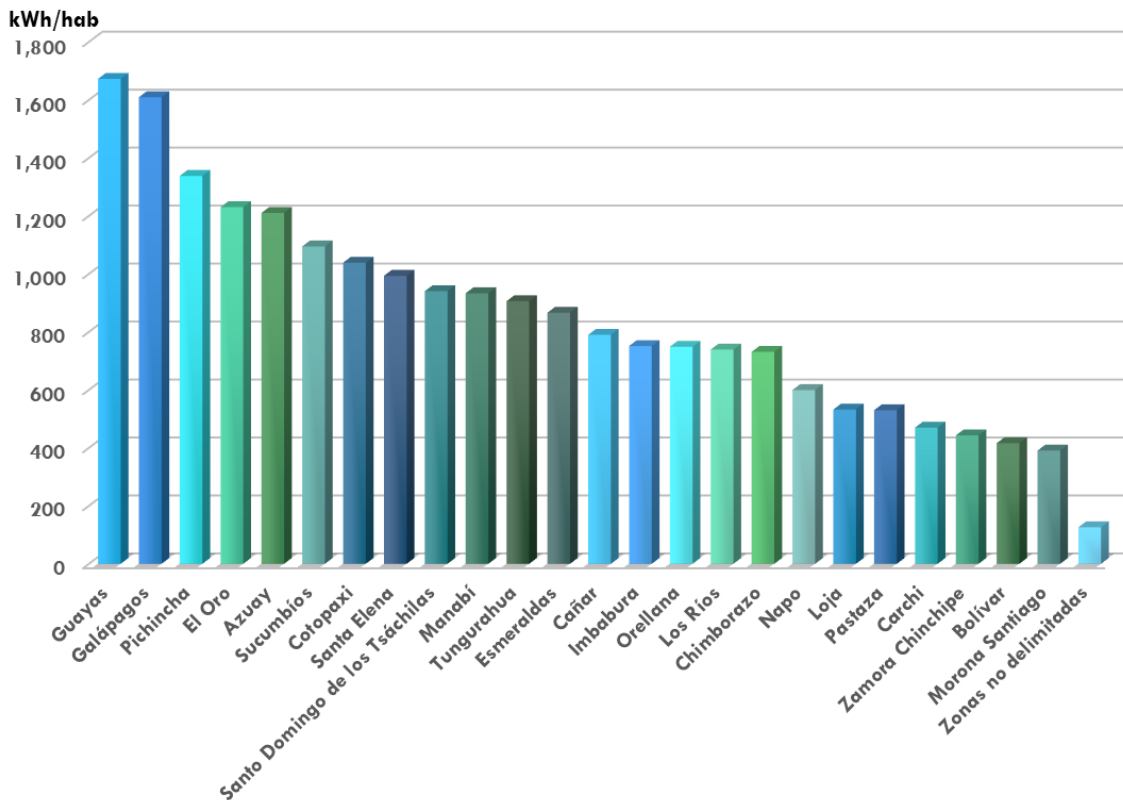


Ilustración 22. Consumo de energía per cápita del Ecuador-2017.

Fuente: (ARCONEL, 2019).

De acuerdo con las proyecciones de la población para el año 2018 se estima un total de 31.600 personas en la Provincia de Galápagos, manteniendo una tasa de crecimiento positiva, la Ilustración 23 presenta el crecimiento poblacional en esta provincia.

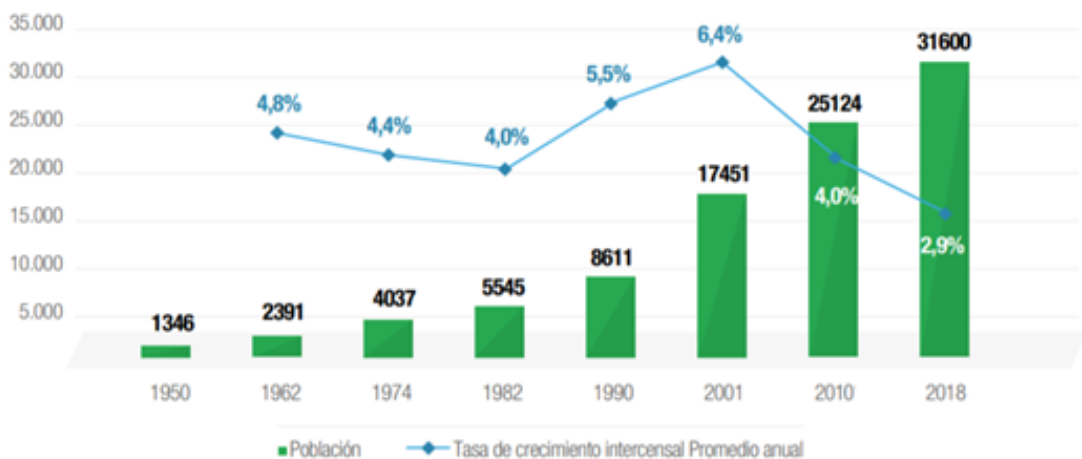


Ilustración 23. Evolución poblacional en Galápagos.

Fuente: (INEC, 2017).

De igual manera en la **Error! Reference source not found.** se presenta la distribución demográfica de las Islas Galápagos, con su respectiva tasa de crecimiento intercensal.

Tabla 13. Población por cantones de la provincia Galápagos.

Cantón /Parroquia	2010	2018	Tasa de crecimiento intercensal
Cantón Santa Cruz	15.393	19.404	2,9%
Cantón San Cristóbal (no incluye Floreana)	7.339	9.167	2,8%
Parroquia Floreana del Cantón San Cristóbal	136	111	-2,5%
Cantón Isabela	2.256	2.918	3,2%
TOTAL	25.124	31.600	2,9%

Fuente: (INEC, 2017).

Para poder cubrir la demanda eléctrica de la población en las islas, la **Error! Reference source not found.** presenta la capacidad instalada por tipo de fuente de generación eléctrica.

Tabla 14. Capacidad instalada de generación al 2018 por Isla en la provincia Galápagos.

Isla	Térmica (MW)	Eólica (MW)	FV (MW)	Subtotal (MW)	Baterías (MW)
San Cristóbal	7,19	2,40	0,01	9,61	
Santa Cruz- Baltra	11,85	2,25	1,60	15,70	Pb-Acido: 0,5MW; 4,03MWh Ion-litio: 0,5MW; 0,27MWh
Isabela	2,10		0,95	3,05	Ion-litio: 0,66MW - 0,33MWh
Floreana	0,24		0,02	0,26	Pb-Acido:0,07MW; 0,38MWh
Total	21,38	4,65	2,58	28,62	

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Renovables, 2017).

2.6.1. Iniciativa “Cero Combustibles Fósiles en Galápagos”

El Estado ecuatoriano mantiene como política la conservación ambiental de las Islas Galápagos, por esta razón en 1986 el Gobierno del Ecuador declara al Archipiélago de Galápagos como Reserva de la Biosfera y en 1990 Santuario de Ballenas. En el año 2001 fue incluida por la ONU en la lista de Patrimonios Naturales de la Humanidad, además en 1998 se aprobó la Ley Orgánica de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos, donde se estableció La Reserva Marina de Galápagos, reconociéndose de esta manera su valor ecológico, cultural, educacional y

económico para la conservación y mantenimiento de especies únicas en el mundo (Apolo et al., 2019; Carvajal, 2012).

El constante transporte de combustibles fósiles por medio marítimo hacia las Islas hace que se incremente la probabilidad de que se produzcan accidentes y derrames. Así mismo y debido al uso de combustibles fósiles para generación de electricidad, se emiten gases nocivos para el medio ambiente, provocando significantes impactos ambientales en una zona que posee un elevado endemismo de especies que permite separarla como una región biogeográfica única, constituyéndose en un refugio de especies amenazadas y un atractivo turístico (Apolo et al., 2019; Elecgalapagos S.A., 2020).

El Gobierno Nacional aspira que la aplicación de tecnologías energéticas sustentadas en el aprovechamiento de fuentes renovables y no convencionales de energía disminuya la transportación de combustibles fósiles y por ende la emisión de gases de efecto invernadero. En el año 2007, el Gobierno del Ecuador declaró en situación de riesgo a las Islas Galápagos y ordenó asignar la máxima prioridad a la conservación de su biodiversidad y así superar la grave crisis institucional, ambiental y social que vivían las islas. Ante la problemática energética existente en las Islas, el Gobierno del Ecuador promueve desde el año 2007 la iniciativa “Cero Combustibles Fósiles en las Islas Galápagos”, que plantea el objetivo de disminuir el uso de derivados del petróleo en esa zona de alta sensibilidad ambiental y social como parte importante de la estrategia nacional de conservación del Archipiélago, en cumplimiento de los compromisos que ha asumido el Estado ecuatoriano con la comunidad internacional y sus organismos especializados. Para la ejecución de la iniciativa en el ámbito de su competencia, el Ministerio de Energías y Recursos Natural No Renovables (MERNNR) en conjunto con la Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A (ELECGALAPAGOS S.A) se encuentran diseñando y ejecutando proyectos que apuntan a sustituir la generación eléctrica basada en energía térmica de origen fósil por energía renovable basada en los recursos solar, eólico, hidráulico, biocombustibles y geotérmica (Apolo et al., 2019; Carvajal, 2012; Hughes, 2008; MEER, 2016; Ministerio de Energía y Recursos Renovables, 2017).

La Asamblea Nacional, de conformidad con las atribuciones que le confiere la Constitución de la República del Ecuador y la Ley Orgánica de la Función Legislativa, formuló y aprobó el PROYECTO DE LEY ORGANICA DE REGIMEN ESPECIAL DE LA PROVINCIA DE GALAPAGOS, el cual determina (Elecgalapagos S.A., 2020):

- *“Que, el Art. 258 de la Constitución de la Republica establece que la provincia de Galápagos tendrá un Gobierno de Régimen Especial, cuya administración estará a cargo de un Consejo de Gobierno presidido por el representante de la Presidencia de la República e integrado por las alcaldesas y alcaldes de los municipios de la provincia de Galápagos, el representante de las juntas parroquiales y los representantes de los organismos que determine la Ley”*
- *“Que, el Art. 11 numeral 2 de la Ley Orgánica del Régimen Especial de la provincia de Galápagos establece: Aprobar el Plan para el Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial de Galápagos, así como las modificaciones al mismo.”*

En el año 2018, la energía total generada fue de 56.897,64 MWh/ año, la principal fuente de energía es producida con generación térmica a diésel, representando 47.785,23 MWh/año equivalente al 83,98%, mientras que el aporte de energía producida con fuentes renovables fue de 9.112,41 MWh/año equivalente al 16,02%. En el periodo del año 2018, en lo que respecta a la demanda, esta creció un 3,84% con respecto al año 2017 (Elecgalapagos S.A., 2020; Ministerio de Energía y Recursos Renovables, 2017).

Como se presenta en la Ilustración 24, de los porcentajes de participación de las diferentes fuentes de generación eléctrica, predomina la generación térmica.

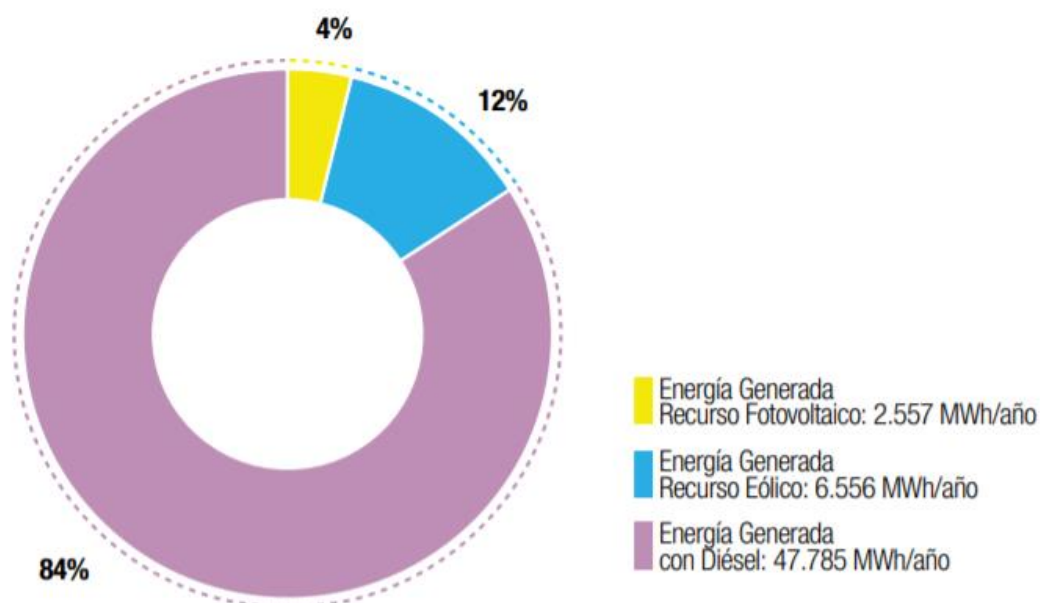


Ilustración 24. Generación eléctrica en la provincia de Galápagos – 2018
 Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Renovables, 2017).

El desarrollo de los proyectos bajo la Iniciativa “Cero Combustibles Fósiles”, han logrado cambiar la matriz de generación eléctrica a partir del 2007, desplazando la participación del parque térmico de un 100%, a una participación que inició con el 91% hasta alcanzar en el año 2018 una participación del 84%, permitiendo así que los recursos renovables y disponibles en las islas aporten el 16% de la energía. Esto permitió en el periodo 2007 a 2018 la reducción acumulada de 4,51 millones de galones de diésel para la generación de electricidad, evitando así la emisión de aproximadamente 42,44 miles toneladas de CO₂ significando un ahorro de aproximadamente 4,69 millones de dólares (Apolo et al., 2019; Hughes, 2008; Ministerio de Energía y Recursos Renovables, 2017).

En la Isla Isabela, en octubre del año 2018, inicio la operación del Proyecto Híbrido Isabela estimándose una participación anual del 25% de energía renovable y del 75% de energía térmica (Elecgalapagos S.A., 2020).

2.6.2. Isla Santa Cruz

La isla Santa Cruz es la Isla más poblada de las Islas Galápagos con 18000 habitantes aproximadamente (INEC, 2017).

El sistema de generación en Santa Cruz-Baltra, dispone de la siguiente infraestructura (Apolo et al., 2019; MEER, 2016):

- ✓ Parque Eólico Baltra con una potencia instalada de 2,25 MW, conformado por 3 aerogeneradores de 0,75 MW, que entró en funcionamiento en enero de 2015.
- ✓ Parque Fotovoltaico Puerto Ayora con una potencia instalada de 1,5 MW que entró en funcionamiento en mayo de 2014, también se cuenta con sistemas fotovoltaicos pequeños sumando una potencia instalada de 0,03 MW.
- ✓ Parque Fotovoltaico Baltra con una potencia instalada de 0,07 MW, que entró en funcionamiento en marzo de 2016.
- ✓ Un sistema de almacenamiento de energía en baterías recargables Ion-Litio (500 kW; 268,07 kWh) el cual permite estabilizar el sistema absorbiendo las variaciones de generación del parque eólico y otro banco de baterías de Plomo- Acido (500 kW; 4.032 kWh) que sirven para almacenamiento y despacho de energía eléctrica. Estos bancos se encuentran ubicados en Baltra y que entro en funcionamiento en marzo de 2016.
- ✓ Central térmica Santa Cruz con una potencia instalada de 14,81 MW, y una potencia efectiva de 11,85 MW, la central cuenta con unidades que datan del año 1990.

Las centrales de las islas Santa Cruz y Baltra se encuentran interconectadas mediante una línea a 34,5 kV, recorriendo una distancia de 54,1 km, que incluye tramos aéreo, submarino y soterrado.

En la Ilustración 25 se muestra la producción de electricidad por tipo de tecnología en esta isla en el año 2016.

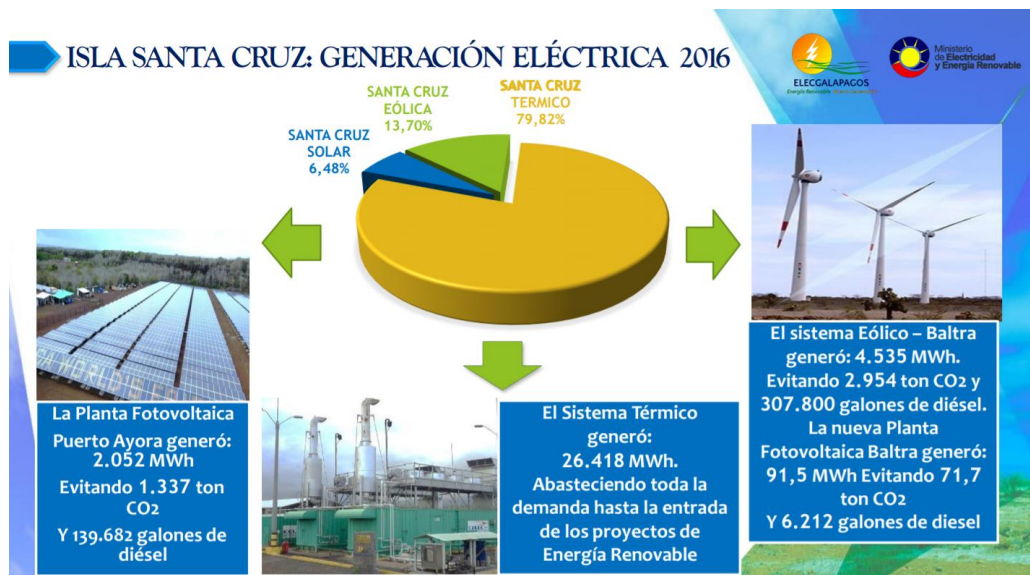


Ilustración 25. Generación eléctrica en la isla Santa Cruz – 2016.

Fuente: (MEER, 2016).

De igual manera en la Ilustración 26 se muestra la producción de electricidad en el año 2018 donde se puede evidenciar un crecimiento en la energía demandada que es suplida en su mayoría por la generación termoeléctrica.

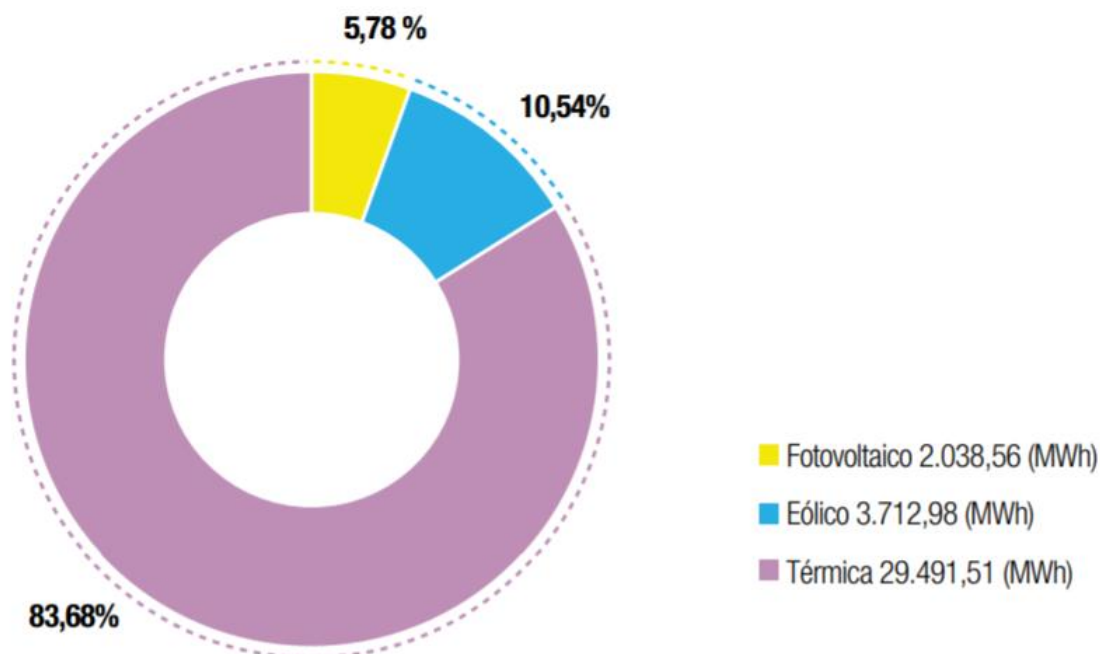


Ilustración 26. Generación eléctrica en la isla Santa Cruz - 2018.

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Renovables, 2017).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1. Generación Eléctrica

El presente estudio ha sido realizado en base a datos reales entregados por la Empresa Eléctrica de Galápagos (Elecgalapagos), en el periodo de junio de 2014 a junio del 2015 (13 meses). Los datos trabajados tienen referencia a la generación eléctrica producida por la Central Termoeléctrica, de capacidad instalada de 8.66 Mw, y a la Central Fotovoltaica, de capacidad instalada de 1.5 Mw_p, en Puerto Ayora.

En la Tabla 15 se presenta lo antes indicado, con los siguientes parámetros:

- Potencia Promedio Fotovoltaica [Mw], referente a la potencia (FV) promedio mensual en el periodo de estudio.
- Cargabilidad FV [%], referente al porcentaje de potencia (FV) generada frente a la potencia instalada de la planta (1.5 Mw_p).
- Energía Fotovoltaica [Mwh], referente a la energía (FV) generada mensual en el periodo de estudio.
- Potencia Promedio TermoEléctrica (TE) [Mw], referente a la potencia (TE) promedio mensual en el periodo de estudio.
- Energía Termoeléctrica [Mwh], referente a la energía (TE) generada mensual en el periodo de estudio.
- Potencia Promedio Total [Mw], referente a la potencia total (FV+TE) promedio mensual en el periodo de estudio
- Energía Total [Mwh], referente a la energía total (FV+TE) generada mensual en el periodo de estudio.

Tabla 15. Generación eléctrica en la isla Santa Cruz, periodo 06/2014-06/2015.

	Potencia Promedio FV [Mw]	Cargabilidad FV [%]	Energía FV [Mwh]	Potencia Promedio TE [Mw]	Energía TE [Mwh]	Potencia Promedio FV+TE [Mw]	Energía FV+TE [Mwh]
Junio/14	0.40	26.37%	142.41	3.14	1129.80	3.53	1272.21
Julio/14	0.38	25.34%	141.38	2.98	1108.12	3.36	1249.50
Agosto/14	0.46	30.93%	172.59	2.67	993.91	3.14	1166.50

Septiembre/14	0.48	31.87%	172.10	2.50	900.53	2.98	1072.63
Octubre/14	0.48	32.32%	180.34	2.58	960.85	3.07	1141.19
Noviembre/14	0.48	32.22%	173.99	2.78	1000.78	3.26	1174.77
Diciembre/14	0.42	28.14%	157.02	3.05	1133.86	3.47	1290.88
Enero/15	0.46	30.77%	171.71	3.17	1180.43	3.63	1352.14
Febrero/15	0.58	38.93%	196.21	3.36	1127.45	3.94	1323.66
Marzo/15	0.62	41.26%	230.21	3.67	1366.01	4.29	1596.23
Abril/15	0.57	37.77%	203.60	3.60	1295.30	4.16	1498.90
Mayo/15	0.40	26.94%	150.31	3.23	1201.39	3.63	1351.70
Junio/15	0.41	27.47%	148.31	3.41	1229.28	3.83	1377.59
Total	0.47	31.56%	2240.20	3.09	14627.71	3.56	16867.91

Fuente: Propia basado en datos de Elecgalapagos.

Como se muestra en la Tabla 15, la generación total en el periodo de estudio fue de 16867.91[Mwh], distribuido en 14627.71[Mwh] por parte de la generación termoeléctrica y 2240.2[Mwh] por parte de la generación fotovoltaica. En la Ilustración 27, se presenta mediante un histograma la distribución mensual de la generación producida y en la Ilustración 28 se muestra el porcentaje total de energía generada por tipo de fuente.

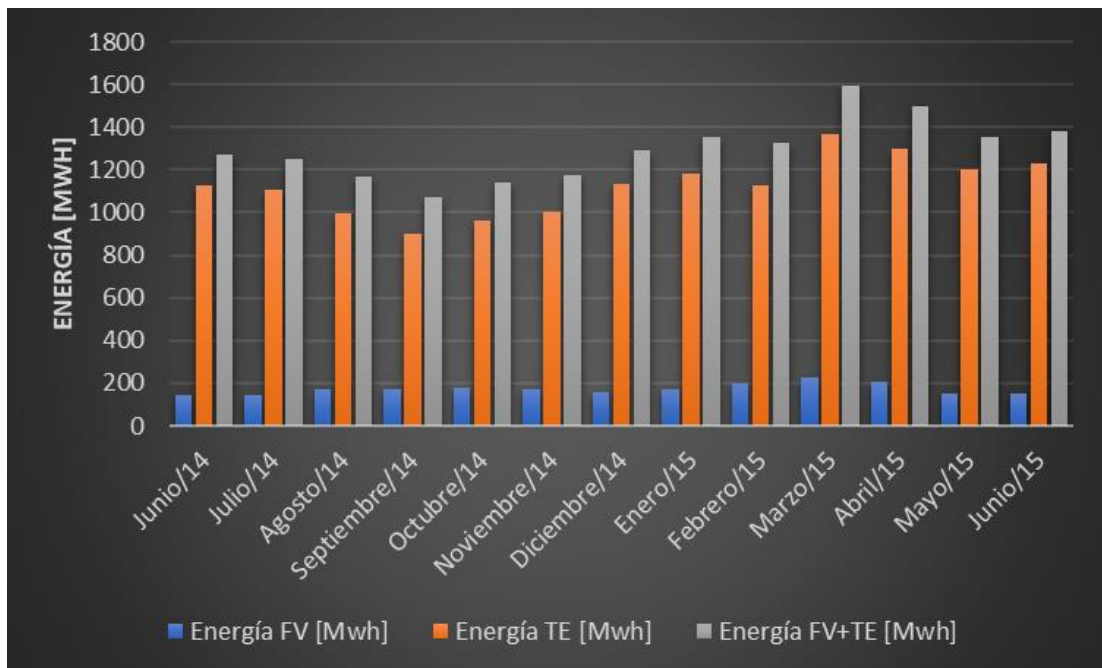


Ilustración 27. Distribución mensual de la generación eléctrica en el periodo de estudio.

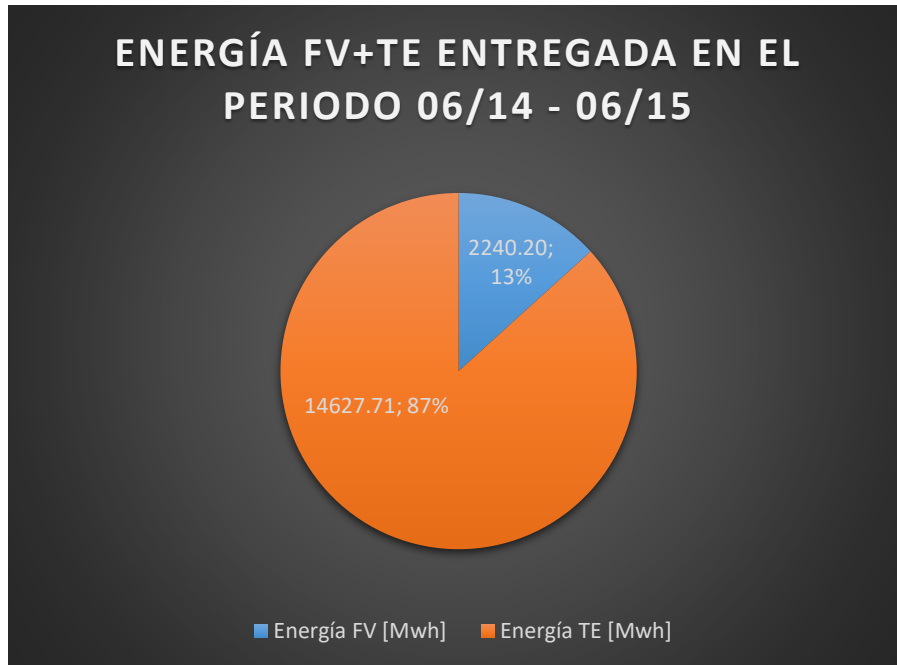


Ilustración 28. Energía termoeléctrica y fotovoltaica generada en el periodo de estudio.

3.1.1. Generación Termoeléctrica

Los datos tomados para este estudio cuentan con la información de la capacidad instalada hasta el 2015, lo que para ese momento se tenía por concepto de generación termoeléctrica eran 9 unidades de generación, comprendidos por 7 generadores de marca Caterpillar que producen nominalmente en conjunto 5.26 [Mw] y 2 generadores de marca Hyundai que producen nominalmente en conjunto 3.4 [Mw]. Dando en total una capacidad instalada de 8.66 [Mw] correspondientes a la generación termoeléctrica de la Isla Santa Cruz (Elecgalapagos S.A., 2015).

El combustible utilizado por las unidades de generación es el diésel y el rendimiento general de la planta térmica es de 14.69 [Kwh/gal] (MEER, 2016).

3.1.2. Generación Fotovoltaica

La central fotovoltaica de la Isla Santa Cruz está localizada en Puerto Ayora en el barrio Pampas Coloradas en un área aproximada de 2,9 hectáreas. Consta de 6.006 paneles solares fotovoltaicos de 250 Wp cada uno, dando una capacidad instalada de 1.5 [Mw]_p. La energía eléctrica que produce la planta es transmitida a

través de una línea aérea de aproximadamente 0,7 [km] hacia la subestación eléctrica Puerto Ayora, a un nivel de voltaje de 13,8 [kV]. Esta central genera cerca de 2,21 [GWh/año], cubriendo en un 8% la demanda de la isla Santa Cruz, esto evita la emisión de 1.441 [t CO₂/año], ahorrando también 172.400,00 [USD/año], al evitar el uso del combustible diésel de 158.166 [gal/año]. El costo total del proyecto fue alrededor de los 8 millones de dólares, los cuales fueron financiados a través de la Agencia de Cooperación Internacional de Corea-KOICA, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y la Empresa Eléctrica Provincial Galápagos (MEER, 2016).

En la Ilustración 29 se presenta la central fotovoltaica Puerto Ayora con su espacio físico y arreglo de paneles.



Ilustración 29. Central fotovoltaica Puerto Ayora.

Fuente: Elecgalapagos.

En la Ilustración 30 se presenta una captura de imagen satelital de la ubicación de la central fotovoltaica Puerto Ayora.



Ilustración 30. Vista de planta de la central fotovoltaica Puerto Ayora.

Fuente: (Google Earth).

La isla Santa cruz, y el Ecuador en general, se encuentra en una ubicación geográfica privilegiada con respecto al sol. El acimut se mantiene entre 66° y 113° durante todo el año, prácticamente el sol se encuentra en una posición perpendicular, en donde los rayos inciden directamente sobre una superficie horizontal. En la Ilustración 31 se presenta la posición del sol respecto al área de estudio, el acimut mostrado es de aproximadamente 86° un día del mes de marzo, mes de mayor generación de acuerdo a la Tabla 15 (Axaopulos, 2015; Freixanet, 2015; González Llorente & Puerto Leguizamón, 2014; “PD: 3D Sun-Path,” n.d.).

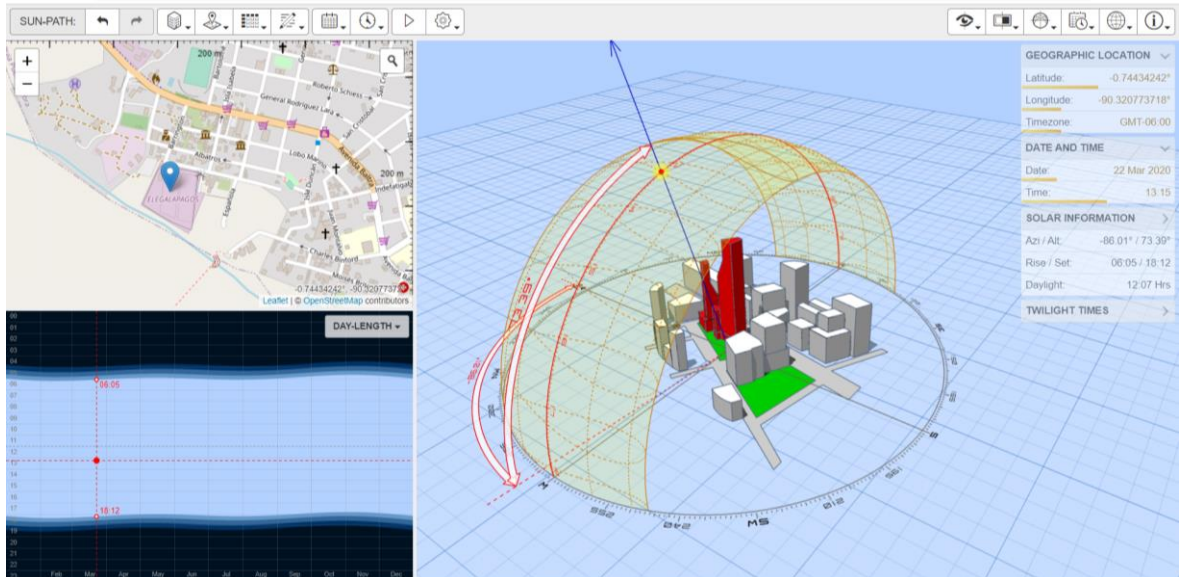


Ilustración 31. Ángulos solares en central fotovoltaica Puerto Ayora.

Fuente: ("PD: 3D Sun-Path," n.d.).

Para analizar el funcionamiento de esta planta fotovoltaica se utilizó la plataforma <https://power.larc.nasa.gov/> creada por la NASA (National Aeronautics and Space Administration), en donde se obtuvieron los valores de irradiación en la ubicación de la planta y en el periodo de estudio. Se empleó la información de la NASA, dado que la planta FV no cuenta con información recolectada con piranómetro para conocer la radiación solar incidente sobre la superficie de la planta.

En la Ilustración 32 se presenta el comportamiento de la irradiación en el área y periodo de estudio, como se puede observar el mes con mayor irradiación fue marzo/15 y el mes con menor irradiación fue julio/14.

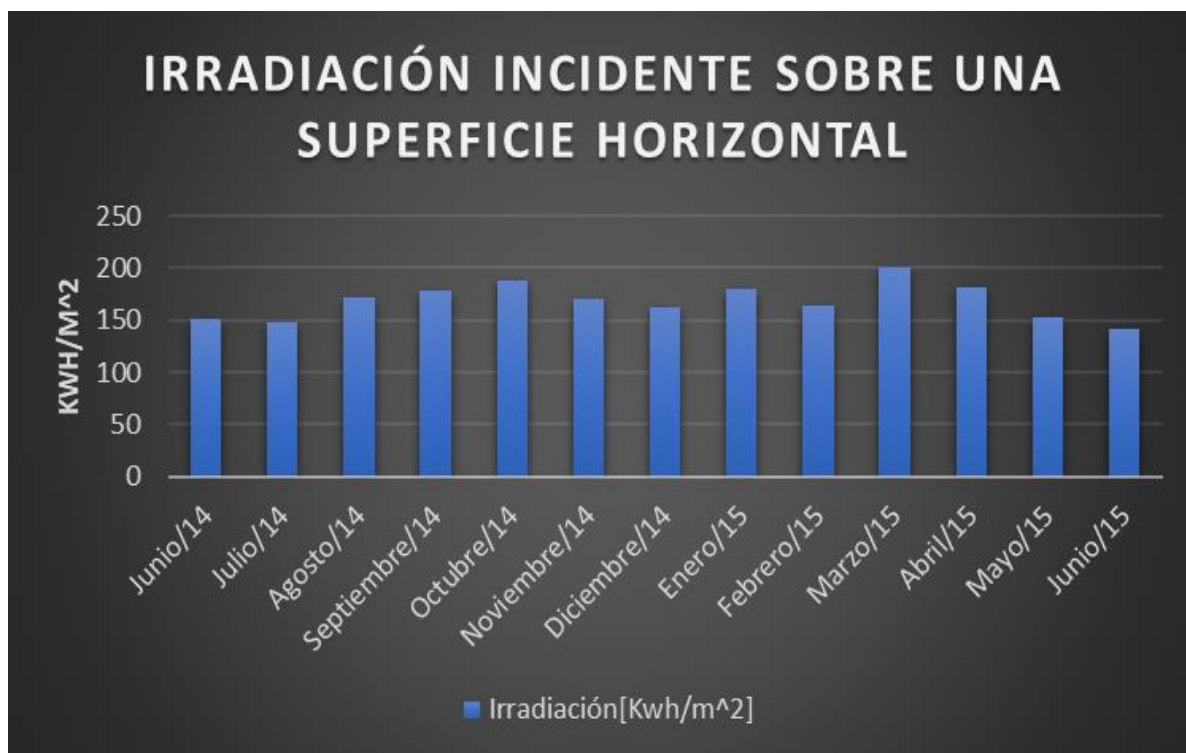


Ilustración 32. Irradiación incidente mensual sobre una superficie horizontal, Puerto Ayora.

Fuente: ("POWER Data Access Viewer," n.d.).

La irradiación mensual se mantiene entre 142[Kwh/m²] y 201[Kwh/m²], con un promedio de 168[Kwh/m²], para el periodo en estudio.

3.2. Estimación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Para el cálculo de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero se utilizó la calculadora entregada al Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) denominada "**Guía de Métodos de Estimación y Reporte al Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) del Ecuador**", basado en la metodología indicada por el IPCC, para la estimación de emisiones contaminantes al ambiente para fuentes fijas. Con esto se deducen las expresiones para encontrar la emisión de cada GEI, en referencia a la energía eléctrica entregada y combustible diésel consumido. Los GEI más representativos que se emiten en la combustión del diésel son: CO₂, CH₄ y N₂O (Guo, 2012; Intergovernmental panel on climate change (IPCC), 2019; Poch Ambiental para CNE, 2015; UNITAR, 2019).

$$E_{GEI} = \frac{EG * PCN_C * FE_{GEI}}{RG_C}$$

Ecuación 1

Donde:

- ✓ E_{GEI} : Emisiones generadas por contaminante GEI (CO₂, CH₄ y N₂O), expresado en toneladas [Ton].
- ✓ EG : Energía termoeléctrica generada, producto de combustión de diésel, en el periodo de estudio, expresado en megavatios-hora [Mwh].
- ✓ PCN_C : Poder calorífico neto del combustible considerado, para este caso el diésel posee un valor de 0.128450 [MMBtu/gal].
- ✓ FE_{GEI} : Factor de emisión de contaminante GEI producto de la combustión del diésel, para el CO₂=0.0741 [Ton/MMBtu], CH₄=3*10⁻⁶ [Ton/MMBtu], N₂O=0.6*10⁻⁶ [Ton/MMBtu]. Se asume la oxidación completa del diésel.
- ✓ RG_C : Rendimiento general de las unidades de generación en el consumo del combustible diésel, 14.690511*10⁻³ [Mwh/gal].

Para poder llevar todos los contaminantes a una sola unidad equivalente en función del CO₂ se realiza la ponderación indicada en la Ecuación 2 basada en el potencial o peso de calentamiento global expresado en la Tabla 1 (Guo, 2012; Intergovernmental panel on climate change (IPCC), 2019; Rypdal & Paciornik, 2006).

$$E_{CO_2-eq} = E_{CO_2} + 25 * E_{CH_4} + 298 * E_{N_2O}$$

Ecuación 2

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Potencial de Mitigación de GEI de la Planta Solar Fotovoltaica en Puerto Ayora - Galápagos

De acuerdo con toda la información recolectada descrita en el capítulo anterior se obtienen los valores de las emisiones generadas, producto de la combustión del diésel en la generación termoeléctrica. En la Tabla 16 se presentan estos datos que permite identificar la cantidad de diésel utilizado en el periodo de tiempo estudiado, 995760.02 [gal] y por efecto de la combustión de éste, la cantidad de emisiones generadas, 9510.25 [Ton-CO_{2eq}].

Tabla 16. Emisiones generadas por la generación termoeléctrica en el periodo de estudio.

	Energía TE [Mwh]	Diesel utilizado [gal]	Emisión CO2 [Ton]	Emisión CH4 [Ton]	Emisión N2O [Ton]	Emisiones Generadas [Ton- CO2eq]
Junio/14	1129.80	76909.51	732.0359	0.0296	0.0059	734.5432
Julio/14	1108.12	75433.63	717.9882	0.0291	0.0058	720.4474
Agosto/14	993.91	67659.02	643.9884	0.0261	0.0052	646.1941
Septiembre/14	900.53	61302.18	583.4830	0.0236	0.0047	585.4815
Octubre/14	960.85	65408.51	622.5677	0.0252	0.0050	624.7000
Noviembre/14	1000.78	68126.62	648.4390	0.0263	0.0053	650.6600
Diciembre/14	1133.86	77185.7	734.6647	0.0297	0.0059	737.1810
Enero/15	1180.43	80355.96	764.8397	0.0310	0.0062	767.4593
Febrero/15	1127.45	76749.56	730.5134	0.0296	0.0059	733.0155
Marzo/15	1366.01	92989.18	885.0845	0.0358	0.0072	888.1160
Abril/15	1295.30	88175.83	839.2703	0.0340	0.0068	842.1449
Mayo/15	1201.39	81782.91	778.4216	0.0315	0.0063	781.0878
Junio/15	1229.28	83681.42	796.4919	0.0322	0.0064	799.2200
Total	14627.71	995760.02	9477.7883	0.3837	0.0767	9510.2506

De igual manera, en la Tabla 17 se muestran los valores de emisión mitigados, producto de la no combustión del diésel, ya que se está cubriendo parte de la demanda de energía eléctrica mediante la generación fotovoltaica.

Tabla 17. Emisiones mitigadas por la generación fotovoltaica en el periodo de estudio.

	Energía FV [Mwh]	Diesel evitado [gal]	Mitigación CO2 [Ton]	Mitigación CH4 [Ton]	Mitigación N2O [Ton]	Emisiones Mitigadas [Ton-CO2eq]
Junio/14	142.41	9694.15	92.2703	0.0037	0.0007	92.5864
Julio/14	141.38	9624.28	91.6053	0.0037	0.0007	91.9190
Agosto/14	172.59	11748.97	111.8284	0.0045	0.0009	112.2114
Septiembre/14	172.10	11715.45	111.5094	0.0045	0.0009	111.8913
Octubre/14	180.34	12276.32	116.8478	0.0047	0.0009	117.2480
Noviembre/14	173.99	11844.17	112.7345	0.0046	0.0009	113.1207
Diciembre/14	157.02	10689.21	101.7415	0.0041	0.0008	102.0899
Enero/15	171.71	11689.22	111.2597	0.0045	0.0009	111.6408
Febrero/15	196.21	13356.58	127.1299	0.0051	0.0010	127.5653
Marzo/15	230.21	15671.52	149.1638	0.0060	0.0012	149.6747
Abril/15	203.60	13859.8	131.9196	0.0053	0.0011	132.3714
Mayo/15	150.31	10232.32	97.3927	0.0039	0.0008	97.7263
Junio/15	148.31	10096.13	96.0964	0.0039	0.0008	96.4256
Total	2240.20	152498.13	1451.4993	0.0588	0.0118	1456.4708

En el periodo de estudio se pudo evidenciar el comportamiento de la planta fotovoltaica, así como su potencial de mitigación, el cual es presentado en la Ilustración 33. Las emisiones totales mitigadas durante ese tiempo fueron de 1456.47 [Ton-CO₂eq]. Los valores mitigados para el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) pueden ser considerados no significativos en comparación a la mitigación del dióxido de carbono (CO₂), tal como lo muestra la Tabla 18.

Tabla 18. Valores totales mitigados en base a CO₂.

Mitigación CO2 [Ton]	Mitigación CH4 [Ton-CO2eq]	Mitigación N2O [Ton-CO2eq]
1451.4993	1.4691	3.5024
99.66%	0.10%	0.24%

De acuerdo con la Ilustración 33, el mes donde se obtuvo la mayor mitigación fue en Marzo/15 (149.67 [Ton-CO₂eq]) y el mes donde se obtuvo la menor mitigación fue en Junio/14 (92.58 [Ton-CO₂eq]). La relación entre la generación fotovoltaica y las emisiones mitigadas es obtenida de la Ecuación 1 descrita en el capítulo 3.

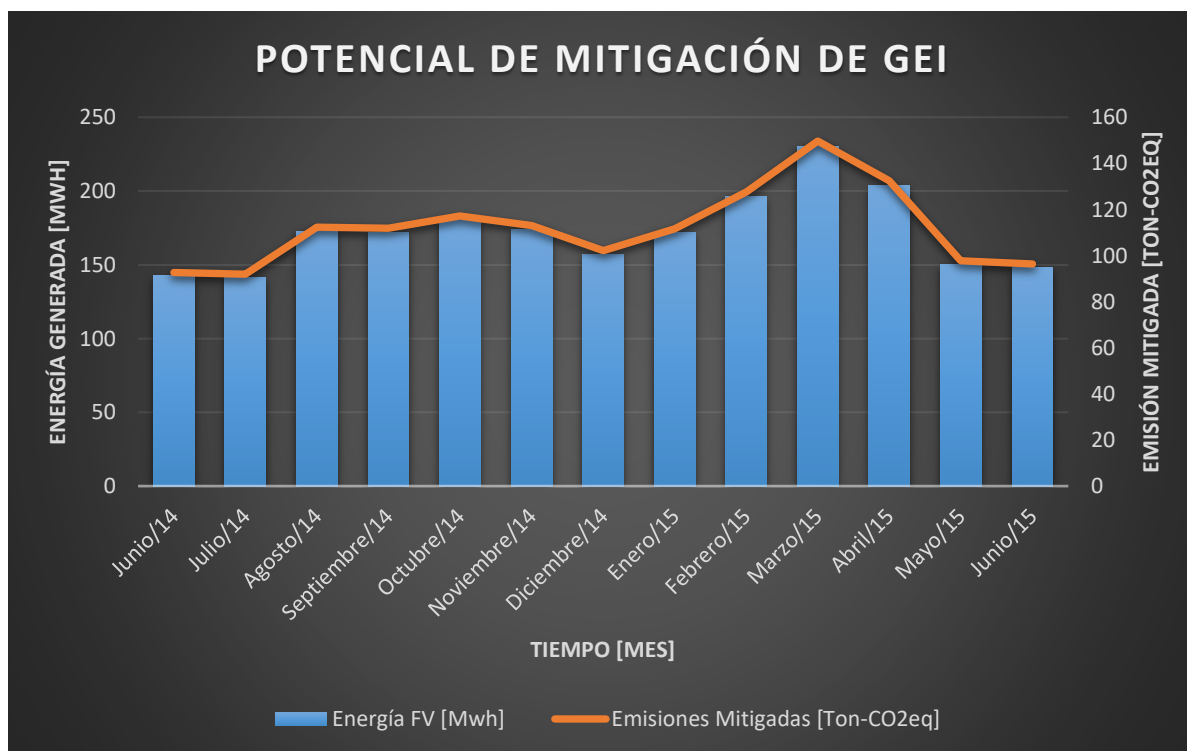


Ilustración 33. Potencial de mitigación de GEI de la planta fotovoltaica Puerto Ayora.

Como se puede observar de la Tabla 15, el porcentaje de utilización o cargabilidad de la planta fotovoltaica en el mes de mayor producción (marzo/15) fue del 41.26% de su capacidad nominal (1.5 [Mw]_p). Esto es ocasionado por diferentes factores ambientales y en especial, por la polución de la zona y la irradiación solar en los paneles. En la Tabla 19, se presentan los valores de irradiación global obtenidos en cada mes de estudio, empleando la plataforma de la NASA previamente mencionada. Los mismos representan la irradiación global incidente en una superficie horizontal expresados en Mwh/m².

Tabla 19. Irradiación incidente sobre una superficie horizontal en el área y periodo de estudio junto a la energía fotovoltaica generada.

	Irradiación [Mwh/m ²]	Energía FV [Mwh]
Junio/14	0.151	142.41
Julio/14	0.147	141.38
Agosto/14	0.173	172.59

Septiembre/14	0.178	172.10
Octubre/14	0.188	180.34
Noviembre/14	0.170	173.99
Diciembre/14	0.162	157.02
Enero/15	0.179	171.71
Febrero/15	0.163	196.21
Marzo/15	0.201	230.21
Abril/15	0.181	203.60
Mayo/15	0.153	150.31
Junio/15	0.142	148.31
Promedio	0.168	172.32

Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/>

En la Ilustración 34 se puede observar claramente el comportamiento relacionado entre la irradiación y la energía fotovoltaica generada.

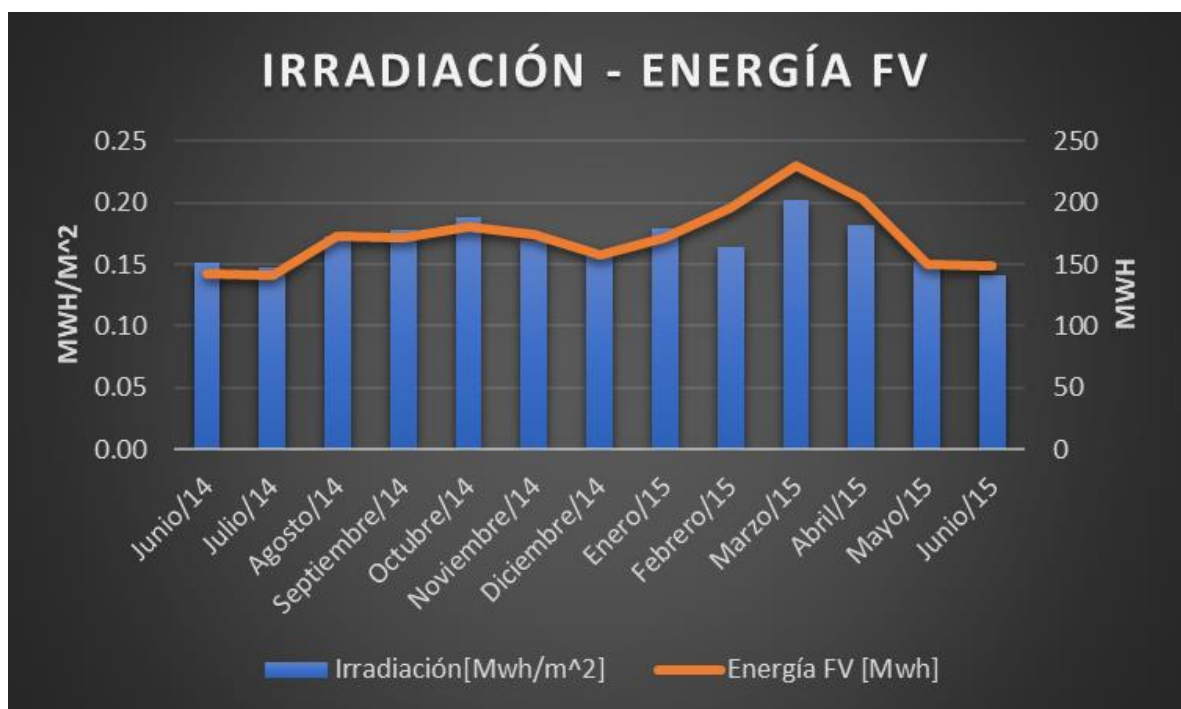


Ilustración 34. Irradiación proveniente del sol y energía fotovoltaica generada en el periodo de estudio.

4.2. Marco Regulatorio Vigente en el País

A lo largo de los últimos 10 años, el país ha sufrido varios cambios en lo que a políticas y marco regulatorio se refiere en el tema de incentivos y promoción de la generación fotovoltaica a pequeña y gran escala.

La Agencia de Regulación y Control de Electricidad – ARCONEL- en concordancia con lo dispuesto en la Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica en cuanto al incentivo de energías renovables no convencionales, la modernización de la redes de distribución, la generación distribuida, la gestión activa de la demanda, y la eficiencia energética por parte del consumidor; aprobó en Directorio la Regulación para microgeneración fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica.

Esta regulación fue puesta a consideración del Directorio de Arconel, luego del análisis técnico efectuado por la Coordinación Nacional de Regulación del Sector Eléctrico, a través de la Dirección Nacional de Regulación Técnica. La misma detalla las características que deben cumplir los consumidores para implementar sistemas de microgeneración fotovoltaica, el proceso para su habilitación y el tratamiento comercial.

Las características de la microgeneración fotovoltaica indica que el consumidor propietario del inmueble tendrá un solo sistema fotovoltaico, mismo que estará destinado a la reducción del consumo de la red de distribución, lo que implica una reducción en la factura por servicio de energía. Para ello, es necesario contar con la factibilidad de conexión, y su capacidad máxima es de 100 Kw; de manera transitoria se ha ampliado esta capacidad hasta 300 kW para usuarios residenciales, y 500 kW para industriales. El plazo de operación de este sistema será de 20 años (ARCONEL, 2018, 2019).

La Agencia de Regulación y Control de Electricidad controla el proceso y emite autorización para, instalación, operación y firma del contrato de suministro. En este aspecto, el consumidor debe solicitar ser consumidor con sistema fotovoltaico. Para ello, debe adjuntar los requisitos técnicos y legales a la empresa distribuidora.

Por su parte, la empresa distribuidora otorga la conexión, tramita la autorización de instalación y operación e instala la medición. El método de comercialización será a través del balance mensual de la energía entregada y consumida.

La actual regulación del Arconel (003/18) no es atractiva para generar un gran impacto e interés en promover el uso de energía fotovoltaica, se condiciona mucho al autoconsumo sin tener algún precio preferencial, y eximiendo de mejores beneficios a los inversionistas que pretenden montar estos sistemas.

4.3. Aporte de la planta fotovoltaica Puerto Ayora al objetivo #7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La Central Fotovoltaica de Puerto Ayora representa una contribución para el objetivo 7 de los ODS y cumple con sus objetivos específicos, brindando así la oportunidad de suplir la demanda energética de una manera amigable con el medio ambiente con el uso de tecnologías renovables.

El objetivo 7 de desarrollo sostenible del PNUD indica lo siguiente: *“Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”*.

En la Tabla 20 se muestra el cumplimiento de cada uno de los objetivos e indicadores del objetivo 7 de la ODS.

Tabla 20. Matriz de cumplimiento a los objetivos e indicadores del ODS #7.

Objetivo/Meta	Indicador	Cumplimiento
De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.	<i>Proporción de la población que tiene acceso a la electricidad.</i>	Cumple
	<i>Proporción de la población cuya fuente primaria de energía son los combustibles y tecnologías limpias.</i>	Cumple

De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.	<i>Proporción de energía renovable en el consumo final total de energía.</i>	Cumple
De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.	<i>Intensidad energética medida en función de la energía primaria y el PIB.</i>	Cumple
De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias.	<i>Corrientes financieras internacionales hacia los países en desarrollo para apoyar la investigación y el desarrollo de energías limpias y la producción de energía renovable, incluidos los sistemas híbridos.</i>	Cumple
De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.	<i>Inversiones en eficiencia energética en proporción al PIB y a la cuantía de la inversión extranjera directa en transferencias financieras destinadas a infraestructura y tecnología para servicios de desarrollo sostenible.</i>	Cumple

4.4. Matriz Energética en Santa Cruz - Galápagos

La matriz energética de la Isla Santa Cruz, tal como se presenta en la **Error! Reference source not found.**, indica la aún dependencia en mayor proporción del uso de energía eléctrica generada mediante el consumo de recursos fósiles, en este caso, la quema de combustible diésel. Teniendo en cuenta el potencial del

recurso solar en esta región, se deberían crear políticas locales que promuevan de mejor manera la implementación de este tipo de tecnologías para la generación fotovoltaica y aumento de su capacidad instalada.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El potencial de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), de la planta fotovoltaica Puerto Ayora, presentado en este trabajo muestra que anualmente se mitiga alrededor de 1400[Ton-CO_{2eq}]; la planta genera cerca de 470 [Kw] en promedio que representa un 30% de su capacidad nominal y con esto se deja de consumir 150000[gal] de combustible diésel para uso de generación eléctrica.
- El Ecuador posee una ventaja geográfica para el aprovechamiento de la energía solar, debido a su posición central en la línea ecuatorial el potencial solar del país posee niveles de insolación global promedio alrededor de 4575[Kwh/m²-dia]. Esta energía en el país es aprovechada para generar alrededor de 27.63[Mw] que representan el 0.33% de la generación total en el país. Actualmente, no se cuenta con la regulación ni los incentivos necesarios para promover el uso de este tipo de energías; se deberían adoptar medidas que han resultado en otros países como la de precio de venta preferencial.
- La planta fotovoltaica Puerto Ayora en la Isla Santa Cruz, cumple con los requisitos para representar un aporte significativo al objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.
- Dentro de la matriz energética de la Isla Santa Cruz se puede evidenciar la contribución de la energía eólica y solar fotovoltaica como fuentes renovables de energía. La participación de la energía solar en esta isla representa el 28% dentro de las energías renovables no convencionales.

- A partir de este trabajo se puede analizar la eficiencia real de la planta fotovoltaica instalada en Santa Cruz, comparando los datos de placa en sitio y modelando el sistema contrastando los datos de entrada con los de salida. De igual manera se recomienda realizar un estudio con datos actualizados y tomando en cuenta todos los tipos de fuente de generación existentes.
- Se recomienda el uso de este tipo de recurso, ya que traerá como principal beneficio al País la disminución en el consumo de combustibles fósiles para generación de electricidad, con la consecuente disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y de egresos por costos de importación de combustibles. Por otro lado, para el sistema eléctrico nacional, la ubicación apropiada de los proyectos solares fotovoltaicos o térmicos solares, permitirán mejorar la calidad y confiabilidad del sistema en aquellas zonas alejadas de los grandes centros de consumo, así como en las zonas urbanas como por ejemplo empleando smart grids o generación distribuida.

6. Referencias

- Abal, G., & Durañoma, V. (2013). *Manual Tecnico de Energía Solar Termica*. 206. Retrieved from http://www.energiasolar.gub.uy/documentos/capacitacion/manual_est_aspectos_tecnicos_normativos_vol_ii.pdf
- Abella, M. A. (2016). *Dimensionado de Sistemas Fotovoltaicos Autónomos*.
- Abella, M. A., Romero, F. C., & Fotovoltaico, S. D. B. (2017). Master en Energías Renovables y Mercado Energético Energía Solar Fotovoltaica Escuela de Organización Industrial Sistemas de Bombeo Fotovoltaico. *Dimensionamiento De Sistemas Fotovoltaicos*, 1(1), 73.
- Adenle, A. A. (2020). Assessment of solar energy technologies in Africa- opportunities and challenges in meeting the 2030 agenda and sustainable development goals. *Energy Policy*, 137(October 2018), 111180. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111180>
- Agencia de Regulacion y control de electricidad. (2019). *Atlas del sector de eléctrico ecuatoriano 2018*.
- Agency, I. E. (2019). World Energy Balances 2019 Edition. *BP Energy Outlook 2019*. Retrieved from <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf>
- Al-Addous, M., Dalala, Z., Alawneh, F., & Class, C. B. (2019). Modeling and quantifying dust accumulation impact on PV module performance. *Solar Energy*, 194(July), 86–102. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.09.086>
- Alonso, J., Fernández, A., Jiménez, C., & Lecuona, A. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica* (G. Sala, Ed.).
- Alonso, M. (2011). Master en Energías Renovables y Mercado Energetico. *Ciemat*, 1(1), 59. Retrieved from http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45340/componente45338.pdf
- Altan, H., Hajibandeh, M., Tabet Aoul, K. A., & Deep, A. (2016). Passive design. *Springer Tracts in Civil Engineering*, 209–236. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31967-4_8

- Aman, M. M., Solangi, K. H., Hossain, M. S., Badarudin, A., Jasmon, G. B., Mokhlis, H., ... Kazi, S. N. (2015). A review of Safety, Health and Environmental (SHE) issues of solar energy system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1190–1204. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.086>
- Apolo, H. I., Sc, M., Escobar-segovia, K., Sc, M., Arcentales-bastidas, D., Ph, D., ... Km, G. (2019). *Santa Cruz , Galapagos Electricity sector towards a zero fossil fuel island*. (July), 24–26.
- ARCONEL. (2018a). *Codificacion-Regulacion-No.-ARCONEL-003-18* (p. 41). p. 41.
- ARCONEL. (2018b). *Regulación 004/18-Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica*. 46. Retrieved from <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwipj-L3u7LqAhVPJt8KHRg1DjMQFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.regulacionelectrica.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2Fdownloads%2F2018%2F11%2FARCONEL-004-18DISTRIBUCION-Y-COMERCIALIZACION.pdf>
- ARCONEL. (2018c). *Regulación Nro. ARCONEL - 003/18. Regulaciones*. Retrieved from <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/074-17.doc.pdf%0Ahttps://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/ARCONEL-003-18MICROGENERACION.pdf>
- ARCONEL. (2019a). *Estadísticas Anuales Y Multianual Del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2018*. 214. Retrieved from <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/EstadísticaAnualMultianual2018.pdf>
- ARCONEL. (2019b). *Pliego Tarifario Para Las Empresas Eléctricas de Distribución - Servicio Público de Energía Eléctrica. Resolución Nro. ARCONEL – 035/19*, 19, 35.
- ARCONEL. (2019c). *Resolución Nro. Arconel-057/18 Generación fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica* (p. 3). p. 3. Retrieved from <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/Reforma-a-la-Regulacion-Microgeneracion.pdf>

- ARCONEL Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2015). *Inventario de recursos energéticos del Ecuador con fines de producción eléctrica*.
- ARCONEL Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2019). *Marco normativo para la participación de la generación distribuida - Informe de sustento*.
- Arellano, M. C. (2007). *Generación de energía eléctrica mediante sistemas de generación distribuida fotovoltaica*.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución del Ecuador. *Registro Oficial*, (20 de Octubre), 173. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Asdrubali, F., Baldinelli, G., D'Alessandro, F., & Scrucca, F. (2015). Life cycle assessment of electricity production from renewable energies: Review and results harmonization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1113–1122. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.082>
- Axaopoulos, P. (2018). 4. Radiación Solar Sobre Superficies Inclinadas. *Radiación Solar Sobre Superficies Inclinadas*, 15. Retrieved from http://www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/es04/chapter_4_ES.pdf
- Axaopoulos, P. J., & Fylladitakis, E. D. (2014). Photovoltaic engineering e-learning applications developed for remote laboratory experimentation systems. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s40095-014-0078-4>
- Axaopulos, P. (2015). *Principios de la Geometría Solar*.
- Barriga, A., Delgado, E., Guevara, J., & Peralta, J. (2014). Introducción al estudio de fuentes renovables de energía. *Proyecto LATIn*, 58(12), 7250–7257. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Becker, S., Demski, C., Evensen, D., & Pidgeon, N. (2019). Of profits, transparency, and responsibility: Public views on financing energy system change in Great Britain. *Energy Research and Social Science*, 55(May), 236–246. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.05.013>
- Berrío-Monsalve, M. A., Botero-Botero, S., & Arango-Arango, M. (2015). Análisis de los Indicadores de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Valorar Proyectos de Energía Renovable en Sistemas Eléctricos, Caso de Colombia. *Lámpsakos*, (13), 24. <https://doi.org/10.21501/21454086.1496>
- Carolyn. Roos, P. (2009). Solar Electric System Design , Operation and Installation. *Washington State University Extension Energy Program*, (October), 35.

Retrieved from www.energy.wsu.edu

- Carvajal, P. (2012). *Galápagos Islands Zero Fossil Fuels Initiative*.
- Castro, M. (2009). Células Solares de Silicio para Alta Concentración: Industrialización y Células de Contacto Posterior. *Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion*, 189.
- Çelik, Ö., Teke, A., & Tan, A. (2018). Overview of micro-inverters as a challenging technology in photovoltaic applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(December 2016), 3191–3206. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.024>
- Cheng, L., Zhang, F., Li, S., Mao, J., Xu, H., Ju, W., ... Li, M. (2020). Solar energy potential of urban buildings in 10 cities of China. *Energy*, 196, 117038. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117038>
- Córdova-Suárez, M., Carrasco, M., Padilla, P., & Garcés-Sánchez, E. (2018). Estudio de la Huella de Carbono en Unidades Desconcentradas de Terminales Terrestres. *Revista Politécnica*, 41(1), 39–44. <https://doi.org/10.33333/rp.v41i1.907>
- David Tan, A. K. S. (2011). Handbook for Solar Photovoltaic Systems. *Energy Market Authority, Singapore Publication*, 4–9.
- Desideri, U., Proietti, S., Zepparelli, F., Sdringola, P., & Bini, S. (2012). Life Cycle Assessment of a ground-mounted 1778kWp photovoltaic plant and comparison with traditional energy production systems. *Applied Energy*, 97, 930–943. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.01.055>
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Wiley: Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition - John A. Duffie, William A. Beckman*. Retrieved from <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470873663.html>
- Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., & Sokono, Y. (2014). Cambio climático 2014. *Ippc*, 33. <https://doi.org/10.1256/004316502320517344>
- Education, Ma. H. (2012). Componentes de una instalación solar fotovoltaica. *Unknown*, 24. Retrieved from <http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
- EFE VERDE. (2019). En 2018 las emisiones de CO2 se aceleraron al mayor ritmo en cinco años. *El Espectador*, (I), 1. Retrieved from <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/en-2018-las-emisiones-de-co2-se-aceleraron-al-mayor-ritmo-en-cinco-anos-articulo->

846860

- Eicker, U., Nouvel, R., Duminil, E., & Coors, V. (2014). Assessing passive and active solar energy resources in cities using 3D city models. *Energy Procedia*, 57, 896–905. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.299>
- Elecgalapagos S.A. (2015). *Iluminando al patrimonio natural de la humanidad*.
- Elecgalapagos S.A. (2020). *Plan Estratégico*.
- Estado, E. L., Arte, D. E. L., Energía, D. E. L. A., Eduardo, J., Ávila, Á., & Ramon, V. (n.d.). *Solar Conectada a La Red Eléctrica Y a Viviendas Unifamiliares*. 1–4.
- ETESA. (2011). *Plan de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2011 – 2025 Tomo II Plan Indicativo de Generación Gerencia de Planeamiento ETE-DTR-GPL-146-2011*.
- Freixanet, V. (2015). Geometría Solar. *Heliodon*, 16.
- Fthenakis, V. M., Hyung, C. K., & Alsema, E. (2008). Emissions from photovoltaic life cycles. *Environmental Science and Technology*, 42(6), 2168–2174. <https://doi.org/10.1021/es071763q>
- Gazbour, N., Razongles, G., Schaeffer, C., & Charbuillet, C. (2017). Photovoltaic power goes green. *2016 Electronics Goes Green 2016+, EGG 2016*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/EGG.2016.7829819>
- González Llorente, J. D., & Puerto Leguizamón, G. A. (2014). Estimación de la cantidad de potencia suministrada por las celdas fotovoltaicas de un cubesat. *Revista Tecnura*, 18(41), 53. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2014.3.a04>
- Guasumba Toaquiza, A. O., & Briceño Mosquera, L. G. (2017). *Estudio técnico económico y financiero para la implementación del sistema Ner Metering en Ecuador*.
- Guo, M. (2012). *Life Cycle Assessment (LCA) of Light-Weight Eco-composites*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-35037-5>
- Hacke, P., Lokanath, S., Williams, P., Vasan, A., Sochor, P., TamizhMani, G. S., ... Kurtz, S. (2018). A status review of photovoltaic power conversion equipment reliability, safety, and quality assurance protocols. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(April 2017), 1097–1112. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.043>
- Haro, L., & Oscullo, J. (2009). Factor Anual de Emisión de CO2 Producido por el

- Parque Generador del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador, Mediante la Aplicación de la Metodología de la Convención Marco Sobre el Cambio Climático UNFCCC, para el Periodo 2009-2014 Annual CO2 Emissi. *Revista Politécnica-Marzo*, 37(1).
- Hassan, H. (2020). Comparing the performance of passive and active double and single slope solar stills incorporated with parabolic trough collector via energy, exergy and productivity. *Renewable Energy*, 148, 437–450. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.050>
- Heo, J. Y., & Park, M. (2018). Simulation analysis of power management techniques for a solar-powered embedded device. *2017 2nd International Conference on Power and Renewable Energy, ICPRE 2017*, 845–848. <https://doi.org/10.1109/ICPRE.2017.8390653>
- Hughes, R. (2008). Cero combustibles fósiles en Galápagos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 287. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- INEC. (2017). *Memoria estadística Galápagos - 2017*.
- Intergovernmental panel on climate change (IPCC). (2019). *C H a P T E R 2 Stationary Combustion*. 2–6.
- IRENA. (2015). *Renewable Energy Policy Brief Ecuador*. (June), 10. Retrieved from http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Latin_America_Policies_2015_Country_Ecuador.pdf
- IRENA. (2020). Solar Energy. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20951-2_7
- Jayakumar, P. (2009). Solar Energy Resource Assessment Handbook. *Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology Of the United Nations – Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP)*, (September), 1–117.
- Joaquín, L. (2013). *El mercado de carbono en el Ecuador Resumen*. 125. Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5706/T-PUCE-5861.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jutglar, L. (2004). *Energía Solar*.
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(August 2017), 894–900. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.094>
- Kannan, N., & Vakeesan, D. (2016). Solar energy for future world: - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1092–1105.

- <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.022>
- Kanters, J., & Horvat, M. (2012). Solar energy as a design parameter in urban planning. *Energy Procedia*, 30, 1143–1152. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.11.127>
- Kanters, J., Wall, M., & Dubois, M. C. (2014). Typical values for active solar energy in urban planning. *Energy Procedia*, 48, 1607–1616. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.02.181>
- Katiyar, A., & Pandey, C. (2013). Solar radiation models. Part 1: A review. *Energy Sources*, 26(5), 507–520. <https://doi.org/10.1080/00908310490429696>
- Krauter, S., & Rütther, R. (2004). Considerations for the calculation of greenhouse gas reduction by photovoltaic solar energy. *Renewable Energy*, 29(3), 345–355. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(03\)00251-9](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(03)00251-9)
- Ladino, R. (2011). La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. Caso: vereda Carupana, municipio de Tauramena, departamento de Casanare. *Pontificia Universidad Javeriana. Bogota, D.C., Marzo 2011*, (2), 135. Retrieved from <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/1085/1/LadinoPeraltaRafaelEduardo2010.pdf>
- Le, T. H., Le, H. C., & Taghizadeh-Hesary, F. (2020). Does financial inclusion impact CO2 emissions? Evidence from Asia. *Finance Research Letters*, 101451. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101451>
- Li, W., & Hao, Y. (2017). Explore the performance limit of a solar PV – thermochemical power generation system. *Applied Energy*, 206(September), 843–850. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.08.172>
- Lira-oliver, A. (2016). *Radiación solar invisible y arquitectura Invisible Solar Radiation and Architecture*. 116–124.
- Liu, F., & van den Bergh, J. C. J. M. (2020). Differences in CO2 emissions of solar PV production among technologies and regions: Application to China, EU and USA. *Energy Policy*, 138(November 2019), 111234. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111234>
- Lobaccaro, G., & Frontini, F. (2014). Solar energy in urban environment: How urban densification affects existing buildings. *Energy Procedia*, 48(1876), 1559–1569. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.02.176>
- López Ruiz, P. (2015). Diseño De Una Instalación Solar Fotovoltaica Para El

- Suministro De Energía Eléctrica De Una Vivienda Aislada. *Universitat Rovira I Virgili*, (2002), 141. Retrieved from <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/2317pub.pdf>
- Louwen, A., Van Sark, W. G. J. H. M., Faaij, A. P. C., & Schropp, R. E. I. (2016). Re-assessment of net energy production and greenhouse gas emissions avoidance after 40 years of photovoltaics development. *Nature Communications*, 7, 1–9. <https://doi.org/10.1038/ncomms13728>
- MAE. (2003). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, TULSMA. *Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-Mar.-2003*, (3399), 1–578.
- MAE, CENACE, & CONELEC. (2012). *Factor de emisión del sistema nacional interconectado al año 2012*. 18. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Informe-de-Factor-de-Emission-de-CO2-20121.pdf>
- Mahapatra, S., Chanakya, H. N., & Dasappa, S. (2009). Evaluation of various energy devices for domestic lighting in India: Technology, economics and CO2 emissions. *Energy for Sustainable Development*, 13(4), 271–279. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2009.10.005>
- Mansouri, F., James, K., Dan, B., Locke, J., & Paul, S. (2019). Evaluating solar energy technical and economic potential on rooftops in an urban setting : the city of Lethbridge , Canada. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 10(1), 13–32. <https://doi.org/10.1007/s40095-018-0289-1>
- Manzano, S., Peña-ortiz, R., Guevara, D., & Ríos, A. (2014). *Plataforma Cloud para monitoreo remoto de sistemas fotovoltaicos aislados en el Ecuador*. 163–174.
- MEER. (2016). *Rendición De Cuentas Elecgalapagos 2016*. 30.
- Memar, M. R., Moazzami, M., Shahinzadeh, H., & Fadaei, D. (2017). Techno-economic and environmental analysis of a grid-connected photovoltaic energy system. *2017 Electrical Power Distribution Networks Conference, EPDC 2017*, 124–130. <https://doi.org/10.1109/EPDC.2017.8012752>
- Meteorológica, O., Omm, M., & De, A. (2019). *La concentración de gases de efecto invernadero alcanza nuevas cifras récord*. 1–6.
- Ministerio de Energía y Recursos Renovables. (2017). *Plan Maestro de la Electricidad. Expansión de la generación*. Retrieved from <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/4.-EXPANSION-DE-LA-GENERACION.pdf>

- Ministerio del Ambiente. (2015). Marco institucional para incentivos ambientales. *Registro Oficial*.
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. 476.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2018). *Punto verde*. 1–4.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2015). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. *Gobierno de España*, 65. Retrieved from https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf
- Mohanty, P., Muneer, T., & Kolhe, M. (2016). Solar Photovoltaic System and Applications. In *Japanese Journal of Applied Physics* (Vol. 20). <https://doi.org/10.7567/jjaps.20s2.235>
- Mohsenipour, M., Ebadollahi, M., Rostamzadeh, H., & Amidpour, M. (2020). Design and evaluation of a solar-based trigeneration system for a nearly zero energy greenhouse in arid region. *Journal of Cleaner Production*, 254, 119990. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.119990>
- Montoya Rasero, C. (2006). La energía solar fotovoltaica en el CTE. *Electra*, (137), 94–100.
- Moreno, A. (2016). *Dimensionado de una instalación fotovoltaica para una vivienda rural aislada*.
- Moreno, M. R. U. Z., & Formativos, C. (2011). *Conectadas a La Red Eléctrica En La*. 1–19.
- Muñoz-Vizhñay, J. P., Rojas-Moncayo, M. V., & Barreto-Calle, C. R. (2018). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador. *Ingenius*, (19), 60–68. <https://doi.org/10.17163/ings.n19.2018.06>
- Nacions Unides. (2016). Objectius pel Desenvolupament Sostenible. *Labor de La Comisión de Estadística En Relación Con La Agenda 2030 Para El Desarrollo Sostenible*, 23.
- Najmul Hoque, S. M., & Das, B. K. (2013). Analysis of cost, energy and CO2 emission of solar home systems in Bangladesh. *International Journal of Renewable Energy Research*, 3(2), 347–352. <https://doi.org/10.20508/ijrer.85428>
- NASA. (2016). *¿ Es muy viejo ? ¿ O no tanto ? ¿ Cuánto tiempo brillará el Sol ?* 4–

6.

- Nugent, D., & Sovacool, B. K. (2014). Assessing the lifecycle greenhouse gas emissions from solar PV and wind energy: A critical meta-survey. *Energy Policy*, 65(January), 229–244. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.048>
- Nur, A., & Bugutekin, A. (2017). Solar PV System cost analysis for a smart home. *International Journal of Energy Research*, 4(4), 152–163. Retrieved from dergipark.gov.tr/ijeat/issue/31601
- ONU. (2018). ¿ Qué Son Los Objetivos De Desarrollo ¿Cuál Es La Función Del Pnud ? 1–3. Retrieved from <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- ONU. (2019). ODS 7. 1–4. <https://doi.org/10.18356/c9b5926e-es>
- Parra Narváez, R. (2015). Factor de emisión de CO₂ debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001-2014. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 7(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v7i2.269>
- Parsa, S. M., Rahbar, A., Javadi Y, D., Koleini, M. H., Afrand, M., & Amidpour, M. (2020). Energy-matrices, exergy, economic, environmental, exergoeconomic, enviroeconomic, and heat transfer (6E/HT) analysis of two passive/active solar still water desalination nearly 4000m: Altitude concept. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121243. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121243>
- PD: 3D Sun-Path. (n.d.). Retrieved November 10, 2020, from <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>
- Perpiñan, O. (2015). *Radiación Solar*.
- Petrichenko, K., Üрге-vorsatz, D., & Cabeza, L. F. (2019). *Energy & Buildings Modeling global and regional potentials for building-integrated solar energy generation*. 198, 329–339. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.06.024>
- Platonova, E. V., Toropov, A. S., & Tulikov, A. N. (2019). Simulation of energy input to solar panels. *Proceedings - 2019 International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2019*, 133–137. <https://doi.org/10.1109/URALCON.2019.8877633>
- PNUD. (2017). *Energía asequible y no contaminante*.
- Poch Ambiental para CNE. (2015). *Proyección de la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energía años 2000-2025*. Retrieved from <https://www.cne.cl/wp->

content/uploads/2015/07/Resumen_Ejecutivo_GEIS.pdf

- Poruschi, L., & Ambrey, C. L. (2019). Energy justice, the built environment, and solar photovoltaic (PV) energy transitions in urban Australia: A dynamic panel data analysis. *Energy Research and Social Science*, 48(September 2018), 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.09.008>
- POWER Data Access Viewer. (n.d.). Retrieved November 10, 2020, from <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Reardon, C., & Clarke, D. (2013). Passive Cooling. *Solar Energy*, 33(5), 135–148. [https://doi.org/10.1016/0038-092x\(84\)90205-6](https://doi.org/10.1016/0038-092x(84)90205-6)
- Romero Crespo, J. F., & Flores Peralta, J. I. (2019). Estudio e implementación de un sistema de microgeneración solar fotovoltaico para autoconsumo (caso de estudio considerando la regulación Nro. ARCONEL-003/18). In *Articulo Ecuador* (Vol. 1).
- Rypdal, K., & Paciornik, N. (2006). CAPÍTULO 1. Introducción a las directrices de 2006. *Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, 1–13.
- Scarpa, F., Marchitto, A., & Tagliafico, L. A. (2017). Splitting the solar radiation in direct and diffuse components; Insights and constrains on the clearness-diffuse fraction representation. *International Journal of Heat and Technology*, 35(2), 325–329. <https://doi.org/10.18280/ijht.350213>
- Secretaría Técnica del Ecuador. (2019). *Informe de avance del cumplimiento de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible*.
- Sendy, A. (2020). *How solar energy pros and cons have changed in 2020*. 1–5.
- SENPLADES. (2018). *Examen Nacional Voluntario Ecuador 2018*. 1–202. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/19627EcuadorVNRReportENVE2018.pdf>
- Shahsavari, A., & Akbari, M. (2018). Potential of solar energy in developing countries for reducing energy-related emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90(March), 275–291. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.065>
- Sherwani, A. F., Usmani, J. A., & Varun. (2010). Life cycle assessment of solar PV based electricity generation systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 540–544. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.08.003>

- SMA. (2011). *Coeficiente de rendimiento: Factor de calidad de la instalación fotovoltaica*. 2, 3, 5. Retrieved from <http://files.sma.de/dl/7680/Perfratio-TI-es-11.pdf>
- Srivastava, R., Tiwari, A. N., & Giri, V. K. (2020). An overview on performance of PV plants commissioned at different places in the world. *Energy for Sustainable Development*, 54, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2019.10.004>
- Szulejko, J. E., Kumar, P., Deep, A., & Kim, K. H. (2017). Global warming projections to 2100 using simple CO₂ greenhouse gas modeling and comments on CO₂ climate sensitivity factor. *Atmospheric Pollution Research*, Vol. 8, pp. 136–140. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2016.08.002>
- Tanesab, J., Parlevliet, D., Whale, J., & Urmee, T. (2018). Energy and economic losses caused by dust on residential photovoltaic (PV) systems deployed in different climate areas. *Renewable Energy*, 120, 401–412. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.076>
- Trespalcios, J., Blanquicett, C., & Carrillo, P. (2018). *Gases y efecto invernadero*. Tribunal, E., Europeo, C., Europeo, C., Europeo, C., Owen, P. W., & Europeo, C. (2017). El suministro y consumo de energía produce el 79% de las emisiones de gases efecto invernadero de la UE. *Factor CO₂*, 2–5. Retrieved from <https://www.factorco2.com/es/el-suministro-y-consumo-de-energia-produce-el-79-de-las-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-de-la-ue/noticia/1808>
- Turconi, R., Boldrin, A., & Astrup, T. (2013). Life cycle assessment (LCA) of electricity generation technologies: Overview, comparability and limitations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 555–565. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.013>
- UNFCCC. (2018). *Tool to calculate the emission factor for an electricity system V7.0*. 60.
- Unidos, E., Internacional, A., Unidos, E., & Birol, F. (2019). *Emisiones de CO₂ aceleraron su crecimiento en 2018*. 2018–2020.
- UNITAR. (2019). *UNITAR-GEF Global Project: Implementation of National PRTR in Ecuador*.
- UNSDG. (2018). Desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: desafíos y ejes de política pública. *Grupo de Desarrollo Sostenible de Las Naciones Unidas Para América Latina y El Caribe*, 72. Retrieved from <https://onu.org.gt/wp-content/uploads/2018/10/Desafios-y-Estrategias-para-el->

- Desarrollo-sostenible-en-América-Latina-y-el-Caribe-compressed.pdf
- Vasco, G. (2013). *7 Metodologías para el cálculo de emisiones* (Ihobe, Ed.).
- Vegas Portero, A. (2009). *Diseño de una instalación fotovoltaica de 200 kW en un edificio*. 150. Retrieved from <https://orffpruebas.uc3m.es/handle/10016/9063>
- Wall, M., Munari Probst, M. C., Roecker, C., Dubois, M. C., Horvat, M., Jørgensen, O. B., & Kappel, K. (2012). Achieving solar energy in architecture - IEA SHC Task 41. *Energy Procedia*, 30, 1250–1260. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.11.138>
- Yu, Z., Gou, Z., Qian, F., Fu, J., & Tao, Y. (2019). Towards an optimized zero energy solar house: A critical analysis of passive and active design strategies used in Solar Decathlon Europe in Madrid. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117646. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117646>
- Zhang, H., Lu, Y., Han, W., Zhu, J., Zhang, Y., & Huang, W. (2020). Solar energy conversion and utilization: Towards the emerging photo-electrochemical devices based on perovskite photovoltaics. *Chemical Engineering Journal*, 393, 124766. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124766>
- Zhang, Y., Ren, J., Pu, Y., & Wang, P. (2020). Solar energy potential assessment: A framework to integrate geographic, technological, and economic indices for a potential analysis. *Renewable Energy*, 149, 577–586. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.071>
- Zimmer, T. (2014). *Tipos de células fotovoltaicas*.

7. Apéndices y anexos

Apéndice A

Potencia generada, por la central fotovoltaica de Puerto Ayora, en Kw por cada hora y mes del periodo en estudio.

Junio del 2014.

	01/06/14	02/06/14	03/06/14	04/06/14	05/06/14	06/06/14	07/06/14	08/06/14	09/06/14	10/06/14	11/06/14	12/06/14	13/06/14	14/06/14	15/06/14	16/06/14	17/06/14	18/06/14	19/06/14	20/06/14	21/06/14	22/06/14	23/06/14	24/06/14	25/06/14	26/06/14	27/06/14	28/06/14	29/06/14	30/06/14
07:00:00	48.07	85.63	22.63	46.1	8.53	17.6	7.6	2.83	16.93	36.5	15.8	45.77	60.53	51.73	37.93	66.77	32.3	41.3	75.6	28.67	19.13	34.1	38	0	39.63	11.37	0	17.27	17.5	4.9
08:00:00	78.75	252.97	77.97	118.05	109.08	56.35	120.27	87.97	81.83	140.77	84.65	141.25	125.18	149.73	133.43	370.88	94.72	195.17	198.6	107.18	74.47	113.47	63.43	126.93	123.58	58.97	59	105.45	61	106.67
09:00:00	190.62	211.08	214.73	302.9	200	4.5	260.43	180.77	280.3	309.57	177.82	271.18	314	304.9	196.38	576.23	146.3	437.47	297.48	207.23	221.6	242.14	167.42	549.68	280.58	271.38	172.22	259.57	136.42	149.22
10:00:00	393.68	471.62	383.93	411.15	374.9	329.38	274.5	282.3	652.78	342.88	462.08	579.25	375.98	487.75	315.28	640.45	511.95	667.65	616.42	420.47	708.83	430.52	348.35	697.17	637.65	504.08	316.3	387.38	599.03	391.98
11:00:00	421.3	492.52	463.22	330.25	458.8	556.27	480.37	551.43	964.22	831.25	499.32	1025.08	381.37	766.78	558.58	751.6	460.58	690.53	809	863.72	591.72	727.28	574.35	707.9	811.25	588.27	362.9	410.27	913.72	497.65
12:00:00	286.17	573.33	528.7	438.23	470	541.65	458.23	439.98	749.67	805.17	760.87	1033.45	586.45	865.97	906.28	1000.5	476.8	902.12	925.67	1042.8	703.48	633.78	340.52	823.97	684.88	678.72	392.45	565.1	94.12	894.33
13:00:00	365.12	970.82	408	382.3	724.48	622.55	496.42	323.42	456.83	856.92	911.1	681.12	548.18	890.47	993.27	1158.92	715.05	1183.78	832.65	1139.5	493.72	686.78	312.67	896.05	907.13	900.17	691.23	737.62	530.4	844.62
14:00:00	399.55	767.77	373.5	702.88	672.82	581.38	501.38	435.08	639.12	743.33	763.75	571.92	571.75	935.62	794.43	883.2	610.85	948.3	524.57	1016.92	520.98	791.65	358.62	928.55	845.12	656.27	640.67	370.42	529.7	722.97
15:00:00	556.62	734.57	413.4	651.87	579.03	410.9	482.52	294.85	364.87	527.05	540.22	629.4	473.15	716.3	683.88	745.63	355.9	814.95	564.13	1024.3	406.97	495.97	355.22	949.48	542.9	582.68	337.9	363.7	418.65	540.48
16:00:00	463.5	408.42	387.58	293.92	478.62	152.82	370.37	140.92	325.73	534.22	288.95	531.75	356.3	484.88	405.93	634.37	291.72	505.78	351	737.43	208.73	398.33	243.67	338.17	400.02	569.53	254.5	193.2	289.95	456.65
17:00:00	128.92	257.6	134.45	213.9	189.52	79.78	174.07	120.63	169.3	349.93	195.22	413.12	218.65	301.63	264.25	375.57	173.23	328.77	162.1	355.5	166.42	239.83	165.58	226.67	305.58	149.18	175.68	94.12	275.08	381.52
18:00:00	58.03	32.18	34.93	60.02	67.78	33.93	44.73	54.53	31.72	59.02	65.72	87.07	63	89.32	78.18	116.43	58.98	59.62	51.82	89.27	65.15	76.97	54.87	93.72	66.52	0	61.2	39.72	62.22	102.67

Julio del 2014.

	01/07/14	02/07/14	03/07/14	04/07/14	05/07/14	06/07/14	07/07/14	08/07/14	09/07/14	10/07/14	11/07/14	12/07/14	13/07/14	14/07/14	15/07/14	16/07/14	17/07/14	18/07/14	19/07/14	20/07/14	21/07/14	22/07/14	23/07/14	24/07/14	25/07/14	26/07/14	27/07/14	28/07/14	29/07/14	30/07/14	31/07/14
07:00:00	19.6	73.9	125.57	20.17	-14.7	-25.03	48.77	44.87	27	9.43	10.9	13.3	41.4	17	-15.9	-5.53	17.63	-20.17	22.53	21.73	20.6	45.8	11.13	13.67	29.03	29.83	22.57	28.2	0.07	5.53	-8.9
08:00:00	123.05	106.38	366.42	35.32	44.92	49.28	176.35	199.8	88.35	91.33	104.35	77.43	140.9	115.63	62.85	87.5	102.07	67.42	115.07	121.87	124.23	137.17	111.07	95.92	111.37	158	85.43	119.82	56.57	77.4	66.65
09:00:00	335.07	258.18	579.47	146.33	301.07	214.45	269.27	641.2	323.13	246.4	222.05	179.28	135.92	296.68	135.9	292.2	164	258.57	212.6	379.92	146.72	354.05	215.83	208.98	273.77	167.9	224.42	353.63	177.5	196.38	169.97
10:00:00	491.12	513.93	767.53	197.33	614.53	581.85	377.55	810.97	412.9	463.55	567.08	272.08	256.45	423.42	232.75	572.32	430.03	545.27	413.2	332.88	228.6	393.07	288.95	370.28	550.48	279.18	542.93	503.48	387.65	243.6	185.53
11:00:00	454.53	683.8	811.7	304.8	572.73	400.08	480.4	795.92	466.92	422.83	785.07	496.12	479.82	426.6	476.85	731.32	406.53	677.37	559.28	393.33	387.42	494.08	423.87	518.93	620.15	394.28	593.47	576.78	577.02	523.18	382.15
12:00:00	601.08	849.87	698.75	352.62	595.92	644.68	680.2	582.6	691.8	527.73	1115.5	518.55	426.48	508.25	843.27	471.37	441.97	947.45	499.18	811.48	623.58	596.7	743.48	653.55	534.23	459.05	476.3	718.72	793.53	805	541.68
13:00:00	608.75	968.7	774.48	490.05	644.55	567.63	818.2	691.27	493.35	745.3	889.85	568.75	241.72	607.65	678.22	535.17	422.58	789.62	648.15	758.05	877.88	629.78	714.58	772.83	788.85	601.63	831.25	668.63	966.73	671.92	633.45
14:00:00	755.03	921.75	618.53	470.68	625.2	477.27	645.08	719.3	448.35	940.05	1124.23	385.58	249.95	458.27	546.28	351.62	370.58	614.78	580.37	683.48	885.72	491.87	792.07	830.17	751.23	769.62	876.18	500.52	1085.03	728.17	322.32
15:00:00	573.5	845.77	424.48	454.07	517.07	453.18	497.78	748.48	451.45	894.13	1004.42	216.52	177.88	425.88	449.42	397.78	335.72	432.9	521.82	587.67	805.02	508.58	686.4	597.95	816.75	447.28	522.25	597.17	719.02	799.58	240.05
16:00:00	466.37	510.97	278.27	298.85	306.92	376.37	284.38	547.5	367.28	776.48	655.13	165.22	167.85	193.77	386.25	224.53	304.5	344.47	320.05	381.02	792.25	331.55	364.93	413.57	625.63	367.6	468	311.02	687.92	588.33	432.18
17:00:00	220.52	398.15	137.52	141.93	190.97	201.13	175.08	208.9	230.17	437.88	399.55	143.15	114.65	136.9	155.77	143.45	196.7	183.1	194.33	203.37	319.83	109	266.47	213.45	304.27	195.75	219.88	194.02	300.7	273.68	435.63
18:00:00	55.72	50.95	2.33	36.5	86.68	65.27	78.3	53.22	58.3	77.42	74.37	44.4	41.13	64.95	16.8	33.87	55.63	67.8	90.42	65.77	41.63	49.85	57.15	64.97	94.48	56.72	53.12	65.27	62.22	56.35	152.07

Agosto del 2014.

	01/08/14	02/08/14	03/08/14	04/08/14	05/08/14	06/08/14	07/08/14	08/08/14	09/08/14	10/08/14	11/08/14	12/08/14	13/08/14	14/08/14	15/08/14	16/08/14	17/08/14	18/08/14	19/08/14	20/08/14	21/08/14	22/08/14	23/08/14	24/08/14	25/08/14	26/08/14	27/08/14	28/08/14	29/08/14	30/08/14	31/08/14
07:00:00	0	0	42.87	48.3	22.9	13.8	8.33	-6.77	31.87	33	64.33	24.47	24	34.13	61.2	10.67	21.63	45.13	22.07	40.9	-8.37	27.6	11.8	0	32.77	13.17	45.33	74.13	45.27	80.27	0
08:00:00	68.97	16.3	225.22	142.3	99.03	93.53	118.77	104.93	112.08	181.67	185.73	135.73	120.05	103.58	192.5	87.58	136.43	107.55	89.95	128.47	142.8	123.92	96.17	0	72.93	128.73	108.1	163.85	139.25	361.2	0
09:00:00	478.03	202.58	597.47	336.52	258.35	277.87	268.68	234.02	362.28	312.85	378.35	358.2	353.62	195.28	226.35	177.93	465.62	229.3	255.78	205.73	308.87	331.33	230.45	0	258.12	338.57	237.2	458.33	257.67	582.2	182.63
10:00:00	855.93	382.08	751.17	752.97	368.42	337.27	431.72	496.18	727.85	586.03	795.7	786.97	708.27	507.77	259.83	222.12	881.55	352.02	359.93	439.03	602.58	533.05	385.95	0	366.72	346.65	448.35	606.65	608.5	890	330.03
11:00:00	838.55	541.83	906.32	1102.73	552.95	402.58	703.77	700.95	1093.42	910.93	845.35	942.18	931.45	531.97	322.32	212.62	1061.93	483.12	571.9	664.25	849.68	504.02	870.63	0	661.57	721.47	735.1	985.77	836.7	1057	297.13
12:00:00	1001.25	797.88	766.48	1227.4	732.83	645.03	965.8	967.55	752.65	987.18	636.02	906.22	945.37	768.37	659.22	438.42	1180.22	490.77	553.47	825.8	811	829.08	1225.05	242.32	627.28	923.22	779.93	774.13	997.78	1199.42	308.47
13:00:00	1185.47	774.85	489.97	1211.47	892.32	336.65	1007.68	1197.58	856.28	1003.58	891.38	850.32	803.37	910.88	745.72	574.42	1200.35	500.53	486.62	712.75	761.37	988.97	1233.85	680.77	703.95	692.75	842.73	713.82	1035.15	1234.83	769.55
14:00:00	794.68	599.5	627.45	1133.55	940.9	344.47	882	1046.28	554.77	963.07	1072.13	713.67	696.72	638.78	346.18	662.12	1140.38	396.82	775.65	596.55	727.03	645.9	1168.98	807.62	679.2	745.63	626.08	656.48	1011.18	1174.33	867.95
15:00:00	442.87	474.48	708.13	1028.92	1006.95	356.03	656.73	682.83	501.85	689.42	707.47	592.2	577.2	683.25	307.85	550.33	1002.95	353.37	501.53	635.18	621.3	610.47	1034.23	661.92	446.7	549.15	584.67	642.75	863.68	824.97	779.05
16:00:00	285.75	361.07	740.88	856.57	784.05	325.37	431.48	448.28	573.33	518.82	357.47	372.58	424.17	445.78	369.92	397.97	775.02	381.73	277.88	452.98	387.88	429.73	750.82	396.6	206.47	295.22	319.23	309.08	448.62	790.73	596.63
17:00:00	214.02	296.35	443.45	488.3	509.88	107.75	224.65	270.2	238.15	275.93	190.78	210.77	166.65	238.35	184.57	148.6	474.45	167.92	221.12	209.35	349.27	199.42	484.8	183.57	162.75	129.28	331.87	179.42	193.22	369.65	362.83
18:00:00	66.13	110.3	98.1	151.6	138.77	45.63	87.67	68.25	74.3	73.45	67.77	50.1	99.63	83.47	45.6	49.57	150.28	60.9	40.62	33.75	39.77	71.05	142.28	61.77	85.38	43.07	104.3	77.98	53.48	138.63	95.5

Septiembre del 2014.

	01/09/14	02/09/14	03/09/14	04/09/14	05/09/14	06/09/14	07/09/14	08/09/14	09/09/14	10/09/14	11/09/14	12/09/14	13/09/14	14/09/14	15/09/14	16/09/14	17/09/14	18/09/14	19/09/14	20/09/14	21/09/14	22/09/14	23/09/14	24/09/14	25/09/14	26/09/14	27/09/14	28/09/14	29/09/14	30/09/14
07:00:00	19.4	66	80.1	61.17	13.17	70.63	17	13.6	55.6	32.93	37.53	77.17	20.27	47.37	22.93	67.67	27.4	34.2	49.03	28.63	15.97	69.9	81.27	64.3	50.53	160.1	120.1	91.33	19.4	73.4
08:00:00	99.9	290.15	209.43	168.17	138.2	153.27	128.15	229.23	185.85	122.03	108.02	115.52	83.12	163.42	106.23	242.17	132.52	118.82	170.88	124.1	118.13	172.82	257.68	207.77	179.95	431.75	396.68	269.37	99.9	190.22
09:00:00	249.13	575.52	280.95	477.1	313.43	354.77	331.15	432.03	318.15	310.82	170.77	248.63	183.93	341.75	228.08	272.68	247.93	387.72	240.17	253.32	256.23	476.15	620.67	522.78	332.8	723.87	664.95	316.6	249.13	437.28
10:00:00	492.78	983.8	431.7	405.7	397.2	573	635.27	911.45	602.32	585.4	348.38	440.82	504.03	484.95	492.62	679.67	317.05	682.9	481.88	465.67	377.8	563.47	962.15	585.13	653.73	780.97	704.45	652.38	492.78	754.88
11:00:00	576.23	1061.17	686.78	539.05	679.08	621.68	998.73	542.73	847.27	741.83	438.95	623.9	769.93	564.58	801.18	641.37	536.18	526.35	598.62	842.5	721.83	745.37	822	804.27	1079.27	1000.73	1072.07	865.53	576.23	883.25
12:00:00	756.38	926.85	817.22	818.58	898.93	541.9	972.5	1010.15	967.67	481.35	651.03	693.32	880.22	856.8	698.65	689.35	649.62	585.6	667.03	818.18	1064.47	978.48	770.47	818.85	860.97	1027.92	1255.1	1072.95	756.38	882.08
13:00:00	834.38	659.92	844.38	882.03	739.1	773.97	988.57	1163.67	817.7	671.27	634.07	659.22	676.52	698.12	686.58	792.45	532.12	442.48	458.83	868.5	1254.53	974.25	1112.58	807.95	1056.58	1042.52	1238.2	853.17	834.38	811.67
14:00:00	1026.63	485.7	718.93	947.67	368.12	584.78	745.43	1001.07	1035.73	735.23	595.08	443.52	723.1	758.68	666.28	781.83	703.07	352.13	671.35	729.95	1179.03	867.93	986.33	400.1	1089.95	1095.4	839.62	851.8	1026.63	869.83
15:00:00	1005.68	532.7	632.95	854.4	527.27	344.93	425.08	748.5	681.97	475.33	526.53	267.7	662.43	527.87	589.38	608.9	444.75	359.32	314.93	523.48	900	890.38	563.83	366.37	751.53	807.25	1023.55	757	1005.68	886.27
16:00:00	769.25	578.27	427.35	509.57	282.75	309.07	406.18	370.4	473.45	373.4	468.28	181.58	402	530.92	420.92	522.22	222.78	301.12	283.63	325.17	461.98	694.22	388	417.55	295.9	665.28	598.78	768.38	769.25	554.45
17:00:00	456.65	369.1	214.17	214.45	197.15	129.7	187.7	229.37	244.68	145.57	210.72	109.13	300.03	262.67	212.13	178.12	121.97	141.83	178.77	149.42	278.37	315.58	149.18	275.87	304.4	229.5	206.92	396.05	456.65	195.53
18:00:00	134.88	91.78	71.03	130.5	23.08	36.7	51.02	44.87	99.4	39.93	50.62	37.2	61.75	95.23	58.73	39.15	15.62	7.9	39.77	52.35	66.85	97.07	37.47	38.77	53.73	33.57	46.2	90.77	134.88	47.03

Octubre del 2014.

	01/10/14	02/10/14	03/10/14	04/10/14	05/10/14	06/10/14	07/10/14	08/10/14	09/10/14	10/10/14	11/10/14	12/10/14	13/10/14	14/10/14	15/10/14	16/10/14	17/10/14	18/10/14	19/10/14	20/10/14	21/10/14	22/10/14	23/10/14	24/10/14	25/10/14	26/10/14	27/10/14	28/10/14	29/10/14	30/10/14	31/10/14
07:00:00	62.13	80	91.93	47.93	25.4	73	53.2	35.17	100.3	70	60.43	13.33	77.1	52.27	114.03	121.3	89.1	58.53	38.6	0	148.13	23.8	46.8	75.67	106.4	123.63	170.03	69.07	75.5	-5.23	109.47
08:00:00	154.85	169.9	232.48	196.02	0	143.2	197.12	154.02	162.48	216.47	157.35	100.13	193.55	273.07	259.7	182.9	236.78	208.2	151.15	0	346.9	272.93	155.05	123.43	300.75	301.42	168.98	216.22	405.92	218.48	404.88
09:00:00	413.27	410.43	593.13	343.53	0	268.02	740.15	358.93	214.95	656.35	447.77	410.37	636.1	633.32	679.72	456.3	368.32	305.73	222.22	0	619.4	250.8	389.47	136.65	611.77	546.92	429.45	487.03	607.17	308.2	653.68
10:00:00	572.98	618.12	806.82	459.8	0	340.12	921.27	678.07	480.73	829.3	658.37	868.8	895.45	826.57	873.6	441.22	499.35	398.57	459.65	0	670.42	404.7	410.22	273.02	741.45	642.12	576.58	677.48	589.32	870.5	721.33
11:00:00	917.53	786.05	808.23	537.07	0	438.33	1167.92	839.53	737.75	1140.97	744.75	1092.07	1044.43	1112.7	1046.82	439.38	724.57	436.17	370.58	0	798.25	413.97	228.57	352.5	652.6	948.45	718.77	805.23	726.47	1220.1	1068.63
12:00:00	953.15	1048.27	990.5	534.87	0	474.68	1245.23	970.35	928.4	1071.77	505.5	1033.47	1220.68	1242.5	913.3	376.4	955.72	538.53	623.7	167.82	689.2	719.93	491.28	389.93	1229.07	907.38	775.35	1015.42	1188.85	1172.55	1057.83
13:00:00	1078.35	861.98	804.57	441.5	128.82	438.4	1265.52	901.1	908.53	855.65	697.05	1003.4	1119.73	1232.28	938.77	460.58	1099.78	439.47	509.17	841.97	900.28	794.47	901.53	447.22	736.38	854.03	909.95	967.52	1179.43	561.47	833.43
14:00:00	705.92	728.38	766.23	443.9	555.37	562.48	1126.78	855.35	885.53	847.37	757.73	1071.4	988.17	1143.3	1046.25	667.32	961.52	497.35	747.43	796.05	872.12	681.63	837.8	425.13	603.47	648.48	778.83	814.92	1152.28	387.7	897.17
15:00:00	567.57	654.42	620.85	346.2	403.75	304.7	697.33	725.23	922.67	863.08	683.03	802.52	934.47	963.62	994.2	794.3	729.75	593.98	619.03	799.75	537.58	527.95	693.02	465.38	530.33	498.93	571.5	633.92	942.12	412.78	926.08
16:00:00	511.77	377.45	420.73	311.47	169.07	312.67	375.08	541.77	447.27	592.82	393.32	609.87	744.67	706.38	668.37	546.62	450.83	491.63	150.5	390.3	533.67	374.57	465.77	247.67	320.98	328.27	607.42	641.42	724.28	305.18	637.8
17:00:00	226.13	158.97	202.4	161.28	109.53	204.32	194.53	274.53	192.25	378.47	191.25	278.35	362.25	355.32	321.17	168.68	167.47	209.8	141.63	183.32	194.78	175.02	311.6	146.43	124.62	168.18	312.52	356.35	209.77	172.53	275.15
18:00:00	53.47	33.8	55.12	33.08	24.82	34.67	32.37	47.88	71.35	71.55	46.6	43.18	54.57	52.12	49.08	26.48	31.63	39.92	11.82	44.72	41.45	6.52	50.85	10.43	20.98	31.57	0	67.25	35.37	34.9	61.25

Noviembre del 2014.

	01/11/14	02/11/14	03/11/14	04/11/14	05/11/14	06/11/14	07/11/14	08/11/14	09/11/14	10/11/14	11/11/14	12/11/14	13/11/14	14/11/14	15/11/14	16/11/14	17/11/14	18/11/14	19/11/14	20/11/14	21/11/14	22/11/14	23/11/14	24/11/14	25/11/14	26/11/14	27/11/14	28/11/14	29/11/14	30/11/14
07:00:00	117.97	174.83	51.6	80	120.33	34.5	59	11.93	82.83	80.93	73.7	43.67	38.03	18.8	59.33	54.43	51.23	73.93	0	150.1	78.87	42.3	111.53	30.93	140.53	160.03	46.8	93.7	31.3	157.73
08:00:00	340.65	198.88	129.7	227.93	331.33	163.52	164.42	61.83	163.63	208.18	152.37	174.78	82.5	90.67	130.08	161.53	194.72	199.45	140.22	267.82	285.47	141.7	278.57	201.23	331.5	396.32	146.85	317.13	118.28	246.53
09:00:00	623.08	380.13	339.65	417.6	777.73	287.05	366.98	184.62	317.32	240.43	328.67	277.42	157.72	238.52	320.37	458.83	258.83	262.08	571.1	629.8	637.07	366.57	218.55	296.28	713.98	846.35	305.47	686.02	309.42	670
10:00:00	709.42	698.67	420.18	550.03	930.77	496.42	492.47	272.23	692.73	380.38	850.18	481.93	271.98	279.33	289.02	695.93	255.32	443.95	726.08	914.85	869.12	681.12	364.8	699.55	974.43	1000.43	477.33	935.72	638.18	871.67
11:00:00	1107.93	1150.32	723.08	742.72	664.23	657.07	663.98	318.7	1142.67	689.97	694.93	750.25	316.07	491.43	0	797.63	480.55	661.73	821.23	933.03	780.03	919.1	297.77	1114.12	1109.93	1109.75	920.82	1032.83	694.82	829.52
12:00:00	1233.87	1217.83	910.73	938.77	415.87	527.08	772.72	574.92	1207.2	1045.9	854.18	919.2	263.97	486.38	0	661.7	687.48	572.18	1007.9	1002.73	957.73	927.2	636.18	1071.75	1178.55	1296.53	969.7	1009.25	647.93	642.02
13:00:00	1228.17	1165.62	861.03	1013.15	341.03	470.78	772.85	662.22	1233.75	1166.05	882.78	855.08	295.37	728.43	264.7	722.13	763.38	351.73	1081.22	1035.1	1138.47	992.08	457.37	1202.07	1172.75	954.52	1022.25	944.3	430.25	426.47
14:00:00	899.73	1137.07	731.52	1123.87	384.85	708.98	708.97	420.7	1032.77	1123.7	827.2	916.1	337.55	461.12	489.05	636.8	675.38	333.52	1136.63	1003.62	784.12	1053.63	602.33	1116.32	1028.6	786.97	936.55	944.4	383.22	579.27
15:00:00	664.7	802.97	464.25	848.1	269.15	681	655.83	264.9	984.72	945.57	349.32	494.78	197.27	264.17	635.78	702.22	586.92	320.47	699.55	901.78	900.88	944.65	711.55	915.83	923.98	611.92	786.57	746.98	188.2	531.43
16:00:00	635.5	646.92	283	511.67	244.27	617.03	457.98	193.22	450.42	643.47	216.43	411.52	117.93	203.7	153.53	347.13	382.75	260.6	496.17	525.32	679	685.08	670.47	652.15	555.3	361.97	516.93	602.95	241.2	265.73
17:00:00	329.27	352.73	131.75	255.27	191.73	348.88	192.47	89.93	159.53	331.63	118.97	331.8	66	96.07	68.43	174.18	257.2	160.1	298.92	257.43	329.15	66.43	265.2	335.78	352.77	253.42	254.08	195.73	85.15	185.93
18:00:00	48.02	49.05	17.37	20.38	45.08	52.37	42.03	7.7	23.02	43.77	4.05	53.43	0.95	18	12.62	16.32	51.68	52.4	62.3	36.9	57.18	-2.38	60.73	47.55	61.43	65.92	60.55	20.17	-3.63	41.45

Diciembre del 2014.

	01/12/14	02/12/14	03/12/14	04/12/14	05/12/14	06/12/14	07/12/14	08/12/14	09/12/14	10/12/14	11/12/14	12/12/14	13/12/14	14/12/14	15/12/14	16/12/14	17/12/14	18/12/14	19/12/14	20/12/14	21/12/14	22/12/14	23/12/14	24/12/14	25/12/14	26/12/14	27/12/14	28/12/14	29/12/14	30/12/14	31/12/14
07:00:00	67.3	40.2	78.23	0	81.13	59.93	50.97	29.43	39.83	72.33	70.13	70.7	18.97	51.07	17	80.27	32.5	63.27	25.13	74.1	39.47	30.2	0.07	36.33	7.6	26.43	100.33	51.77	9.7	-4.77	21.1
08:00:00	96.3	105.23	238.05	118.97	151.83	126.98	184.87	190.63	105.02	320.78	228.83	172.83	95.48	206.55	68.18	182.42	117.32	166.78	105.98	264.95	138.48	125.48	133.05	128.02	131.55	107.2	321.95	114.52	89.18	31.75	68.25
09:00:00	278.98	166.3	411.38	286.83	269.18	197.15	443.08	693.45	230.92	535.2	495.32	551.75	247.07	270.58	346.82	360.1	398.98	277.37	138.32	605.97	360.62	284.4	289	299.63	296.98	229.82	213.05	183.23	249.53	142.33	191.6
10:00:00	439.45	243.23	639.25	666.6	498.72	342.18	639.37	846.07	438.87	908.95	446.38	780.33	489.03	493.38	557.02	569.75	649.08	483.18	276.5	718.63	459.82	463.08	271.52	668.98	529.53	129.53	381.27	433.07	257.03	176.82	312.82
11:00:00	532.97	380.4	617.3	756.98	933.63	423.03	849.23	612.68	354.43	1046.25	600.5	653.15	680.05	882.35	579.8	817.25	866.95	447.57	561.4	753.97	654.82	686.9	370.8	837.57	683.67	193.65	761.53	745.58	279.1	243.45	395.5
12:00:00	981.95	489.05	494.23	868.28	1030.85	422.35	882.02	679.22	544.37	1068.77	654.63	854.88	911.85	1173.95	428.27	915.17	984.87	414.17	764.52	969.33	696.22	811.55	374.43	928.58	944.98	237.47	848.57	675.4	224.98	213.58	552.6
13:00:00	753.37	649.4	421.03	736	734.6	595.78	799.18	736.18	610.12	854.07	680.2	861.88	758.25	1134.33	541.57	1075.28	808.55	578.65	782.2	942.83	654.98	973.68	717.15	1000.57	649.9	346.77	1080.55	781.55	153.57	482.1	767.28
14:00:00	665.53	555.7	501.03	323.42	486.15	723.22	567.08	770	394.17	941.13	865.52	730.58	943.67	837.92	493.42	901.72	658.05	727.07	768.1	1005.28	605.7	733.28	707.93	801.15	904.8	648.83	1011.13	680.28	137.6	292.17	620.47
15:00:00	463.37	399.82	414.27	295.6	508.1	602.02	281.43	918.82	386.72	953.62	838.48	660.82	649.97	618.92	325.33	562.02	837.73	886.78	497.63	878.27	528.72	741.27	384.23	726.6	877.13	749.37	873.03	430.47	124.92	484.62	581.15
16:00:00	223.13	424.4	405.48	332.38	198.57	426.25	112.58	562.22	360.42	676.82	647.9	714.3	336.45	403.45	273.9	460.8	379.38	684.62	580.83	611.45	345.87	651.03	282.02	530.52	667.6	333.32	637.48	220.07	75.17	538.75	487.55
17:00:00	155.2	271.13	121.63	158.13	127.38	243.87	77.17	173.62	211.9	208.58	265.67	409.83	181.82	268.43	158.87	407.88	290.13	375.82	158.43	288.63	180.43	411.9	150.15	345.33	372.55	132.43	337.58	99.3	3.92	378.65	219.83
18:00:00	25.48	56.22	27.68	23.45	17.25	23.43	11.42	22.73	37.93	49.62	88.12	85.98	49.67	76.52	61.58	91.35	47.88	78.47	81.52	99.28	56.72	112.68	54.27	89.68	93.53	19.93	56.25	69.8	0	76.12	48.1

Enero del 2015.

	01/01/15	02/01/15	03/01/15	04/01/15	05/01/15	06/01/15	07/01/15	08/01/15	09/01/15	10/01/15	11/01/15	12/01/15	13/01/15	14/01/15	15/01/15	16/01/15	17/01/15	18/01/15	19/01/15	20/01/15	21/01/15	22/01/15	23/01/15	24/01/15	25/01/15	26/01/15	27/01/15	28/01/15	29/01/15	30/01/15	31/01/15
07:00:00	0	0	15.73	0	15.67	34.07	6	20.57	0	28.23	0	0	39.9	21.5	36.83	5.37	47.7	33.17	27.37	22.93	0	0	32.8	31.03	13	20.43	42.33	2.3	26.83	11.9	13.37
08:00:00	50.7	56.2	118.27	78.52	52.87	95.15	107.18	79.05	39.05	55.77	63.52	30.43	94.37	48.92	134.2	124.75	216.78	165.42	138.93	65.88	64.13	0	225.38	174.3	75.73	178.37	168.28	105.8	166.48	139.05	107.05
09:00:00	69.97	92.78	429.87	217.32	115.27	246.28	220.05	112.68	96.05	114.28	149.12	132.92	402.03	109.63	164.03	247.07	568.57	451.08	408.23	248.43	264.78	0	603.78	479.55	393.42	470.85	381.87	319.65	251.32	455.77	320.97
10:00:00	244.1	181.45	692.85	410.25	508.23	715.3	461.5	207.08	152.05	233.33	304.87	269.3	809.68	199.68	448.53	496.03	702.92	522.88	763.48	530.8	534.13	266.08	489.35	700.78	565.4	563.15	658.15	390.78	413.43	529.7	767.35
11:00:00	448.6	489.03	890.25	587.27	754.68	970.05	860.82	493.05	373.5	480.97	464.18	907.13	907.55	656.87	804.83	667.75	882.38	684.33	824.72	566.55	768.8	291	594.65	943.42	855.98	995.17	880.92	460.27	702.63	618.07	767.77
12:00:00	604.28	427.12	623.17	956.33	771.67	901.2	933.2	667.7	699.13	824.08	646.83	942.62	859.42	1057.97	912.2	521.48	725.25	939.08	991.73	1036.27	770.22	376.73	879.03	843.55	875.7	1118.2	1056.8	917.85	947.02	556.67	525.82
13:00:00	747.07	614.72	613.57	1083.33	864.72	633.72	1014.6	774.55	687.57	990.45	697.45	791.62	1061.13	983.95	870.27	699.62	974.62	1051.93	1111.87	667.08	900.98	472.55	670.25	970.38	860.9	1121.9	1098.53	1156.33	1037.97	626.17	351.7
14:00:00	701.22	484.43	698.25	706.08	738.88	782.77	705.25	872.55	620.93	792.93	1051.12	538.55	952.57	979.02	743.8	769.12	899.88	1037.43	855.38	573.62	1020.98	425.87	565.32	972.38	729.15	1073.07	1063.67	1080.95	928.45	557.72	621.67
15:00:00	452.1	414.57	366.3	275.1	735.6	622.4	538.58	874.88	719.02	541.02	932.58	724.02	553.02	850.03	476.52	855.2	489.72	917.28	309.73	435.87	946	267.07	532.6	974.25	646.3	939.82	948.23	946.95	630.1	390.82	501.12
16:00:00	253.1	269.28	299.97	391.15	520.7	511.92	439.75	444.9	540.58	411.22	704.83	415.22	386	720.02	473.13	701.13	318.55	624.47	476.73	366.73	725.42	178.92	402.15	593.47	706.03	717.97	731.63	658.13	635.22	245.58	491.65
17:00:00	186.18	151.47	149.7	192.43	366.45	367.52	240.43	309.68	481.73	241.53	396.68	239.9	240.6	404.12	253	210.37	169.1	262.48	349.73	166.27	309.4	98.12	442.58	443.05	492.67	463.82	342.6	392.13	354.88	174.15	372.03
18:00:00	59.83	21.43	43.75	54.47	112.78	56.7	77.73	96.9	106.88	61.87	75.95	92.17	102.3	84.87	171.83	84.12	50.07	72.47	135.18	146.03	125.82	58.98	137.17	173.88	150.78	145.08	108.1	135.32	165.83	56.92	36.52

Febrero del 2015.

	01/02/15	02/02/15	03/02/15	04/02/15	05/02/15	06/02/15	07/02/15	08/02/15	09/02/15	10/02/15	11/02/15	12/02/15	13/02/15	14/02/15	15/02/15	16/02/15	17/02/15	18/02/15	19/02/15	20/02/15	21/02/15	22/02/15	23/02/15	24/02/15	25/02/15	26/02/15	27/02/15	28/02/15
07:00:00	9.53	9.37	1.17	5.63	9.2	33.03	5.43	5.47	6.27	13.17	27.3	17.83	19.57	1.73	3.1	15.27	9.03	7.1	18.23	21.63	16.33	43.87	29.8	14.5	16.3	33.97	39.67	19.77
08:00:00	186.15	122.48	64.4	34.17	110.23	202.42	54.45	220.87	181.65	112.13	363.25	279.12	257.07	25.72	43.63	125.35	162.22	111.58	141.8	196.15	251.1	243.88	229.38	216.87	314.98	265.18	293.8	258.57
09:00:00	317.87	270.4	94.98	137.68	303.4	568.55	135.93	639.18	347.47	358.22	650.22	600.43	590.35	135.1	197.95	359.97	486	213.72	309.47	476.6	356.45	500.25	614.08	515.48	612.97	429.18	618.8	535.83
10:00:00	680.45	353.98	168.07	366.73	372.7	492.85	260.47	764.87	754.07	613.58	915.98	906	881.72	422.75	119.87	494.05	449.27	436.08	564.92	957.25	889.75	841.85	867.67	902.07	916.48	684.92	898.63	920.38
11:00:00	669.62	522.72	584.08	573.68	565.15	608.93	217.4	967.75	1088.72	809.58	1120.68	1094.57	1073.37	566.02	428.52	998.98	673.7	738.28	892.72	1061.97	1100	966.52	1084.13	1100.18	1087.22	1135.12	1093.3	1112.15
12:00:00	969.43	676.77	713.38	779.38	952.45	730.03	294.32	1134.4	1198.2	1148	1105.72	1205.22	1177.48	361.57	428.82	1075.82	996.03	844.58	1212.42	690.22	1200.5	1059.72	1189.05	1206.23	1208.12	1227.77	918.02	1080.43
13:00:00	1138.48	952.63	980.73	904.72	725.95	549.68	349.95	1146.73	962.17	1044.3	1059.3	1272.67	995.78	583.42	609.33	935.53	1159.97	787.25	1205.55	500.48	1226.88	1175.15	1212.57	1230.07	1241.85	1014.9	945.68	1168.45
14:00:00	1137.87	657.38	926.63	634.17	813.97	599.48	428.55	1096.45	721.32	815.05	997.98	1215.08	1168.12	647.15	824.77	1002.13	1104.4	711.12	1159.95	1038.73	1190.47	1184.45	917.07	1184.95	1125.5	939.4	1069.08	806.05
15:00:00	938.25	704.57	604.62	456.67	830.52	360.15	649.13	901.65	1098.85	763.83	1004.55	1069.4	1040.33	495.18	776.22	866	956.8	603.28	1150.38	1021.18	1057.57	973.22	778.28	1052.45	607.87	971.18	1026.42	784.57
16:00:00	632.15	781.27	582.3	456.4	844.2	352.67	672.33	690.43	911.42	394.73	721.22	844.55	825.73	396.8	594.87	529.27	763.3	566.65	795	696.35	841.98	745.62	589.27	848.78	642.2	519.07	722.43	583.35
17:00:00	530.42	313.23	492.15	450.07	455.15	307.18	294.52	364.57	458.63	358.47	458.15	536.65	436.5	277.35	440.35	350.78	473.75	474.32	499.3	537.27	532.93	222.05	469.02	544.63	207.63	454.07	380.85	360.88
18:00:00	171.02	78.1	140.77	97.12	135.17	140.1	62.57	119.98	78.33	181.2	194.52	184.37	146.62	174.95	86.05	103.23	163.67	49.83	173.57	112.68	176.25	109.03	170.73	120.05	166.18	90.97	145.42	155.03

Marzo del 2015.

	01/03/15	02/03/15	03/03/15	04/03/15	05/03/15	06/03/15	07/03/15	08/03/15	09/03/15	10/03/15	11/03/15	12/03/15	13/03/15	14/03/15	15/03/15	16/03/15	17/03/15	18/03/15	19/03/15	20/03/15	21/03/15	22/03/15	23/03/15	24/03/15	25/03/15	26/03/15	27/03/15	28/03/15	29/03/15	30/03/15	31/03/15
07:00:00	26.63	20.77	33.4	36.97	53.27	43.17	32.93	19.13	28.9	22.27	46.27	38.03	37.63	59.63	9.73	13.1	21.47	3.93	15.93	90.27	61.33	41.57	41.93	3.27	60.87	27.9	59.53	57.6	74.17	39.2	80.83
08:00:00	250.77	171.2	260.68	233.93	247.95	232.22	159.83	187.3	173.67	159.32	239.85	267.65	220.83	255.1	236.37	145.48	111.05	24.62	213.75	321.32	337.1	317.68	324.4	173.52	326.43	112.88	323.6	327.35	258.72	205	317.7
09:00:00	465.4	575.3	596.57	616.13	395.5	546.3	330.63	406.62	595.78	405.52	647.6	609.62	601.65	534.55	574.67	254.6	367.52	59.57	620.85	573.15	517.78	658.67	669.68	464.72	686.28	467.18	607.55	654.95	597.67	590.43	650.17
10:00:00	767.33	883.7	863.78	807.15	813.65	896.12	504.75	576.15	917.58	822.73	679.25	902.95	889.65	769.43	906.83	570.65	723.85	115.77	821.9	919.38	942.95	950.43	585.03	698.87	955.52	555.07	726.78	934.02	545.98	631	853.55
11:00:00	776.07	36.7	1092.37	915.08	935.6	1086.4	726.93	729.15	1069.28	1067.9	1049.25	1120.33	1095.45	952.18	1069.82	798.45	930	424.03	953.65	1104.23	668.18	1053.95	856.18	605.4	1129.62	975.07	1143.42	1112.12	964.27	1120.62	950.52
12:00:00	813.22	886.32	1188.27	1092	1009.05	1195.38	802.35	1083.92	1159.22	1174.3	1197.65	1145.97	985.5	1019.13	1087.05	563.52	1064.62	715.92	753.88	1057.03	990.55	770.75	1183.72	904.27	1138.47	1202.9	1207.88	1198	1171.8	525.33	1116.93
13:00:00	972.17	1209.9	1214.52	1233.55	1232.58	1220.17	811.52	1204.43	1180.27	1198.78	1210.43	1205.33	1014.77	763.72	1138.15	172.7	1173.62	1035.32	645.07	1055.88	1053.9	491.73	938.85	1125.53	530.33	1073.18	1223.72	1205.58	912.02	294.43	1164.22
14:00:00	939.62	1010.15	1171.52	1197.95	1179.58	1159.07	766.67	1157.62	1134.02	1134.5	1187.37	1193.37	952.5	954.4	972.48	188.07	976.88	742.8	624.62	1119.47	765.9	360.73	1078.78	1152.68	1215.35	790.67	1165.82	783.9	833.45	657.4	975.08
15:00:00	843.78	1026.72	1038.5	1068.32	1047.9	1027.92	690.57	1026.12	1003	998.07	1030.77	845.25	845.22	888.47	980.82	337.18	785.75	581.08	617.32	812.57	822.67	618.02	888.88	972.27	1037.75	303.75	1028.12	955.78	977.93	536.43	845.28
16:00:00	710.42	814.58	819.92	828.95	829.43	827.8	549.87	802.12	793.03	794.05	804.03	762.1	633.42	782.45	789.5	647.12	363.45	344.37	606.17	589.45	510.77	352.95	666.93	322.53	799.3	677.97	802.67	795.97	613.4	457.6	631.55
17:00:00	545.97	437.38	466.88	467.38	517.88	463.07	341.43	495.5	494.68	497.37	498.68	381.83	356.55	442.63	493.62	195.38	320.53	81.9	244.3	94.07	174.75	103.43	259.63	132.07	435.78	367.83	481.45	440.05	237.47	302.62	221.02
18:00:00	174.42	150.42	146.27	157.78	156.75	65.47	108.35	156.77	130.22	156.65	156.87	10.72	104.45	112.78	151.52	32.33	91.95	23.33	125.47	54.58	191.75	61.45	127.42	74.17	83.93	62.13	142	124.88	73.15	136	92.15

Abril del 2015.

	01/04/15	02/04/15	03/04/15	04/04/15	05/04/15	06/04/15	07/04/15	08/04/15	09/04/15	10/04/15	11/04/15	12/04/15	13/04/15	14/04/15	15/04/15	16/04/15	17/04/15	18/04/15	19/04/15	20/04/15	21/04/15	22/04/15	23/04/15	24/04/15	25/04/15	26/04/15	27/04/15	28/04/15	29/04/15	30/04/15
07:00:00	49.87	52.5	79.17	41.27	66.8	84.4	47.83	32.17	74.47	83.8	27.53	83.37	81.8	79.23	91.17	90.57	40.63	93.37	0	46.93	100.47	18.57	120.23	96.8	48.3	86	102.7	80.47	58.07	44.87
08:00:00	345.83	139.3	326.93	335	295.43	180.75	72.42	311.6	314.88	251.88	207.47	296.67	170.03	355.42	329.75	336.8	259.75	303.4	0	96.07	193.15	102.02	270.77	168.68	183.33	218.27	315.63	315.75	237.95	190.77
09:00:00	508.25	668.17	629.03	626.85	472.63	538.98	222.15	618.95	615.47	568.75	522.4	403.77	499.9	533.8	589.45	498.45	330.02	603.03	0	237.9	424.68	209.82	593.47	416.48	508.28	243.5	578.35	603.85	343.7	462.95
10:00:00	761.48	926.52	912.6	933.53	938.23	704.33	351.45	895.82	802.22	876.38	868.73	816.25	916.05	872.18	770.8	796.28	744.57	796.32	0	661.07	650.98	515.93	694.63	490.35	627.05	331.58	631.72	832.38	404.27	453.12
11:00:00	1118.45	1099.6	964.02	1103.95	1098.67	838.15	451.8	1042.42	1086.68	797.58	1023.83	783.85	982.27	832.78	945.53	1065.93	1068.37	991.17	0	898.75	420.67	794.23	646.83	618.98	872.25	963.55	1016.97	988.37	789.38	905.03
12:00:00	1204.27	1202.72	1092.73	1181.42	1194.2	1051.63	636.87	1179.62	1216.22	782.77	1111.1	0	686.13	1127.8	1026.47	1137.82	947.98	795.15	830.63	1030.17	793.28	1050.05	742.47	787.4	1069.07	1049.42	1112.37	1085.52	1055.18	1059.48
13:00:00	1216.45	1203.28	1121.7	1011.6	1197.1	1066.4	943.92	1099.33	1155.43	1123.43	1116.82	0	230.88	1052.12	1170.67	1122.23	574.73	844.12	526.63	1050.77	544.3	1039.97	856.85	1154.38	958.67	1052.15	1041.67	1151.55	1138.48	1046.55
14:00:00	1186.83	1143.95	1196.63	1047.98	1135.72	901.88	784.58	914.18	926.82	1128.58	1066.15	664.88	517.57	879.17	1105	1089.82	649.13	482.08	133.72	554.93	748.82	689.07	849.82	1086	931.2	1091.37	1060.5	942.37	970.03	1073.53
15:00:00	1017.22	1004.12	837.8	325.07	984.73	899.18	705.42	1014.67	708.02	979.68	775.55	803.35	733.05	728.42	1054.13	776.23	751.68	138.52	513.12	197.52	531.83	789.08	558.23	898.47	758.1	923.88	815.48	637	549.6	851.17
16:00:00	645.62	776.82	406.8	393.65	767.98	736.35	506.65	401.4	551.85	741	677.35	180.05	829.32	362.73	664.7	541.22	819.72	13.18	272.45	308.35	213.12	504.85	92.18	670.08	513.9	519.92	685.63	678.18	556.35	602.6
17:00:00	288.33	471.12	153.08	446.98	340.07	392.2	182.62	171.75	389.67	438.15	397.2	115.25	383.05	57.12	173.9	215.2	340.9	0	166.58	98.87	192.58	333.42	289.77	158.15	264.2	205.77	418.78	405.77	113.83	379.02
18:00:00	66.13	155.23	76.53	122.05	99.47	110.12	56.92	167.53	144.35	120.15	100.32	27.65	53.72	6.63	45.3	52.8	90.25	0	9.08	67.6	138.82	104.9	53.65	25.98	80.62	55.13	109.58	67.78	48.92	72.17

Mayo del 2015.

	01/05/15	02/05/15	03/05/15	04/05/15	05/05/15	06/05/15	07/05/15	08/05/15	09/05/15	10/05/15	11/05/15	12/05/15	13/05/15	14/05/15	15/05/15	16/05/15	17/05/15	18/05/15	19/05/15	20/05/15	21/05/15	22/05/15	23/05/15	24/05/15	25/05/15	26/05/15	27/05/15	28/05/15	29/05/15	30/05/15	31/05/15
07:00:00	122.8	60.87	67.33	29.43	75.63	38.8	96.33	53.53	30.9	84.2	36.8	59.47	24.57	38.73	56.3	0	93.73	97.67	115.77	64.53	39.87	15.5	15.83	14.3	35.17	31.83	26.87	99.8	22.6	48.2	27.93
08:00:00	313.45	288.67	176.67	123.75	179.28	175.48	186.4	144.38	114.82	150.13	81	153.95	123.73	83.3	191.48	35.68	327.45	301.02	160.63	121.35	102.2	47.15	40.1	72.03	176.23	92.9	269.22	132	145.32	225.73	78.1
09:00:00	412.23	319.15	299.55	324.95	718.33	496.45	449.95	482.32	405.22	394.2	355.12	245.63	184.37	106.9	223.13	330.85	432.53	496.78	531.35	198.38	228.05	98.92	54.02	154.55	388.47	425.23	575.6	375.4	311.53	561.68	198.5
10:00:00	913.27	604.85	219.93	589.25	889.13	895.7	669.32	905.8	413.42	442.8	675.65	651.73	278.28	517.17	346.25	420.97	402.15	834.08	637.2	473.75	237.28	127.5	169.27	232.75	582.92	768.9	733.05	832.25	349.08	783.03	345.93
11:00:00	1034.7	740.42	322.78	782.78	1045.78	824.23	599.42	762.7	524.63	723.17	1015.85	790.17	390.98	642.3	392.27	757.9	890.32	654.25	560.12	777.45	389.05	231.47	275.08	495.03	859.6	909.82	812.75	862.28	495	561.27	468.32
12:00:00	1078.42	1055.47	407.57	1029.93	1072.87	953.68	721.37	853.28	750.33	497.22	1047.48	526.9	556.42	553.55	592.13	479.65	843.92	684.55	413.97	664.32	179.77	296.88	237.55	655.4	952.85	944.08	910.73	966.53	116.32	744.25	753.68
13:00:00	1134.45	922.6	247.37	1121.23	1135.05	1023.8	848.15	559.55	463.95	884.73	1081.95	541.28	665.35	761.1	562.67	867.45	737.47	459.48	357.72	573.15	390.03	284.5	496.73	889.15	831.82	786.35	852.63	698.3	0	633.18	693.32
14:00:00	1046.77	723.93	239.03	985.08	1056.52	852.53	579.2	919.32	506.28	957.12	1001.67	490.1	574.33	779.28	405.82	564.02	726.9	583.72	306.03	849.45	436.43	232.62	466.88	580.02	700.22	585.55	708.07	457.58	0	513.77	629.45
15:00:00	709.9	877.43	241.35	579.62	960.05	792.42	593.32	787.58	481.57	485.5	829.58	361.58	381.25	462.77	365.6	326.68	361.6	236.87	355.72	860.42	334.97	111.13	441.23	627.15	502.87	556	458.25	435.02	528.47	470.73	341.43
16:00:00	474.07	278.87	56.17	647.78	712.2	383.58	343.05	479.87	284.7	389.17	538.17	313.9	346.22	232.62	233.45	65.85	244.45	394.13	239.38	349.65	201.15	78.3	263.03	635.73	275.92	304.72	265.28	217.85	295.65	299.9	149.15
17:00:00	211.47	125.87	104.07	223.55	252.42	181.35	134.92	235.25	150.12	312.62	304.65	101.85	188.65	81.75	113.18	24.92	143.4	175.07	106.28	272.15	93.72	72.87	204.9	284.18	321.6	290.22	281.1	139.97	182.25	201.77	106.92
18:00:00	94.7	41.9	41.55	133.42	95.4	46.17	31.32	50.85	37.83	73.85	60.85	28.3	80.35	15.97	13.88	16.83	52.77	42.17	28.3	85.17	29.1	8.07	55.58	57.93	49.3	74.42	40.13	54.98	59.95	42.33	38.27

Junio del 2015.

	01/06/15	02/06/15	03/06/15	04/06/15	05/06/15	06/06/15	07/06/15	08/06/15	09/06/15	10/06/15	11/06/15	12/06/15	13/06/15	14/06/15	15/06/15	16/06/15	17/06/15	18/06/15	19/06/15	20/06/15	21/06/15	22/06/15	23/06/15	24/06/15	25/06/15	26/06/15	27/06/15	28/06/15	29/06/15	30/06/15
07:00:00	38.43	32.8	0	28.9	51.93	101.23	29.13	27.8	58.97	39.83	44.5	61.97	28.83	34.7	34.6	26.7	11.9	34.3	41.5	23.9	42.63	25.97	35.33	13.37	26.7	37.03	38.13	38.17	12.03	21.03
08:00:00	155.7	148.57	0	69.33	240.8	308.78	78.25	94.45	203.38	192.2	152.73	272.13	118.72	136.82	74.05	151.93	47.58	112.37	73.07	67.7	101.92	109.98	178.77	127.57	134.6	255.05	152.55	133.6	40.18	108.22
09:00:00	253.3	212.52	0	286.55	474.43	406.85	117.55	137.33	324.23	565.38	356.73	351.52	256.05	259.58	201.15	418.72	168.23	192.57	349.08	208.43	379.63	516.93	377.28	303.83	264.73	503.73	287.78	247.37	161.43	333.22
10:00:00	397.77	501.9	0	453.6	646.78	712.78	193.53	446.78	507.5	694.9	697.38	629.32	496.72	262.17	422.12	449.12	277.67	165.15	685.67	399.2	630.37	481.48	674.67	422.08	625.77	643.43	591.03	258.17	428.68	330.85
11:00:00	529.25	814.23	0	648.67	787.72	900.72	477	530.08	828.38	724.13	830.8	876.33	707.63	370.23	795.15	447.13	432.38	554.6	837.57	438.6	629.57	542.22	648.95	899.42	937.85	807.22	682.65	667.02	352.7	644.93
12:00:00	855.88	932.87	296.75	649.58	705.73	1039.78	936.38	669.12	1034.42	563.95	1031.23	972.88	966.08	688.85	976.83	962.3	820.15	791.48	878.27	651.35	782.95	771.63	755.48	943.67	1038.38	842.03	515.67	811.42	398.05	592.32
13:00:00	505.28	892.02	515.2	795.9	953.9	980.07	717.08	642.7	1048.83	823.28	871.22	856.93	907.98	1001.55	1018.17	1003.15	750.97	673.72	635.9	637.37	982.9	653.83	670.93	987.37	1020.03	665.03	659.42	431.35	407.98	568.35
14:00:00	691.75	859.37	699.83	597.03	527.1	833.67	604.4	302.87	673.08	646.2	430.95	825	806.88	823.75	809.42	935.18	674.97	542.83	632.73	603.53	761.38	407.1	588.45	855.02	925.85	874.18	751.57	447.45	625.75	441.72
15:00:00	573.72	542.95	492.47	466.38	458.03	835.75	334.75	247.22	470.43	421.12	334.45	722.83	553.6	713.18	446.72	570.37	633.48	358.88	637.87	383.7	498.95	586.87	462.1	566.13	692.8	798.1	551.22	253.6	545.23	402.15
16:00:00	271.3	340.78	395.22	337.02	295.9	465.03	415.32	340.63	264.12	288.12	426.27	588	225.22	601.9	460.38	309.6	377.33	393.33	272.42	293.02	280.07	288.62	302.67	304.18	489.67	561.45	307.1	292.68	508.78	275.33
17:00:00	150.85	155.18	204.23	186.27	147.62	191.9	108.28	115	96.98	216.67	154.07	327.55	131	211.42	221.75	172.53	186.47	158.08	381.95	161.02	140.78	82.82	173.75	161.72	286.22	188.23	168.75	159.02	162.68	174.65
18:00:00	54.22	41.6	38.33	68.78	45.57	83.67	25.43	28.9	41.65	28.92	44.72	63.62	37.1	60.43	44.7	54.55	43.22	30.53	140.22	43.72	39.77	42.68	82.82	43.75	86.52	50.35	44.28	96.38	32.02	47.63

Apéndice B

Potencia generada, por la central termoeléctrica de Puerto Ayora, en Kw por cada hora y mes del periodo en estudio.

Junio del 2014.

	01/06/14	02/06/14	03/06/14	04/06/14	05/06/14	06/06/14	07/06/14	08/06/14	09/06/14	10/06/14	11/06/14	12/06/14	13/06/14	14/06/14	15/06/14	16/06/14	17/06/14	18/06/14	19/06/14	20/06/14	21/06/14	22/06/14	23/06/14	24/06/14	25/06/14	26/06/14	27/06/14	28/06/14	29/06/14	30/06/14
07:00:00	2651	2754	2951	2820	2860	2816	2582	2395	2971	2862	2937	2902	2832	2650	2510	2627	2781	2874	2878	2933	2688	2575	2881	2730	2970	2920	2496	2593	2410	2796
08:00:00	2765	3044	3077	3162	2951	3228	2665	2431	2996	3051	3312	3168	2929	2644	2513	2558	2909	2960	3176	3071	2822	2562	3181	2828	3094	3201	2986	2608	2567	2988
09:00:00	2608	3174	3419	3065	3215	3428	2965	2564	3104	3113	3100	2733	3110	2682	2725	3079	2957	3248	3154	3080	2764	2639	3174	2858	3054	2509	3260	2813	2352	3059
10:00:00	2626	3409	3436	3512	3319	3007	2911	2220	2714	2536	3228	2743	3152	2760	2580	3087	2297	3272	3256	2979	2795	2762	2984	3139	2598	2381	3051	2890	2166	3009
11:00:00	1990	3291	3484	3423	3189	2983	3128	2769	3173	3119.7	3302	2671	2744	2795	2311	3169	3227	3214	3033	2815	2970	2573	3276	3083	3281	2505	3379	3305	3298	2863
12:00:00	2880	3016	3422	3515	3357	3347	3099	2684	3422	2919	3026	3200	3125	2625	2086	2887	2960	2760	3431	2972	2918	2698	3393	2964	2394	3093	3300	2877	2722	3100
13:00:00	2756	3170	3361	3211	2851	3087	3135	2661	3174	2638	2911	3314	3130	2659	2405	2838	2876	2660	3413	2857	3100	2705	3150	2879	2901	3259	2715	3111	2845	3138
14:00:00	2579	3094	3535	2681	3204	3433	2865	2640	3447	3455	2835	3234	3197	2485	2203	3200	3487	2885	3169	2831	3061	2875	3065	2868	3179	3234	3417	3105	2757	3108
15:00:00	2506	3700	3640	3554	3436	3786	2779	2717	3658	3684	3591	3856	3377	2752	2846	3479	3615	3564	3280	3287	3308	2926	3367	3469	3231	3488	3533	3164	2834	3611
16:00:00	2967	3303	3646	3809	3659	3761	3216	2684	3548	3648	3620	3415	3770	3155	2799	3767	3759	3693	3846	3509	3532	2943	3512	3667	3355	3691	3726	3515	2954	3786
17:00:00	3119	3904	3803	3814	3717	3736	3417	2956	3648	3752	3698	3669	3733	3358	3016	3826	3814	4120	3963	3712	3505	3159	3635	3713	3560	4079	3753	3472	3043	3696
18:00:00	3344	3960	3836	3746	3787	3590	3568	3114	3838	3726	3735	3663	3921	3533	3339	3768	3754	3964	3988	3663	3633	3315	3541	3809	3792	4085	3741	3509	3572	3774

Julio del 2014.

	01/07/14	02/07/14	03/07/14	04/07/14	05/07/14	06/07/14	07/07/14	08/07/14	09/07/14	10/07/14	11/07/14	12/07/14	13/07/14	14/07/14	15/07/14	16/07/14	17/07/14	18/07/14	19/07/14	20/07/14	21/07/14	22/07/14	23/07/14	24/07/14	25/07/14	26/07/14	27/07/14	28/07/14	29/07/14	30/07/14	31/07/14
07:00:00	3696	2754	2576	3043	2617	2369	2369	2818	2851	2952	3005	2852	2427	2725	2829	2691	2709	2729	2412	2349	2752	2831	2762	2740	2822	2458	2376	2726	2680	2637	2827
08:00:00	3872	3044	2597	3176	2646	2458	2458	2848	3126	3070	3166	3001	2531	2792	3075	2760	2870	2872	2513	2118	2949	2760	2816	2944	2829	2630	2382	2679	2954	2769	2928
09:00:00	3687	3174	3003	3197	2828	2309	2309	2818	2854	2920	3197	2981	2661	2952	3240	2793	2858	2130	2568	6211	3060	2851	2953	2863	2790	2642	2158	2702	2915	2760	2948
10:00:00	3812	3409	2736	3253	2528	2369	2369	2771	3046	3044	2981	3136	2408	3143	3050	2654	2905	2024	2465	2383	3027	3161	2932	2763	2760	2620	2304	2449	2710	2257	3050
11:00:00	4216	3291	2675	3397	2840	2159	2159	3320	3014	2944	2733	3130	2454	3133	2792	3049	2966	1786	2670	2297	2888	3094	2649	2834	2974	2516	2425	2874	2478	2534	2791
12:00:00	4217	3016	2849	3327	2892	2217	2217	3305	3179	2932	3056	3110	2722	3096	2782	2951	2957	2042	2607	1998	2928	3268	2515	2992	2851	2797	2091	2699	2962	2655	2715
13:00:00	4160	3170	2696	3018	2709	2137	2137	3140	3201	2932	2996	3105	2777	3022	3193	2935	3031	2126	2823	2119	2558	2980	2610	2515	2528	2432	2000	2704	2204	2837	2958
14:00:00	4185	3094	2781	3370	2768	2425	2425	3252	3165	3009	2919	3215	2717	3139	3084	2966	2950	2208	2594	2297	2699	2810	2757	2995	2836	2681	2115	2546	2377	2510	3089
15:00:00	4284	3700	3255	3454	3026	2314	2314	3641	3459	3202	3021	3403	2680	3376	3182	3275	3137	2979	2787	2365	2856	3459	3325	3101	2705	2786	2275	3037	2704	2755	3084
16:00:00	4744	3303	3318	3507	3279	2622	2622	3890	3656	3553	3888	3310	2631	3537	3420	3291	2982	3285	2973	2601	3355	3673	3250	3221	3243	2948	2586	3039	3348	3074	2927
17:00:00	4869	3904	3521	3661	3211	2797	2797	3803	3890	4011	3904	3400	2846	3428	3556	3338	3246	3328	3105	2763	3605	3593	3365	3410	3415	3143	2800	3258	3351	3374	3123
18:00:00	4712	3960	3653	3656	3291	3017	3017	3817	3949	3991	3923	2473	3195	3518	3606	3370	3384	3386	3178	3079	3596	3507	3719	3467	3551	3360	3096	2936	3440	3361	3454

Agosto del 2014.

	01/08/14	02/08/14	03/08/14	04/08/14	05/08/14	06/08/14	07/08/14	08/08/14	09/08/14	10/08/14	11/08/14	12/08/14	13/08/14	14/08/14	15/08/14	16/08/14	17/08/14	18/08/14	19/08/14	20/08/14	21/08/14	22/08/14	23/08/14	24/08/14	25/08/14	26/08/14	27/08/14	28/08/14	29/08/14	30/08/14	31/08/14
07:00:00	2740	2526	2150	2598	2783	2783	2710	2741	2424	2271	2271	2765	2820	2750	2634	2591	2225	2122	2715	2730	2750	2728	2728	0	2603	2627	2638	2483	2534	2130	2234
08:00:00	2817	2587	1962	2698	2730	2730	2797	2771	2540	2282	2282	2826	2852	2959	3127	2720	2276	2087	2803	2735	2618	2738	2738	0	2786	2527	2645	2479	2553	2088	2456
09:00:00	2364	2141	1790	2833	2897	2897	2829	3016	2390	2369	2369	2752	2707	2806	3032	2772	1797	2757	2789	2663	2622	2632	2632	0	2699	2672	2483	1970	2300	2066	2235
10:00:00	2761	2659	1840	2082	2876	2876	2979	2868	2295	2403	2403	2700	3291	2810	2755	2859	1697	2888	2686	2507	2213	3051	3051	0	2315	2424	2443	2146	2111	2243	2188
11:00:00	2850	2543	2164	2230	2779	2779	2608	2740	2430	2050	2050	2232	2360	2954	2735	2666	1684	2834	2622	2838	2590	2455	2455	3146	2507	2282	2594	2389	2197	1877	2514
12:00:00	2455	2662	2436	2309	2620	2620	2534	2666	1507	1679	1679	2635	2869	2592	2519	2691	1688	2982	2993	2640	2663	2473	2473	1846	2601	2224	2391	2626	2254	2077	2146
13:00:00	2590	2518	2229	2276	2601	2601	2414	2300	2729	2519	2519	3165	2521	2830	3122	2522	1733	2899	2499	2843	2500	2480	2480	1990	2460	2394	2600	2659	1915	1935	1840
14:00:00	3020	2572	2120	2536	2669	2669	2727	2931	2712	2127	2127	2910	3152	3010	3171	2556	1844	3049	2835	2556	2734	2718	2718	1930	2575	2795	2646	2583	2220	1949	1706
15:00:00	3355	2687	2087	3035	3005	3005	3425	3297	2349	2338	2338	3298	3048	3201	3182	2614	2012	3100	3038	3033	3034	2965	2965	2258	3074	3051	2781	2935	2842	2519	1896
16:00:00	3222	2751	2077	2998	3095	3095	3468	2834	2866	2251	2251	3359	3467	3438	3340	2892	2246	3053	3206	3159	3245	3054	3054	2493	3082	3154	3008	3264	3000	2525	2142
17:00:00	3273	2965	2744	3327	3406	3406	3209	2934	3079	2847	2847	3489	3402	3447	3552	3033	2654	3240	3328	2211	3223	3284	3284	2902	3046	3332	3044	3271	3160	2912	2528
18:00:00	3407	3273	2854	3460	3466	3466	3540	3515	3313	3178	3178	3613	3427	3470	3645	3172	3016	3368	3541	3534	3432	3259	3259	2896	3288	3437	3300	3286	3257	3162	2696

Septiembre del 2014.

	01/09/14	02/09/14	03/09/14	04/09/14	05/09/14	06/09/14	07/09/14	08/09/14	09/09/14	10/09/14	11/09/14	12/09/14	13/09/14	14/09/14	15/09/14	16/09/14	17/09/14	18/09/14	19/09/14	20/09/14	21/09/14	22/09/14	23/09/14	24/09/14	25/09/14	26/09/14	27/09/14	28/09/14	29/09/14	30/09/14
07:00:00	2558	2350	2440	2458	2171	2246	2086	2515	2583	2520	2591	2450	2280	2108	2592	2549	2719	2696	2564	2312	1909	2500	2480	2467	2403	2266	2152	2007	2206	2297
08:00:00	2564	2478	2458	2477	2075	2398	2068	2376	2541	2469	2610	2477	2457	2020	2530	2589	2532	2415	2436	2380	2143	2358	2367	2410	2354	2057	1868	1820	2436	2512
09:00:00	2840	2092	2493	2088	2515	2244	2023	2746	2471	2351	2627	2450	2250	2112	2570	2338	2549	2422	2295	2422	2142	2369	1990	2590	2376	2049	1865	1818	2456	2423
10:00:00	2559	2056	2347	2509	2428	2501	1848	2773	2206	1882	2602	2307	2360	2149	2539	2443	2650	2572	2426	2005	1782	2370	2150	1871	1815	2072	1903	1678	2461	2283
11:00:00	2489	2446	2304	2324	2494	2388	1557	2160	2152	2703	2517	2193	2441	1894	2638	2191	2610	2361	2395	2573	1570	2182	2516	2452	1727	1884	1630	1732	2608	2348
12:00:00	2503	2446	2350	2272	2457	2357	1790	2526	2501	2449	2550	2458	2394	2125	2548	2600	2420	2678	2655	1815	1383	2217	2422	2600	2519	2328	1720	1702	2272	2463
13:00:00	2400	2651	2373	2161	3109	2422	1798	2063	2471	2270	2480	2372	2262	1847	2579	2635	2348	2720	2725	2431	1473	2358	2134	2507	2154	1800	1664	1799	2130	2500
14:00:00	2140	2737	2523	2544	1607	1557	2217	2495	2067	2501	2554	2719	2275	2090	2627	2441	2633	2627	2594	2193	1577	2212	2700	2647	2237	1877	1685	1746	2376	1825
15:00:00	2360	2673	2703	2573	3033	2478	2231	3056	2855	2886	2682	2945	2607	2228	2821	2883	2970	2681	2770	2380	2136	2576	2729	2696	2979	2705	1902	1552	3016	2470
16:00:00	2815	2992	2967	3052	2858	2748	2361	2897	3115	2974	2774	3021	2524	2168	2859	3129	3090	3096	2913	2504	2176	3002	3105	2728	3082	3044	2461	1940	2686	2920
17:00:00	3001	2983	3013	3085	3245	2906	2602	3065	2971	3055	3101	3059	2836	2674	3015	3341	3124	3203	3030	2922	2612	3099	3068	2914	3040	3148	2841	2471	3000	3189
18:00:00	3014	3096	3185	3207	3304	3065	2891	3156	3339	3188	3196	3337	3144	3005	3236	3325	3227	3306	3344	3101	2923	3225	3237	3218	3111	3208	3278	2571	3193	3378

Octubre del 2014.

	01/10/14	02/10/14	03/10/14	04/10/14	05/10/14	06/10/14	07/10/14	08/10/14	09/10/14	10/10/14	11/10/14	12/10/14	13/10/14	14/10/14	15/10/14	16/10/14	17/10/14	18/10/14	19/10/14	20/10/14	21/10/14	22/10/14	23/10/14	24/10/14	25/10/14	26/10/14	27/10/14	28/10/14	29/10/14	30/10/14	31/10/14
07:00:00	2347	2362	2290	2175	2208	2450	2345	2487	2389	2312	2299	2250	2500	2679	2477	2445	2588	2395	2271	0	2405	2578	2748	2699	2356	2147	2400	2614	2581	0	2447
08:00:00	2520	2550	2255	2230	2464	2460	2406	2569	2672	2163	2162	2158	2516	2344	2528	2489	2622	2487	2346	0	2247	2676	2745	2864	1585	2153	2749	2474	2261	2444	2407
09:00:00	2409	2314	2010	2238	2436	2678	2267	2499	2732	2181	2229	1662	2196	2553	2135	2547	2635	2413	2332	0	2543	2873	2722	2915	2199	2108	2493	2577	2638	3024	2914
10:00:00	2232	2277	1920	2124	2489	2745	2037	2325	2467	2121	2128	1614	2410	2311	2126	2619	2641	2678	2398	0	2377	3007	3080	2769	2622	1780	2501	2592	2817	2116	2180
11:00:00	2465	2621	2776	2185	2670	2741	2067	2257	2277	2031	2360	1460	2174	2299	2419	2778	2355	2614	2451	0	2358	2942	2873	2907	2310	1683	2494	2242	1912	1450	2306
12:00:00	2226	2375	2534	2596	2747	2729	2139	2508	2556	2089	2791	2067	2186	2306	2465	2734	2421	2587	2264	2650	2558	2908	2450	2905	2634	2107	2541	2550	2750	2630	2543
13:00:00	2400	2719	2393	2447	2480	2357	2047	2430	1948	2450	2210	1569	2256	2186	2166	2490	2344	2546	2412	2525	2490	2646	2481	2738	2680	2326	2781	2207	2378	2658	2890
14:00:00	2700	2391	2447	2360	2132	2590	2625	2487	2362	2250	2289	2061	2262	2379	2263	2545	2619	2483	2166	2959	2989	2926	2741	2673	2636	2248	2713	2405	2730	2934	2760
15:00:00	2057	2716	2766	2430	2365	2814	3006	2799	2486	1812	2290	1898	2727	2900	2673	2544	2688	2301	2826	3370	2698	3152	3013	3147	2796	2375	2995	2983	2818	3160	3081
16:00:00	2951	2963	3091	2398	2475	2628	3053	2945	3199	2552	2706	2219	3090	3164	3032	2947	3244	2735	2730	3256	3067	3215	3144	3095	2934	2493	2878	2981	3003	3285	3136
17:00:00	3093	3192	3008	2602	2556	2988	3265	3234	3157	2903	2878	2627	3408	3430	3292	3058	3247	2954	2810	3338	3372	3623	3316	3177	3097	2889	0	3206	3233	2750	3599
18:00:00	3268	3357	3179	2939	2897	3380	3399	3550	3249	3268	3070	3262	3630	3600	3418	3528	3405	3372	3135	3473	3687	3801	3544	3546	3435	3105	3554	3367	3513	2898	3862

Noviembre del 2014.

	01/11/14	02/11/14	03/11/14	04/11/14	05/11/14	06/11/14	07/11/14	08/11/14	09/11/14	10/11/14	11/11/14	12/11/14	13/11/14	14/11/14	15/11/14	16/11/14	17/11/14	18/11/14	19/11/14	20/11/14	21/11/14	22/11/14	23/11/14	24/11/14	25/11/14	26/11/14	27/11/14	28/11/14	29/11/14	30/11/14
07:00:00	2158	2231	2296	2637	2467	2716	2610	2525	2221	2711	2670	2752	2759	2679	2472	2299	2700	2680	2891	2717	2632	2310	2303	2698	2657	2522	2858	2708	2595	2112
08:00:00	2090	2200	2436	2618	2307	2729	2604	2439	2299	2746	2854	2720	3018	2820	2628	2367	2840	2715	2569	2800	2557	2471	2372	2888	2548	1635	2765	2792	2770	1870
09:00:00	2350	2319	2677	2509	2285	2764	2673	2610	2103	2890	2569	2820	3002	2103	2717	1920	2986	2816	2681	2512	2435	2419	2356	2820	2440	2771	3002	2678	2615	1877
10:00:00	1854	1780	2493	2518	2681	2290	2704	2787	1712	2771	2808	2601	3073	2335	0	2265	2927	2765	2729	2494	2573	2451	2586	2480	2539	2810	2639	2535	2407	1725
11:00:00	2089	1695	2323	2169	2738	2731	2609	2565	1700	2322	2769	2806	3205	2627	0	2455	2779	2817	2728	3008	2599	2579	2209	2783	2570	2449	2699	2804	2586	2292
12:00:00	1931	1675	2454	2498	2895	2792	2667	2297	1737	2427	2745	2695	3202	2599	2703	2767	2772	3215	2519	2488	2755	2567	2361	2650	2655	2346	2755	3053	2944	2745
13:00:00	2342	1688	2426	2144	2735	2707	2604	2637	2120	2427	2629	3026	2910	2555	3582	2506	2769	2999	2535	2433	2671	2410	2365	2611	2317	2780	2879	2942	3080	2715
14:00:00	2769	1749	2580	2346	2935	2449	2692	2777	1687	2598	3492	2797	2919	2835	2080	2367	2735	3042	2820	2604	2980	2368	2289	2736	2824	2928	2889	2813	3019	2257
15:00:00	2614	2421	2703	3028	2972	2720	3042	2817	2313	3048	3375	3286	3320	3151	2947	2617	3234	3186	3278	3171	3014	2530	2058	3363	3373	3362	3155	3335	2866	2621
16:00:00	2860	2332	2763	3311	3038	2988	3428	2951	2760	3310	3431	3242	3235	3210	3306	2756	3321	3783	3422	3584	3498	2911	2741	3620	3193	3523	3576	3807	2965	2697
17:00:00	3188	2757	2974	3421	3137	3405	3361	3099	3055	3729	3568	3280	3346	3303	3318	3026	3411	3448	3500	3629	3538	0	2978	3903	3569	3481	3537	3830	3067	2942
18:00:00	3377	3167	3399	3578	3568	3490	3670	3444	3344	3627	3822	3274	3636	3532	3723	3445	3651	3718	3795	3833	3692	4094	3334	3987	3681	3680	3587	3996	3542	3174

Diciembre del 2014.

	01/12/14	02/12/14	03/12/14	04/12/14	05/12/14	06/12/14	07/12/14	08/12/14	09/12/14	10/12/14	11/12/14	12/12/14	13/12/14	14/12/14	15/12/14	16/12/14	17/12/14	18/12/14	19/12/14	20/12/14	21/12/14	22/12/14	23/12/14	24/12/14	25/12/14	26/12/14	27/12/14	28/12/14	29/12/14	30/12/14	31/12/14
07:00:00	2796	2750	2585	2808	2652	2469	2183	2633	3026	2753	2660	2915	2637	2427	2807	2716	2757	2599	2765	2562	2846	2706	3001	2744	2505	2756	2298	2527	2782	2770	2800
08:00:00	2830	1997	2866	2756	2866	2674	2090	2521	2940	2547	2723	3097	2725	2552	2993	2823	2735	2964	3074	2487	2470	2882	3036	3024	2470	2795	3010	2599	3044	3142	3013
09:00:00	2834	2993	2747	2609	2916	2829	2033	2351	2923	2690	3046	2673	2851	2447	2888	2728	2905	2740	2907	3069	2580	3222	3172	3129	2570	3152	2687	2578	3262	3368	3346
10:00:00	3161	2999	3058	2822	2932	2706	1926	3338	2890	2720	2932	2740	2875	2288	3096	2845	2566	3082	3189	2790	2280	3180	3226	2860	2353	3321	2324	2396	3349	3562	3262
11:00:00	2657	1904	2758	2697	2684	2908	1943	3146	3100	2807	3183	3159	2545	1874	3152	2676	3155	3300	3062	2734	2449	2959	3284	3371	2600	3237	2622	2304	3763	3590	3567
12:00:00	3106	2974	3135	2808	3142	2927	2129	2998	3055	3323	3038	3319	2957	2300	3114	2928	3129	3185	2958	2793	2471	3130	3193	3033	2699	3126	2730	2491	3643	3480	2931
13:00:00	2738	2928	2441	3066	3231	2520	2502	2833	3030	3040	2728	2963	2923	1936	3127	2804	3190	2826	3321	2818	2531	3113	2993	3238	2319	2608	2764	2539	3620	3328	3294
14:00:00	3187	2770	2811	3238	3020	2413	2469	2824	2865	2919	2843	3211	2451	2386	3142	3251	2479	2631	3180	2713	2517	3398	3220	2696	2350	2560	2182	2701	2994	3279	3094
15:00:00	3542	3160	3107	3100	3521	2594	2694	2746	3229	3314	3468	3234	3193	2387	3291	3717	3894	3266	3389	3007	2708	3647	3624	3346	2718	3055	2662	2996	3780	3225	3353
16:00:00	3597	2171	3305	3435	3504	2974	2951	3494	3558	3870	3909	3321	3028	2621	3468	3357	3583	3454	3820	3507	2969	3545	3644	3475	3189	3536	3267	3068	3747	3481	3360
17:00:00	3666	3507	3427	3496	3594	3286	3033	3580	3491	3954	3906	3701	3238	2927	3539	3904	3872	3687	3249	3375	3214	3882	3784	3683	3534	3658	3764	3334	3781	3703	3655
18:00:00	3749	3593	3729	3704	3820	3636	3236	3806	3515	3858	3912	3733	3529	3196	3625	3886	3966	3674	3676	3492	3227	3976	3897	4002	3599	3805	4038	3571	3989	4027	3959

Enero del 2015.

	01/01/15	02/01/15	03/01/15	04/01/15	05/01/15	06/01/15	07/01/15	08/01/15	09/01/15	10/01/15	11/01/15	12/01/15	13/01/15	14/01/15	15/01/15	16/01/15	17/01/15	18/01/15	19/01/15	20/01/15	21/01/15	22/01/15	23/01/15	24/01/15	25/01/15	26/01/15	27/01/15	28/01/15	29/01/15	30/01/15	31/01/15
07:00:00	2520	2563	2457	2534	2881	3004	2815	2918	3020	2810	2760	2935	2940	3018	2999	2978	2561	2391	3013	3167	2860	2950	2625	2562	1486	2609	2755	2837	2622	2695	2841
08:00:00	2623	2964	2590	2572	3300	3259	3336	3234	3156	3134	2614	3251	3163	3344	3167	3175	2392	2475	3130	3162	3095	3272	2726	2660	1407	2725	2855	3003	2967	2884	2576
09:00:00	2615	3001	2430	2431	3375	2770	3165	3388	3360	3270	2734	3279	3168	3415	3427	3269	2454	2495	2697	3036	3000	3646	3304	2903	2259	2562	3164	3177	3292	2956	2580
10:00:00	2336	2767	2393	2529	3404	2777	3210	3134	3371	3165	2730	2925	3226	3284	3186	3294	2381	2542	3470	3691	3010	3450	2900	2626	2354	3037	3349	3315	3271	3336	2431
11:00:00	2426	3029	2465	2061	2971	3047	3333	3040	3190	3009	2370	2861	3325	2982	3392	3419	2751	2091	2924	2632	3104	3452	3366	2986	2144	2704	2991	3041	3178	3484	2939
12:00:00	2390	2923	3025	1851	3134	3448	3006	3204	3137	3313	2559	3122	3337	3066	3019	3163	2714	2494	2928	3365	3174	3392	2900	2786	2057	2732	2905	2862	2988	3674	3260
13:00:00	2242	3097	2833	2368	2937	3416	3254	3030	3115	3031	2151	3485	2953	3012	3729	3133	2599	2125	2670	3437	3050	3118	2931	2590	2087	2678	2802	2660	2924	3540	2900
14:00:00	2354	2977	2911	5890	2929	3494	3373	3033	3300	3684	2126	3818	3419	3202	3429	3312	2884	1738	3109	3424	2758	3235	3218	2496	2035	2965	3197	3478	3654	3159	2883
15:00:00	3000	3243	3116	2833	4054	4013	3931	3547	3630	3811	2399	3612	3729	3650	3831	3461	3302	2294	3616	3826	3254	3456	3469	2798	2288	3233	3489	3566	3904	3717	2894
16:00:00	2793	3344	3367	3178	4015	3910	4315	4160	3465	3605	2803	3995	3825	3910	4065	3637	3379	2790	3679	3946	3626	3424	3453	2750	2544	3888	3789	3929	4204	3503	3093
17:00:00	3147	3592	3450	3279	4081	4296	4016	4040	3893	3672	3208	3913	4176	4368	3927	3742	3549	3075	4185	3762	4390	3584	3858	3366	2958	4028	3964	4109	3927	3654	3496
18:00:00	3458	3816	3866	2416	4137	4198	4091	4014	3753	3902	3397	3965	3990	4133	4073	4092	3521	3300	4071	3861	4081	3687	3765	3545	3111	3920	3886	4148	3983	3649	3676

Febrero del 2015.

	01/02/15	02/02/15	03/02/15	04/02/15	05/02/15	06/02/15	07/02/15	08/02/15	09/02/15	10/02/15	11/02/15	12/02/15	13/02/15	14/02/15	15/02/15	16/02/15	17/02/15	18/02/15	19/02/15	20/02/15	21/02/15	22/02/15	23/02/15	24/02/15	25/02/15	26/02/15	27/02/15	28/02/15
07:00:00	2364	2806	3081	2688	2843	3250	2548	2607	3042	3170	3115	3081	2910	3124	2779	2617	2467	2983	2890	3025	2864	2754	2902	2969	3172	3084	2980	2590
08:00:00	2337	3219	3475	3035	2896	3277	2813	2853	3179	3292	3192	3368	2899	3062	2702	2673	2522	3128	2990	3436	3103	2964	3073	3240	3374	3299	2310	3295
09:00:00	2278	3110	3649	3115	2962	3832	2993	2571	3552	2691	3445	3429	2908	3070	2561	2926	2708	3011	3061	3403	3352	2557	3002	3236	3406	4034	3428	3235
10:00:00	2131	3524	3545	3037	3112	3947	3121	2419	2968	3334	3432	3474	3046	2454	2624	2445	3030	3203	3113	3391	3235	2765	2897	3256	3394	3501	3588	3158
11:00:00	2507	3298	3418	2861	2966	3832	3170	2310	3260	3148	3319	3424	3102	3095	2660	2537	2430	3825	2770	3636	3375	2424	2998	3401	3340	3558	4072	3238
12:00:00	2337	3190	3197	3236	3405	3647	3171	2775	3440	3934	3287	3375	3104	3068	2245	2864	2505	3682	3067	4305	3301	2713	3118	3267	3169	3556	4058	3257
13:00:00	2333	3364	2777	3623	2687	3445	3482	2470	3840	3536	3137	3136	2832	2768	2079	2810	2555	3917	3172	3314	3336	2552	3445	3162	3074	4007	3859	3330
14:00:00	2360	3808	3166	3662	2968	4031	3047	2349	3448	3352	3437	3410	3168	2760	2167	2597	2731	3590	3444	3431	3297	2560	3097	3169	3094	3611	3673	3859
15:00:00	2790	4072	3602	3792	3311	4339	2520	2584	3683	4263	3733	3953	3675	2788	2598	3130	3380	3312	3566	3970	3620	2419	3804	3369	3809	4793	3880	4089
16:00:00	2656	4190	3493	4088	3915	4229	3300	3084	4329	4202	4094	4323	4055	3313	2526	3106	3705	3395	3830	4355	3941	3224	4143	4483	4345	4444	4645	3803
17:00:00	2954	4167	3757	4100	4484	4296	3791	3413	4577	4588	4099	4028	4051	3480	2885	3445	3972	4334	4325	4616	4028	3149	4068	4733	3927	4705	4556	4052
18:00:00	3298	4133	3679	4095	3948	4299	3815	3654	4344	4561	4107	3947	4077	3690	3256	3933	3928	4008	4105	4510	4130	3365	4092	4198	4207	4659	4401	4417

Marzo del 2015.

	01/03/15	02/03/15	03/03/15	04/03/15	05/03/15	06/03/15	07/03/15	08/03/15	09/03/15	10/03/15	11/03/15	12/03/15	13/03/15	14/03/15	15/03/15	16/03/15	17/03/15	18/03/15	19/03/15	20/03/15	21/03/15	22/03/15	23/03/15	24/03/15	25/03/15	26/03/15	27/03/15	28/03/15	29/03/15	30/03/15	31/03/15
07:00:00	2789	3021	3064	3114	2746	2566	2709	2636	2935	3677	3114	2947	2394	3213	2933	3105	2974	2976	2989	2854	2778	2671	2896	3076	2979	3044	2897	2763	2882	3264	2993
08:00:00	2743	3365	3200	3556	3253	2748	2878	2622	3261	3486	3468	2887	3301	3214	3002	3543	3420	3341	2964	3487	2642	2597	3427	3509	3237	3325	3288	2947	2851	3536	3341
09:00:00	2429	3594	3576	3679	3561	3107	3201	2593	3160	3713	3958	3539	3642	3432	2673	4017	3848	3597	3458	3394	2946	2521	3508	4039	3502	3938	4057	2936	3258	4293	3531
10:00:00	2499	3742	3352	3742	3501	3369	2843	2204	3268	3771	3492	3632	3631	3518	2782	4098	3794	3946	3517	3332	3548	2519	3579	3694	3638	3999	3465	3132	2485	3778	4016
11:00:00	2660	3684	3452	3978	3880	3275	2960	3525	3296	3804	3670	3758	3867	3723	2748	4474	3870	3910	3792	3259	3089	2834	3741	4258	3699	3617	3718	3296	2713	4188	3549
12:00:00	2389	3899	3610	3792	3569	3552	3139	2547	3401	3901	3505	4166	4075	3844	2816	4640	3887	3353	4013	3847	3268	3530	3594	4149	4347	3762	3837	3306	2885	4677	3611
13:00:00	2390	3480	3536	3636	3516	3540	3156	2586	3195	3773	3427	3635	3952	3920	3025	4386	3868	3405	3492	3632	3266	3236	3469	3541	3306	4186	3776	4032	3718	4343	4052
14:00:00	2465	3515	3537	3760	3529	3460	3080	2637	3242	3815	3605	3706	4188	3745	2777	4153	3577	3566	2899	3689	3579	3235	3603	3699	3654	3569	3811	3257	2874	4258	3761
15:00:00	2326	4112	3915	4157	4004	4042	3181	2795	3550	4114	3873	4135	4404	3410	2891	4129	4542	4118	3040	3951	3331	3270	4041	4346	4081	4451	4252	3503	3006	4517	4069
16:00:00	2721	4106	4514	4408	4240	4611	3617	3157	3904	4213	4392	4755	4668	3779	3335	4370	4563	4472	3991	4743	3931	3545	4734	9000	4601	4288	4467	3992	3942	4604	4898
17:00:00	2942	4185	4610	4630	4764	4703	3952	3480	4176	4481	4572	4983	4926	3971	3564	3994	4634	4424	4060	4705	4029	3693	4596	4823	4660	4741	4785	4283	3933	4522	4581
18:00:00	3561	4132	4447	4663	4744	4374	4324	3786	4176	4419	4611	4639	4810	4392	3883	4193	4749	3263	4270	4381	4194	3894	4837	4786	4639	4621	4764	4471	4333	4499	4695

Abril del 2015.

	01/04/15	02/04/15	03/04/15	04/04/15	05/04/15	06/04/15	07/04/15	08/04/15	09/04/15	10/04/15	11/04/15	12/04/15	13/04/15	14/04/15	15/04/15	16/04/15	17/04/15	18/04/15	19/04/15	20/04/15	21/04/15	22/04/15	23/04/15	24/04/15	25/04/15	26/04/15	27/04/15	28/04/15	29/04/15	30/04/15
07:00:00	2700	2964	2964	3056	2813	3320	3041	3127	3209	3100	0	3103	3319	3025	2996	3093	3105	3002	2952	2930	3168	2640	2855	3094	2942	2708	3066	2886	2994	3112
08:00:00	3134	2956	2956	3370	2839	3684	2753	3612	3411	3292	0	3249	3776	3374	3382	3365	3358	3529	3120	3410	3749	2859	3215	3423	2810	3145	3161	3162	3265	3290
09:00:00	4048	3166	3166	3283	2749	4010	2931	3703	3862	3269	3235	3119	3703	3682	3302	3590	3725	3238	0	3385	3029	3190	3198	3646	2660	3062	3554	3888	3748	3825
10:00:00	3460	3315	3315	3215	2702	3836	2830	4023	3541	3561	3249	2773	4081	3863	3681	3786	2971	2982	3275	3399	3694	2732	3685	3393	3130	3046	4029	3782	3862	3746
11:00:00	3320	3145	3145	3220	2429	3771	3474	3846	3280	3985	3321	0	4350	3900	3902	3813	3506	3620	2897	3842	3470	3239	3592	3393	2920	2335	3595	3668	3721	3693
12:00:00	3683	3279	3279	3384	2489	4556	2793	3629	3646	3484	3375	3287	5107	3850	3755	3959	3981	3840	3093	3876	3599	3015	3977	3423	3058	3187	3538	3829	3628	3726
13:00:00	3471	2894	2894	3144	2550	3815	2936	4064	3742	3989	3316	4031	3885	4090	3482	4090	3283	3609	3489	4114	2713	3395	3769	3560	3106	2505	3430	4122	3724	3524
14:00:00	3631	2974	2974	3831	2363	4088	3645	3751	3793	3804	3215	2894	4008	4111	3656	4519	3862	4143	3459	4534	2908	2800	3611	3516	2808	2677	3970	3856	4278	3600
15:00:00	3780	3280	3280	3535	2709	3845	3899	4442	4364	4163	3469	3864	3883	4486	4006	4015	3487	4136	3286	4200	3950	3059	4391	3893	3795	2871	4407	4049	4143	4448
16:00:00	4207	3908	3908	3448	3175	4915	4354	4628	4420	4636	3781	3880	4430	4958	4597	4439	3974	0	3604	4301	4017	3819	3695	4525	3828	3672	4387	4312	4719	4541
17:00:00	4320	4134	4134	4073	3522	4696	4341	4566	4834	4715	4310	4046	4455	4803	4700	4253	4177	0	3876	4409	3944	3757	4160	4341	4073	3676	4415	4140	4552	4666
18:00:00	4256	4185	4185	4369	3857	4642	4194	4696	5003	4776	4553	4132	4560	4654	4625	4545	4265	4133	4067	4403	4087	3662	4419	4473	4285	3898	4572	4623	4620	4675

Mayo del 2015.

	01/05/15	02/05/15	03/05/15	04/05/15	05/05/15	06/05/15	07/05/15	08/05/15	09/05/15	10/05/15	11/05/15	12/05/15	13/05/15	14/05/15	15/05/15	16/05/15	17/05/15	18/05/15	19/05/15	20/05/15	21/05/15	22/05/15	23/05/15	24/05/15	25/05/15	26/05/15	27/05/15	28/05/15	29/05/15	30/05/15	31/05/15
07:00:00	2930	2862	2660	2849	2896	3148	2990	3257	3027	2746	3255	3254	3378	3228	3265	2883	2596	2965	3268	2824	3195	3033	2563	2744	3101	3014	0	2997	0	0	0
08:00:00	3141	2612	2684	2989	2946	3489	3423	3531	3052	2845	3482	3687	3631	3592	3511	2882	2770	3680	3388	3335	3471	3296	2871	2889	3405	3340	0	3451	0	0	0
09:00:00	2821	2972	2909	3688	3350	3637	3147	3317	3450	2862	3640	2684	4143	3795	3893	3126	3061	3490	3497	3315	3802	3441	3330	2907	3579	3023	0	3335	0	0	0
10:00:00	2927	3659	2822	3307	3536	4047	4086	3433	3954	2912	3422	3801	4132	3740	3822	3423	2877	4043	3889	3473	3796	3450	3429	2908	3668	3335	0	3998	0	0	0
11:00:00	2875	3597	3197	3886	3860	3827	3842	4090	3600	2508	3451	4255	4149	3971	4013	3549	2975	3972	4044	3815	3885	3628	3578	2806	3306	3297	0	3398	0	0	0
12:00:00	3064	3668	2855	3845	3844	3705	3432	4143	3867	3268	4374	4398	4062	4022	3978	3467	2870	4242	4126	3899	4006	3585	3490	2816	3868	3670	0	3563	0	0	0
13:00:00	3140	3546	3192	3410	3524	3854	4075	3971	3802	2536	3661	4196	4021	3864	4044	3674	3305	3776	3950	3189	3834	3838	3290	2924	3707	3650	0	3576	0	0	0
14:00:00	3490	3582	3204	3714	3746	3759	3796	4005	3436	3001	3928	4379	4378	3597	4201	3650	3094	4125	3990	3617	3911	3733	3231	2337	3287	3958	0	4411	0	0	0
15:00:00	3568	2934	3251	4238	4129	4564	3552	4345	3792	3135	4246	4510	4475	4374	4397	3690	3424	4041	4166	4540	4439	3955	3296	2850	3702	4280	0	4473	0	0	0
16:00:00	4190	3976	3305	4337	4719	4711	4711	4698	3920	3184	4581	4721	4477	4781	4396	3601	3442	4603	4353	4524	4470	4032	3720	3460	3983	4338	0	4529	0	0	0
17:00:00	4069	4162	3253	4267	4557	4703	4631	4677	3892	3568	4823	4676	4578	4607	4401	3687	3596	4584	4237	4409	4282	4000	3920	3667	4346	4375	0	4468	0	0	0
18:00:00	4240	4474	3518	4392	4615	4694	4738	4604	4336	3820	4691	4734	4600	4883	4719	4121	3886	4619	4267	4626	4448	4109	3970	3700	4197	4398	0	4395	0	0	0

Junio del 2015.

	01/06/15	02/06/15	03/06/15	04/06/15	05/06/15	06/06/15	07/06/15	08/06/15	09/06/15	10/06/15	11/06/15	12/06/15	13/06/15	14/06/15	15/06/15	16/06/15	17/06/15	18/06/15	19/06/15	20/06/15	21/06/15	22/06/15	23/06/15	24/06/15	25/06/15	26/06/15	27/06/15	28/06/15	29/06/15	30/06/15
07:00:00	3066	3105	1643	3015	2992	2712	2899	3257	3301	3458	3240	3070	3189	3143	3320	3268	3384	2994	3258	0	2858	3287	3202	3140	3378	3216	0	3039	0	3121
08:00:00	3458	3396	1916	3273	3073	2784	2980	3707	3700	3650	3618	3658	3466	3103	3708	3684	3659	3330	3750	0	2905	3270	3437	3476	3650	3555	0	3048	0	2995
09:00:00	3879	3750	2072	3470	3108	3468	3127	3914	3344	3479	3755	3857	3578	3399	3917	3433	3945	3848	3611	0	2834	3783	3755	3703	3736	3664	0	3403	0	3056
10:00:00	3585	3187	2215	3403	3268	3003	3021	4093	3052	3910	3630	3370	3802	3615	3955	4187	4022	3855	3302	0	3093	3788	3749	3757	3987	3409	0	3232	0	3091
11:00:00	3370	3525	4077	3898	3669	3045	2785	3154	3467	3861	3578	3748	3609	3197	3548	3763	3367	3548	3888	0	2990	3474	3636	3442	3593	3406	0	2507	0	2849
12:00:00	4233	3504	3720	3542	3852	3238	3109	4230	3790	4202	3882	4357	3571	2932	3728	3636	3785	3870	3653	0	3375	4233	3743	3655	3645	3935	0	3295	0	3123
13:00:00	3499	3489	3295	3754	4137	3309	3216	4065	3658	3527	3836	3867	4118	3111	3665	3830	3798	3785	4151	0	2983	3771	3495	3648	3518	3914	0	3520	0	3190
14:00:00	3760	3886	3584	3890	4002	2813	3432	4186	4319	4276	4396	4130	3914	4020	4556	4378	3930	3843	4169	0	3041	4135	3684	4254	3703	3978	0	3495	0	3113
15:00:00	4169	4569	4051	4031	4160	3662	3184	4023	4680	4583	4148	4294	4284	3382	4167	4655	4408	4301	4398	0	3222	4302	4517	4675	4275	4289	0	3356	0	3631
16:00:00	4188	4570	4326	4386	4255	3975	3564	4563	4619	4571	4650	4787	4515	3420	4793	4955	4678	4486	4442	0	3637	4584	4703	4599	4329	4735	0	3335	0	3419
17:00:00	4082	4552	4406	4342	4320	4045	3803	4524	4504	4654	4792	4809	4560	3950	4710	4801	4645	4555	4550	0	3710	4414	4586	4526	4448	4579	0	3371	0	3475
18:00:00	4059	4560	4468	4385	4523	4370	3887	4445	4562	4785	4839	4738	4766	4204	4468	4779	4699	4610	8857	0	3838	4468	4468	4643	4346	4742	0	3626	0	3791