

Diseño y establecimiento de los beneficios de un sistema de abastecimiento energético usando energía solar fotovoltaica en la ciudad de Girardot.

Design and establishment of the benefits of an energy supply system using photovoltaic solar energy in the city of Girardot.

Nixon Andrés Torres

Natc.15@hotmail.com

Sandra Catalina Robledo

Sandrasca1996@hotmail.com

Facultad de ingeniería Corporación Universitaria minuto de Dios, regional Girardot

Resumen: *Se proyecta determinar cuáles son los factores ambientales y las condiciones de acceso al servicio de energía eléctrica que mejoran o propenden la construcción de vivienda saludable; proponiendo una solución adaptable al contexto de Girardot, diseñando un sistema mediante la utilización de la energía solar fotovoltaica como medio de abastecimiento eléctrico destacando los beneficios que este trae al medio ambiente y a la economía del hogar ya que aunque al principio la inversión es grande, a largo plazo se recupera, también reconociendo el potencial en energías renovables con el que cuenta no solo la ciudad de Girardot si no Colombia.*

Palabras clave: *Energía renovable, sol, fotovoltaico, Girardot.*

Abstrac: *Is planned determine what are the environmental factors and the conditions of access to the service of electrical energy that improve the construction of healthy housing; proposing a suitable solution to the context of Girardot, designing a system through the use of photovoltaic solar energy as a means of power supply, highlighting the benefits that this brings to the environment and to the Pocket since although at the beginning the investment is large, long-term recovers, also recognizing the potential in renewable energy that not have only the city of Girardot too Colombia.*

Key words: *renewable Energy, sunny, photovoltaic, Girardot.*

1. Introduction

Cuando el Sol le da calor a la Tierra debe existir un flujo en el que parte de dicho calor se devuelve al espacio. Los gases de efecto invernadero, que provienen de nuestro consumo de energía, atrapan una gran cantidad de calor y no lo dejan salir, aumentando la temperatura del planeta. Uno de los gases que más aporta a este fenómeno es el dióxido de carbono (CO₂), que en su mayoría sale del uso de combustibles fósiles. A pesar de los grandes esfuerzos que se han hecho por frenar las emisiones de CO₂ su crecimiento sigue aumentando vertiginosamente. La escasez de combustibles fósiles, más la creciente demanda energética y la preocupación por el medio ambiente, representan uno de los más grandes retos de la sociedad actual: apoyarse en las energías renovables para sostener su desarrollo.” (espectador)

Actualmente existen varios tipos de energías renovables - que se caracterizan por ser abundantes, poco o nada dañinas para el medio ambiente, entre las que se encuentran la energía solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica - con las cuales se puede contribuir al cuidado del medio ambiente y que por su variabilidad se adaptan a los distintos climas de Colombia, como por ejemplo para la guajira la energía renovable que mejor se adapta es la eólica, debido al clima de esta región y su cercanía al mar.

Girardot es una ciudad de clima cálido que cuenta con una “Temperatura promedio anual: 33.3° C, y está ubicada a 289 metros sobre el nivel del mar” (girardot, 2013). Y gracias a su clima cálido y ubicación geográfica el tipo de energía renovable más viable para esta ciudad y que a su vez aprovecha las condiciones climáticas es la energía solar, foto-voltaica.

2. Contenido

2.1. Contaminación

“La generación de electricidad conlleva una serie de contaminantes. Estos dependen de la fuente de energía primaria utilizada, de la tecnología elegida y del entorno del emplazamiento de la instalación.” (s.a)

“Las centrales térmicas generan contaminantes debido a dos causas esencialmente. Por un lado, la quema de combustibles fósiles como el carbón o combustibles que generan cenizas y humos entre los cuales encontramos emisiones de CO₂ (dióxido de carbono), SO_x (óxidos de azufre) y NO_x (óxidos de nitrógeno). Por otro, generan un cambio térmico en el agua que utilizan para refrigeración.” (s.a)

“El CO₂ es uno de los gases que favorecen el efecto invernadero. Este efecto es el responsable de que la tierra tenga su temperatura, pero un exceso de CO₂ en la atmósfera puede provocar un exceso de temperatura. Hay diferentes maneras de reducir el CO₂, la más extendida es con el uso de filtros que lo retienen.” (s.a)

“El SO_x y el NO_x son los causantes de la lluvia ácida. La asociación de los óxidos con el oxígeno y el agua forman ácidos nítricos HNO₃ y ácidos sulfúricos H₂SO₄. Estos ácidos cambian el PH de la lluvia, esta lluvia acidifica ríos y aguas, matando a los seres vivos que viven en ellos, otro efecto de la lluvia ácida es la deposición de protones H⁺, que arrastran ciertos iones del suelo empobreciendo los nutrientes de los ecosistemas. Para eliminar estos contaminantes se realizan diferentes tratamientos, como por ejemplo la introducción de convertidores catalíticos en las centrales o la adición de compuestos alcalinos en los ríos.” (s.a)

“Los graves efectos que el cambio climático está produciendo en nuestro planeta, en nuestros ecosistemas y en nuestras poblaciones hacen que nos encontremos ante un momento especialmente importante: el paso de la era de los combustibles fósiles hacia una nueva era liderada por las energías renovables.” (Oceania)

2.2. Energías renovables

“Se puede definir como una fuente que es regenerada o restablecida en forma natural. La mayoría de las fuentes de energía alternativa se pueden definir también como renovables, por ejemplo el sol, el viento y el agua son de los primeros ejemplos que vienen en mente, como fuente de energía se pueden mencionar; biomasa y biocombustibles, nuclear, solar, eólica, hidroeléctrica geométrica y otras. De estas las consideradas como fuentes renovables son: la solar, la eólica, la hidráulica, la geotérmica y biomasa.” (Harper, 2012)

“La Agencia Internacional de Energía (AIE) dice que la base de la vida moderna del mundo depende en un 80% del petróleo y que a medida que los países se industrializan y sus poblaciones aumentan, también crece el consumo de energía. En Colombia la producción de energía primaria proviene de la hidroelectricidad, por la abundancia de agua en la mayoría de zonas del país, y en un segundo lugar de los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), cuyas reservas ya se están agotando.” (noticias)

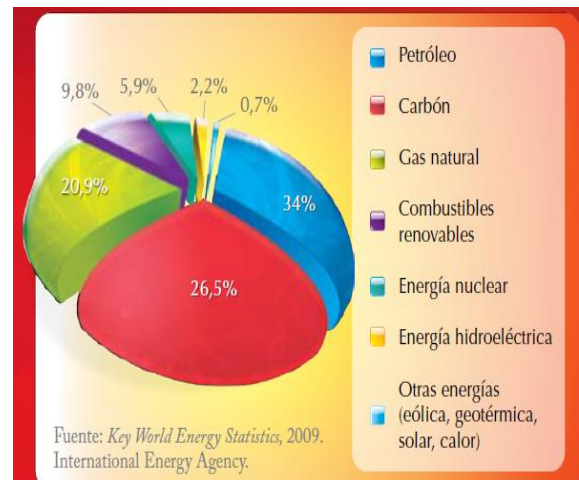


Figura 1. Fuentes de energía eléctrica del mundo.[5]

La principal producción de energía eléctrica en el mundo se debe al petróleo ya que es el 34%, el 26,4% es producida por el carbón, el 20,9% es producido por medio del gas natural, el 9,8% es producido por combustibles renovables, el 5,9% por medio de la energía nuclear, el 2,2% es producido por energía hidroeléctrica y por último

el 0,7% es producido por otras energías, como eólica, solar, calor, geotérmica...

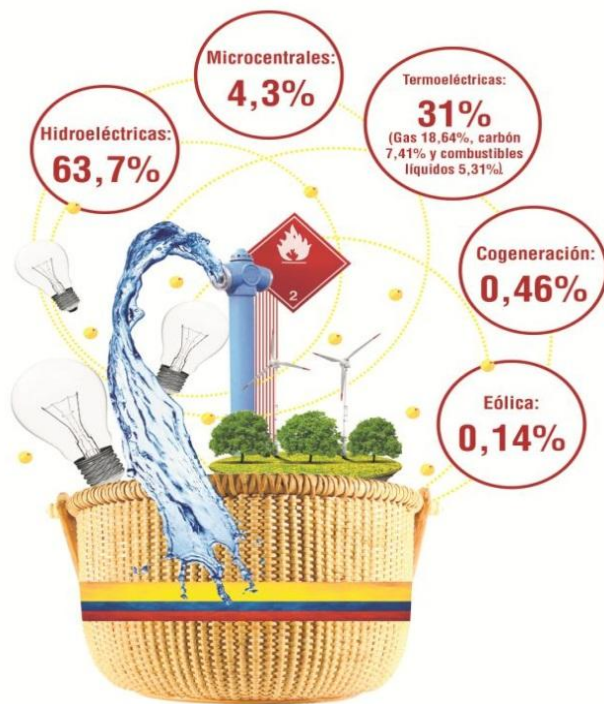


Figura 2. Fuentes de energía eléctrica en Colombia.[3]

“La confiabilidad de las fuentes de electricidad en Colombia se apoya en gran medida en la generación hidroeléctrica, que representa el 63,7% de la capacidad instalada, y se incrementa a 68% si se suman las pequeñas micro-centrales. La segunda fuente de generación es la termoelectricidad, que también tiene un peso importante en la canasta total, con un 31% --a gas (18,64%), a carbón (7,41%) y a combustibles líquidos (5,31%)-. El resto de la composición nacional del mercado se apoya en otras fuentes como la cogeneración, con una participación de 0,46%; y la eólica, que apenas suma 0,14%.” (minero, 2013).

A pesar de que las energías renovables son una alternativa eficiente y amigable con el medio ambiente, no son las principales proveedoras de energía eléctrica en el mundo, al contrario ocupan el más bajo porcentaje, siendo primarias energía como el petróleo cuyas fuentes son totalmente agotable. Aunque en Colombia la hidroelectricidad es la fuente primaria, debido a las grandes magnitudes de estas, también se

convierten en factores contaminantes ya que se deben inundar de terrenos que no estaban adecuados en un principio para almacenar grandes extensiones de agua y donde se encontraba diversidad de fauna y flora terrestre y no acuática.

2.3. Potencial de energías verdes en el país



Figura 3. Energías verdes en nuestro país [5]

Colombia es un país que por su variabilidad de clima y ubicación geográfica, Tiene un gran potencial de utilización de energías renovables. Por ello se han venido desarrollando de acuerdo a su región en todo el país, en el guajira (cabo de la vela) se ha implementado la energía eólica, aprovechando el viento producido en esta región, la energía solar se ha desarrollado en la ciudad Bogotá, los biocombustibles se han desarrollado en los llanos orientales y valle del cauca, la energía geotérmica tiene un potencial de desarrollo en Nariño (Volcanes Azufral y Chiles). Boyacá (Paipa). Nevados del Ruiz y del Tolima. La energía de las mareas tiene potencialidad en costas pacíficas y caribe. El biogás tiene potencialidad en el Urabá y zona cafetera. La energía a partir de la basura tiene Potencialidad de en Bogotá, Medellín, Cali y barranquilla.

2.4. Energía solar

“La energía solar es una fuente de energía renovable que se obtiene del sol y con la que se pueden generar calor y electricidad. Existen varias maneras de recoger y aprovechar los rayos del sol para generar energía que dan lugar a los distintos tipos de energía solar: la fotovoltaica (que transforma los rayos en electricidad mediante el uso de paneles solares), la foto-térmica (que aprovecha el calor a través de los colectores solares) y termoeléctrica (transforma el calor en energía eléctrica de forma indirecta).” (twenergy)

2.5. Energía solar foto-voltaica

“El sistema fotovoltaico es un sistema que utiliza celdas solares para convertir la luz solar en electricidad, satisfaciendo los requerimientos de una aplicación determinada. La electricidad generada a partir de la energía solar, se puede utilizar exactamente igual que la electricidad que hay en la red, para viviendas, comercios, oficinas, etc. Un sistema fotovoltaico, sólo resulta rentable en lugares alejados de la red convencional, donde no existe suministro eléctrico, como fuente de energía para bombear agua, electrificar cercas, aireación, etc. Además de utilizar una energía totalmente limpia, estos sistemas no necesitan mantenimiento y no tienen más costo que la inversión inicial.

Un sencillo sistema está formado básicamente por un panel solar, un controlador de carga de baterías, un inversor o convertidor de corriente directa en corriente alterna (puede ser opcional) y las baterías de acumulación. Además, los elementos consumidores pueden ser luminarias, radios, televisores, computadoras y otros equipos electrodomésticos.” (AndinaS.A.)

Las principales ventajas de la energía solar es que es ecológica, limpia y no emite CO₂ a la atmósfera, es una fuente de energía silenciosa y segura, prácticamente inagotable, escaso o nulo mantenimiento.

2.6. Potencial solar En Colombia

Colombia tiene un potencial energético solar a lo largo de todo el territorio nacional, con un promedio diario multianual cercano a 4,5 kWh/m².

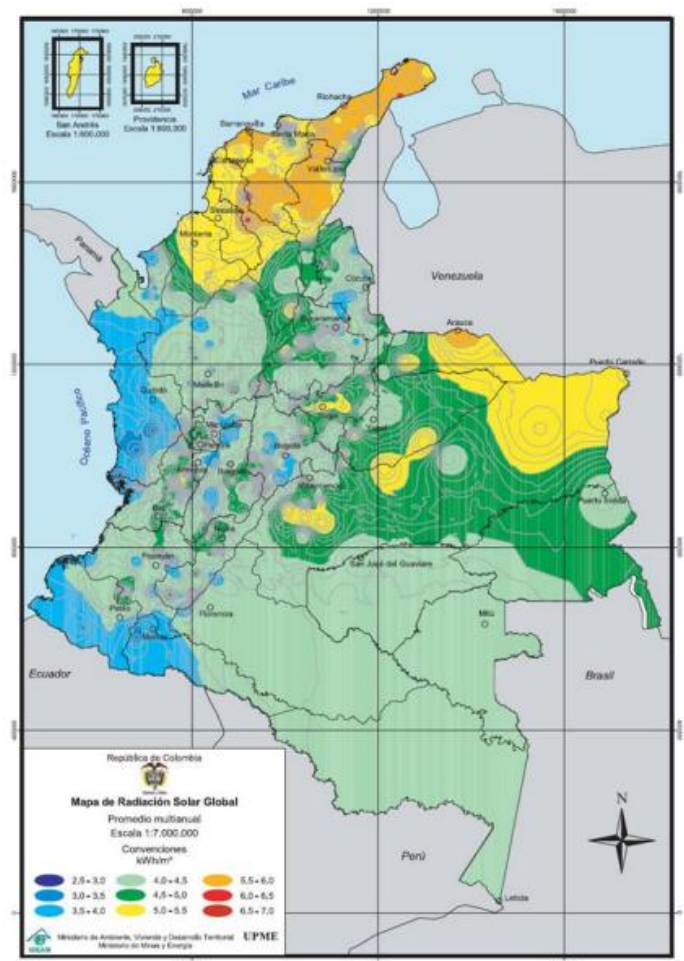


Figura 4. Potencial solar por región [8]

“El mayor recurso energético del que se dispone es el sol, El sol entrega millones de voltios cada día sin ser aprovechado, Las viviendas pueden aprovechar esta energía, que sólo requiere un costo inicial y la mantención para cubrir todas sus necesidades de electricidad.” (educarchile) La región andina, que es donde se encuentra ubicada la ciudad de Girardot produce de 1.080 a 1.620 kwh/m²/año.

2.7. Potencial solar en Girardot

Girardot es una ciudad de clima cálido que cuenta con una “Temperatura promedio anual: 33.3° C, está ubicada a 289 metros sobre el nivel del mar” (girardot, 2013). Y “su radiación solar en promedio anual es de 189 Cal/cm²” (Fuente: Estación Climatológica Universidad de Cundinamarca, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia), debido a estos factores y su ubicación geográfica se denota el potencial solar con el que cuenta esta ciudad.

2.8. Beneficios de la energía solar en Girardot

La energía solar mitiga los daños efectuados al medio ambiente provocados por la producción de energía, aparte de ello es totalmente gratis ya que el sol es un recurso natural e inagotable, aunque en un principio se debe pagar por la instalación del sistema que permite recolectar la energía generada por el sol, se evita el cobro por la energía eléctrica cada mes, siendo esto beneficioso ya que Girardot cuenta con la energía eléctrica más cara del país debido a que el kilovatio en la localidad, avalado por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (Creg), cuesta 384 pesos, 150 pesos más de lo que se cobra por un kilovatio en Bogotá. Otra referencia es que la tarifa promedio nacional es de 280 pesos por kilovatio.” (tiempo, 2004)

Consumo de energía eléctrica

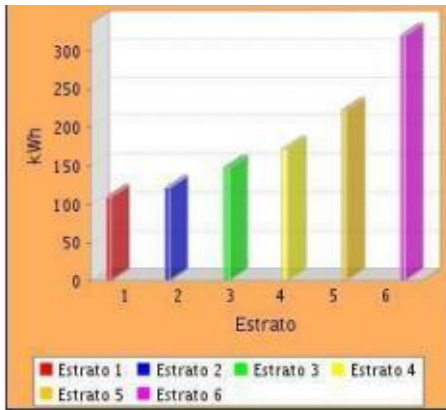


Figura 5. Consumo pro-medio residencial [10]

El consumo promedio de una residencia estrato 3 en Colombia es de 150kw/h en el mes, es de 5000kw/h al día.

2.9. Diseño



2.10. Partes de un sistema foto-voltaico

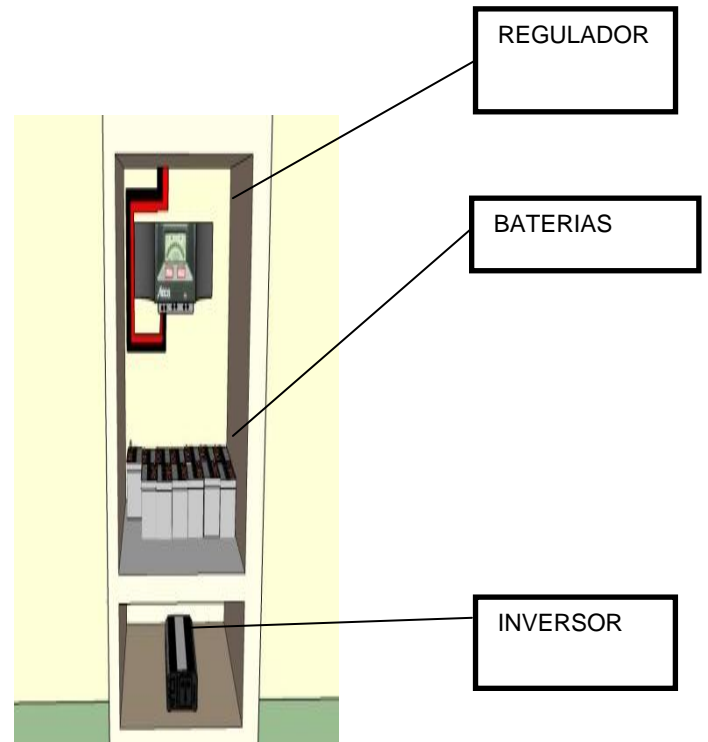


Figura 6. Diseño del sistema fotovoltaico en la vivienda. Fuente: Propia

2.11. Panel solar o modulo fotovoltaicos

“Los paneles solares captan la luz solar y la convierten activamente en electricidad. Las células solares o las células fotovoltaicas, se disponen en una especie de rejilla situada en la superficie del panel solar. Estas células solares fotovoltaicas recogen la luz del sol durante las horas del día y la convierten en electricidad.” (rocha, 2014)

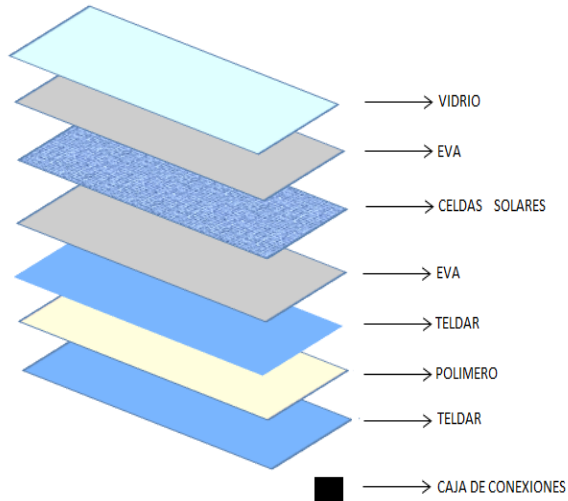


Figura 7. Panel fotovoltaico [18]

“En la cobertura exterior de un panel solar está constituida por un vidrio templado con superficie anti-reflectiva y que no absorbe la radiación solar. Además es resistente a los impactos y no retiene el polvo, lo que reduce su mantenimiento. Luego hay una capa encapsulante anterior que protege a las fotocélulas de las vibraciones e impactos. Seguidamente se encuentran las células fotovoltaicas. Después aparece la capa encapsulante posterior que protege a la unidad y es de color blanco para favorecer el rendimiento solar. Le sigue a esta última capa la protección posterior formada por el marco y el soporte, lo que da rigidez mecánica al conjunto. Los marcos no se taladran ya que las vibraciones romperían el vidrio del módulo solar. En la parte posterior del panel solar está la caja con los bornes de conexión para los cables que unen entre sí los módulos solares.” (Andreoni, 2013)

2.11.1 Formulas

Consumo de instalación:

Watts por día: 5000KW/H

Número de horas: 10

Energía por día: 5KW/H * 10h= 50000WATTS

Energía total por día= 50000watts = 50KW

Cálculos de watts pico

Potencia suministrada por el módulo (panel solar) en condiciones estándar.

$$wp = 1200 * \frac{ED}{RAD}$$

Dónde:

WP = watts pico necesarios de la instalación.

ED = Energía consumida por día en Kw.

RAD = Radiación solar en la zona

1200 es una constante.

$$wp = 1200 * \frac{6kw}{4kw} = 1800$$

Calculo de número de paneles:

Asumiendo que contamos con paneles cuya capacidad nominal de catálogo es de 200 vatios

$$N^{\circ} \text{ paneles} = \frac{1800}{200} = 9$$

2.12. Regulador de carga

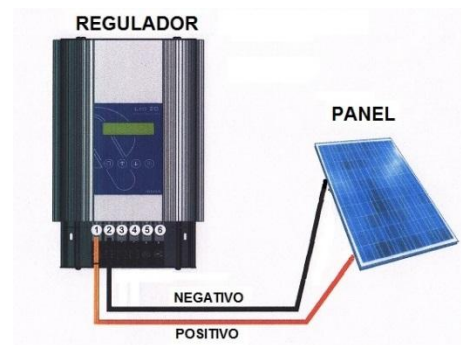


Figura 8. Regulador de carga [9]

“Se encarga de controlar la carga de las baterías, así como la descarga y evitar cargas o descargas excesivas. De un modo sencillo, un regulador se

puede entender como un interruptor, cerrado y conectado en serie entre paneles y batería para el proceso de carga y abierto cuando la batería está totalmente cargada. Las intensidades máximas de entrada y salida del regulador adecuado para cada aplicación dependerán de la corriente de máxima que pueda producir el sistema de generación fotovoltaico para la entrada y la corriente máxima de las cargas para la salida. Para tener en cuenta los posibles picos de irradiancia o los cambios de temperatura, es recomendable que, a la hora de escoger el regulador, sea aquel con un 15-25% superior a la corriente de cortocircuito que le puede llegar del sistema de generación fotovoltaico (l entrada) o bien, de la que puede consumir la carga del sistema (l salida). La elección del regulador será aquel que soporte la mayor de las dos corrientes calculadas.” (Lorenzo)

2.13. Baterías



Figura 9. Baterías [19]

“Se encargan de acumular la energía eléctrica generada por el sistema de generación fotovoltaico para poder disponer de ella en las horas del día que no luzca el sol. Las más recomendadas para este tipo de instalaciones son las estacionarias de plomo ácido, con vasos de 2V cada uno, que se dispondrán en serie y/o paralelo para completar los 12, 24 o 48 Vcc que sea adecuado en cada caso.” (Lorenzo)

2.13.1. Cálculos baterías

$$T = \frac{DSS * ED}{REND * DESC}$$

Dónde:

T = Número total de watts-hora de batería necesarios.

DSS = Días sin sol

ED = Energía por día consumida.

REND = Rendimiento de la batería.

DESC = Grado de descarga de la batería.

$$T = \frac{2*50kw}{80\%*50\%} = 250000$$

Calculo de número de baterías

Por tanto, T = 250000 watts-hora

Consideremos la utilización de baterías de 12 voltios y 200 Amperios-hora (A-h).

Watts-hora de batería = 200 x 12 = 2400

Número de baterías = 250000 / 2400 = 104.16

Que lo redondeamos a 105 baterías.

2.14. Inversor



Figura 10. Inversor (solarta)

“El inversor es el encargado de convertir la corriente continua de la instalación de la instalación en corriente alterna, igual a la utilizada en la red eléctrica: 110v de valor eficaz y una frecuencia de 60hz.” (solarta)

3 Referencias

[1]

Andina S.A., E. I. (s.f.). *Energía Solar Fotovoltaica*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de <https://www.energiaintegralandina.com/index.php/productos/unidad-energia/energia-solar-fotovoltaica.html>

[2] Andreoni, G. (03 de 07 de 2013). *Célula fotovoltaica, materia prima del panel solar*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de <http://suite101.net/article/celula-fotovoltaica-materia-prima-del-panel-solar-a38735#.VBHLUPmSzXp>

[3] colombiano, e. e. (15 de 03 de 2013). *Energía de Colombia es una de las más competitivas del mundo*. Recuperado el 22 de 07 de 2014, de http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/E/energia_de_colombia_es_una_de_las_mas_competitivas_del_mundo/energia_de_colombia_es_una_de_las_mas_competitivas_del_mundo.asp

[4] educarchile. (s.f.). *Diseño de electrificación de casa con energía solar*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=196389>

[5] espectador, E. (s.f.). *Energías*. Recuperado el 04 de 09 de 2014, de http://www.soycolombiano.com/site/Portals/0/documents/biblioteca/A_PUBLICACIONES/I_FASCICULOS_COLECCIONABLES_EL_ESPECTADOR/Fasciculo_4_Soy%20Colombiano_1CORR_25-32.pdf

[6] girardot, a. d. (12 de 08 de 2013). *nuestro municipio*. Recuperado el 28 de 05 de 2014, de http://www.girardot-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml#geografia

[7] Harper, E. (2012). *El abc de las energías renovables en los sistemas eléctricos*. Mexico: LIMUSA.

[8] IDEAM. (2005). *Atlas de la radiación solar en Colombia*. Bogotá: UPME.

[9] ingemecanica. (s.f.). *Instalación Solar Fotovoltaica*. Recuperado el 22 de 09 de 2014, de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>

[10] LOPEZ, C. A. (2013). *proyecto de ley 2013*. Recuperado el 19 de 10 de 2014, de http://camacol.co/sites/default/files/base_datos_juridico/PL%20227-13%20.pdf

[11] Lorenzo, J. A. (s.f.). *Boletín solar fotovoltaica autónoma*. Recuperado el 10 de 20 de 2014, de <http://ingemecanica.com/ingenieria/proyectos/proyecto106.pdf>

[12] minero, e. e. (15 de 03 de 2013). *Energía de Colombia es una de las más competitivas del mundo*. Recuperado el 07 de 09 de 2014, de http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/E/energia_de_colombia_es_una_de_las_mas_competitivas_del_mundo/energia_de_colombia_es_una_de_las_mas_competitivas_del_mundo.asp

[13] noticias, C. v. (s.f.). *Colombia una potencia en energías alternativas*. Recuperado el 07 de 09 de 2014, de <http://www.mineduccion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>

[14] Oceania. (s.f.). *Energías renovables: Visión general*. Recuperado el 09 de 09 de 2014, de <http://oceana.org/es/eu/que-hacemos/cambio-climatico-y-energias-renovables/energias-renovables/vision-general>

[15] rocha, E. s. (28 de 05 de 2014). *Los Paneles Solares*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2014/05/28/los-paneles-solares/>

[16] s.a, E. (s.f.). *Energía eléctrica y medio ambiente*. Recuperado el 09 de 09 de 2014, de http://www.endsaeduca.com/Endesa_educacion/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxv.-la-energia-electrica-y-el-medio-ambiente

- [17] solarta. (s.f.). *componentes* . Recuperado el 22 de 09 de 2014, de <http://www.solarta.com/es/instalaciones-energia-solar/solar-fotovoltaica/productos-componentes-solar-fotovoltaica.php>
- [18] Solis, O. G. (2004). *Energias Renovables*. Mexico: TRILLAS.
- [19] spain, E. (s.f.). *Energía solar fotovoltaica sin conexión a la red eléctrica*. Recuperado el 22 de 10 de 2014, de <http://www.energy-spain.com/energia-solar/fv-sin-conexion-a-red>
- [20] tiempo, E. (26 de 06 de 2004). *GIRARDOT, CON LA ENERGÍA MÁS CARA*. Recuperado el 10 de 09 de 2014, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1587761>
- [21] twenergy. (s.f.). *Energia solar*. Recuperado el 17 de 10 de 2014, de <http://twenergy.com/energia-solar>