



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE LA COMUNIDAD BENEFICIADA CON UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO USANDO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA CIUDAD DE GIRARDOT.

**SANDRA CATALINA ROBLEDO VELASCO
NIXON ANDRÉS TORRES CERVERA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD INGENIERÍA.
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
GIRARDOT
2014**



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE LA COMUNIDAD BENEFICIADA CON UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO USANDO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA CIUDAD DE GIRARDOT.

**SANDRA CATALINA ROBLEDO VELASCO
NIXON ANDRÉS TORRES CERVERA**

**MONOGRAFÍA REALIZADA PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRONICA**

**ASESORES:
ING. DIEGO FERNEY RODRÍGUEZ
ING. ANGEL HERNANDO PALACIOS LOZANO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD INGENIERÍA.
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
GIRARDOT
2014**



NOTA DE ACEPTACIÓN:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minute de Dios

DEDICATORIA:

Dedicamos el presente trabajo terminado con mucho esfuerzo y cariño a nuestros padres quienes nos han apoyado a lo largo de nuestra vida y con su paciencia y esfuerzo nos han sacado a delante, brindándonos la mejor herencia que un padre puede delegar a sus hijos; el estudio.

A nuestros maestros que a lo largo de la carrera, nos han trasmitido su conocimiento y han desarrollado nuestra formación como profesionales.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

AGRADECIMIENTOS:

Inicialmente a Dios que nos ha dado fortaleza y salud para poder seguir adelante y cumplir nuestros logros. A nuestros padres que sin su apoyo nada de esto sería posible ya que nos han brindado su ayuda tanto económica como moral, impulsándonos siempre a cumplir nuestras metas. A nuestros maestros que nos han formado y aconsejado como profesionales, en especial el Ingeniero Diego Ferney Rodríguez, quien ha creído en nuestras capacidades y nos ha asesorado para el desarrollo de este proyecto.



Contenido

INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	14
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4. MARCOS DE REFERENCIA.....	15
4.1 MARCO TEÓRICO.....	15
4.1.1 HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD.....	15
4.1.2. IMPACTO AMBIENTAL POR GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	17
4.1.3. ENERGÍA SOLAR.....	21
4.2. MARCO CONCEPTUAL.....	23
4.2.1. VIVIENDA SALUDABLE	23
4.2.2. ENERGÍA ELÉCTRICA:.....	23
4.2.3. ENERGÍA NO RENOVABLE:.....	23
4.2.4. ENERGÍAS RENOVABLES:.....	23
4.2.5. ENERGÍA SOLAR:.....	23
4.2.6. ENERGÍA SOLAR FOTO-VOLTAICA:.....	23
4.2.7. CÉLULAS FOTO-VOLTAICAS:	24
4.2.8. PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO	24
4.3. Marco geográfico.....	25
4.3.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA.....	25
4.3.2. OTROS NOMBRES QUE HA RECIBIDO EL MUNICIPIO:.....	26
4.3.4. VIVIENDA EN GIRARDOT:.....	26
4.4. Marco de antecedente	27
4.4.1. PLANTA DE ENERGÍA SOLAR EN ALEMANIA:.....	27



4.4.2. DISCOTECA AUTOSUFICIENTE:	27
4.4.3. PARQUE EÓLICO JEPÍRACHI:	27
4.4.4. GENERACIÓN CON SISTEMA HIBRIDO SOLAR – DIESEL TITUMATE	27
4.4.5. GUAIRA CON ENERGÍA SOLAR:.....	27
4.4.6. GENERACIÓN CON SISTEMA HIBRIDO SOLAR – EÓLICO, NAZARETH: ...	28
4.4.7. IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN EDIFICACIONES:	28
4.4.8. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR EN EL GUAVIARE:	28
4.4.9. FINCA EN SANTA MARTA USA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO	28
4.4.10. PRIMER CONCIERTO MUSICAL EN COLOMBIA ALIMENTADO EXCLUSIVAMENTE POR ENERGÍA SOLAR.....	28
5. Alcances y limitaciones	29
6. Diseño metodológico	30
6.1. Tipo de investigación.....	30
6.2. Metodología.....	30
6.2.1. FASE 1: Recolección de datos e información	30
6.2.2. FASE 2: Aplicación de encuestas a estratos uno, dos y tres.....	31
6.2.3. FASE 3: Reconocimiento de las variables climatológicas de Girardot.....	31
6.2.4. FASE 4: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS E INFORMACIÓN.....	31
6.2.5. FASE 5: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ELÉCTRICO USANDO UN TIPO DE ENERGÍA RENOVABLE.....	31
6.2.6. FASE 6: EVALUACIÓN DEL SISTEMA	31
6.3. UNIVERSO.....	31
6.4. MUESTRA.....	32
6.5. HIPÓTESIS NULA	32
6.6. HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	32
6.7. DISEÑO DE VARIABLES	32
6.7.1. RADIACIÓN SOLAR.....	32
6.7.2. HORA SOLAR PICO	32
7. DISEÑO	33



7.1.	Análisis de las encuestas.....	33
7.2.	Diseño de la casa abastecida con energía solar fotovoltaica	40
7.3.	Partes del sistema de abastecimiento fotovoltaico.....	41
7.3.1.	Panel solar o modulo foto-voltaicos	41
	Calculo de paneles solares.....	42
7.3.2.	REGULADOR DE CARGA	43
7.3.3.	BATERÍAS.....	44
	Cálculos baterías.....	45
7.3.4.	Inversor	46
8.	PRESUPUESTO	47
9.	CONCLUSIONES.....	50
10.	Bibliografía.....	51



LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Consumo de energía eléctrica en el mundo.....	18
Ilustración 2. Consumo de energía eléctrica en Colombia.....	19
Ilustración 3. Mapa Girardot.....	25
Ilustración 4. Diseño casa con paneles solares.....	33
Ilustración 5. Diseño de la casa con sistema fotovoltaico.....	33
Ilustración 6. Panel solar fotovoltaico.....	34
Ilustración 7. Regulador de carga.....	36
Ilustración 8. Baterías.....	37
Ilustración 9. Inversor.....	38



LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla presupuesto de la empresa alta ingeniería.....	40
Tabla presupuesto de la empresa electro solar.....	41
Tabla presupuesto de la empresa ambiente y soluciones.....	42



INTRODUCCIÓN

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.



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

“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)

A pesar de que la energía hidroeléctrica, es un tipo de energía renovable, también representa un daño al ecosistema, debido a las magnitudes de las hidroeléctricas en Colombia, ya que al inundar una gran extensión de terreno la fauna y la flora de ese lugar desaparecen.

A pesar de ello, contar con este servicio es totalmente indispensable en los hogares, por lo cual todos los meses se debe pagar por el consumo de esta energía, muchas veces siendo los costos bastantes elevados o debido a la situación económica del país, sin contar con los recursos suficientes para cumplir con los pagos de este servicio.

“Todo se basa en 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)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo contribuye la energía solar al desarrollo de vivienda saludable en la ciudad Girardot?



2. JUSTIFICACIÓN

El uso de las energías alternativas actualmente ofrece una manera eficiente y menos costosa de obtener energía eléctrica. 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).

El Proyecto de vivienda saludable, pretende el Diseño de un sistema de abastecimiento eléctrico usando energía solar fotovoltaica para mejorar las condiciones de vivienda saludable en Girardot, investiga sobre las diversas utilidades y beneficios que nos ofrece la energía solar ya que el sol es una fuente energética, inagotable y completamente limpia, la cual por su método de aprovechamiento de los rayos solares, es bastante viable para la ciudad de Girardot.

De igual manera este tipo de energía renovable ofrece una gran cantidad de ventajas entre ellas que el material utilizado como semiconductor en las células fotovoltaicas, es el segundo material más abundante en la corteza de la tierra, además la generación de esta energía no produce emisión de gases tóxicos, disminuyendo el impacto ambiental.



3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de abastecimiento eléctrico usando energía solar fotovoltaica para mejorar las condiciones de vivienda saludable en Girardot. De esta manera definir los materiales de construcción que mejor se adapten a las condiciones climáticas de la región, y sus necesidades ambientales.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar el tipo de comunidad que se beneficiará, con el diseño del sistema de abastecimiento energético.
- ✓ Identificar las variables climatológicas de Girardot y tipo de energía renovable que mejor se adapte.
- ✓ Utilizar las condiciones climáticas de la ciudad de Girardot, para la generación de energía eléctrica.
- ✓ Implementar un proceso de sistematización de experiencias e información recolectada por medio de la investigación.
- ✓ Diseñar un sistema de abastecimiento eléctrico usando un tipo energía renovable.



4. MARCOS DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD

La electricidad es un tipo de energía, la cual se puede ver en los efectos que produce, podemos encontrar electricidad en algunas cosas cotidianas e incluso en los peces.

“Los fenómenos eléctricos en la Naturaleza son conocidos desde la antigüedad, aunque no fue hasta aproximadamente el 600 A.C. cuando Thales de Mileto comprobó las propiedades eléctricas del ámbar, el cual al ser frotado con una pieza de lana era capaz de atraer a pequeños objetos. A su modo, ofreció una verdadera hipótesis científica al afirmar: "estas substancias encierran alma, están vivas, puesto que pueden atraer hacia si materias inanimadas, como mediante una aspiración del soplo". También se descubrió que dos varillas de ámbar luego de ser frotadas se repelían, pero la razón de estos fenómenos no era comprendida.” (EPEC)

“Posteriormente, los romanos ensayaron los primeros métodos de electroterapia de la historia, sumergiendo a los paráliticos en lagunas con abundancia de peces eléctricos a fin de que los inválidos recibieran sus descargas, las que consideraban benéficas. Más tarde se comprobó que otros cuerpos, como la piedra imán, el vidrio, la resina, el diamante y el cuarzo, tenían fuerza de atracción semejante a la del ámbar. Sin embargo tuvieron que transcurrir muchos siglos para que se buscara una explicación racional de aquellos fenómenos.” (EPEC)

“En realidad, ni la civilización griega ni la romana, ni luego el mundo de la Edad Media (cuando la ciencia era una herejía e implicaba la hoguera para sus practicantes) contribuyeron de manera importante a la comprensión de la electricidad y del magnetismo.” (EPEC)

“En 1600, la Reina Elizabeth le ordena al Físico Real William Gilbert (1544–1603) estudiar los imanes para mejorar la exactitud de las Brújulas usadas en la navegación, siendo éste trabajo la base principal para la definición de los fundamentos de la Electroestática y Magnetismo. Gilbert fue el primero en aplicar el



término Electricidad del Griego "elektron" = ámbar. Gilbert es la unidad de medida de la fuerza magneto-motriz." (recursostic)

"En 1752, Benjamín Franklin (1706–1790) demostró la naturaleza eléctrica de los rayos. Desarrolló la teoría de que la electricidad es un fluido que existe en la materia y su flujo se debe al exceso o defecto del mismo en ella. Inventó el pararrayos." (recursostic)

"En 1820, Hans Christian Orsted descubrió que la corriente eléctrica crea un campo magnético. Con este descubrimiento los científicos pudieron relacionar el magnetismo a los fenómenos eléctricos." (electricalfacts)

"En 1879, Thomas Edison inventó el foco eléctrico. Él perfeccionó un invento similar pero más antiguo utilizando electricidad de baja corriente, el vacío dentro de un globo y un filamento pequeño y carbonizado y produjo una fuente de energía duradera y confiable. En ese momento, la idea del relámpago eléctrico no era nueva, pero no existía nada que fuera lo suficientemente práctico para poderse utilizar domésticamente. Edison no sólo inventó una luz eléctrica incandescente, sino un sistema de iluminación eléctrico que contenía todos los elementos para hacer que la luz incandescente fuera segura, económica y práctica. Antes de 1879, la electricidad por corriente directa (DC) solamente se utilizaba para iluminar áreas exteriores." (electricalfacts)

"Lo que hoy conocemos como la industria eléctrica moderna comenzó en 1880. Esta industria surge a partir de la evolución de los sistemas de iluminación exteriores y de los sistemas eléctricos de gas y de carbón comerciales. El 4 de Septiembre de 1882, Edison encendió el primer sistema de distribución de energía eléctrica en el mundo, este proporcionaba 110 voltios de corriente directa (DC) a cincuenta y nueve clientes, y así fue como la primera estación comercial de energía comenzó a funcionar." (electricalfacts)

"A finales del siglo XIX, Nikolas Tesla empezó a trabajar con la generación, uso y transmisión de electricidad de corriente alterna (AC), la cual puede transmitirse a distancias mucho mayores que la corriente directa (DC). Tesla, con la ayuda de Westinghouse, introdujo la iluminación interior a nuestros hogares y a las industrias." (electricalfacts)

"En 1881, Lucien Gaulard de Francia y John Gibbs de Inglaterra hicieron una demostración de un transformador de energía en Londres. George Westinghouse se interesó en el transformador y comenzó a experimentar con redes de corriente alterna, AC, en Pittsburgh. Él trabajó en refinar el diseño del



transformador y en construir una red práctica de energía de corriente alterna (AC). Westinghouse utilizó el transformador para resolver el problema de enviar la electricidad a distancias más largas. Esta invención hizo posible proporcionar electricidad a negocios y hogares que se encontraban lejos de las plantas generadoras. En 1886, Westinghouse y William Stanley instalaron el primer sistema de energía de corriente alterna (AC) de voltaje múltiple en Great Barrington, Massachusetts. Este sistema obtenía la energía por medio de un generador hidroeléctrico que producía 500 volts AC. El voltaje se transmitía en 3,000 volts y después se "*bajaba*" a 100 voltios para dar energía a las luces eléctricas. Ese mismo año, Westinghouse formó la "*Compañía de Electricidad y Manufactura Westinghouse*" En 1888, Westinghouse y su ingeniero de cabecera, Oliver Shallenget desarrollaron el medidor de energía. Este medidor se parecía al medidor de gas y utilizaba la misma tecnología que utilizamos actualmente." (electricalfacts)

4.1.2. IMPACTO AMBIENTAL POR GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

"El calentamiento global es el proceso de aumento gradual de la temperatura de la tierra a consecuencia del incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmosfera, incremento provocado por los procesos de combustión en fines energéticos de carburantes fósiles y por la deforestación." (energía i. p.)

"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. 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 atmosfera 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)

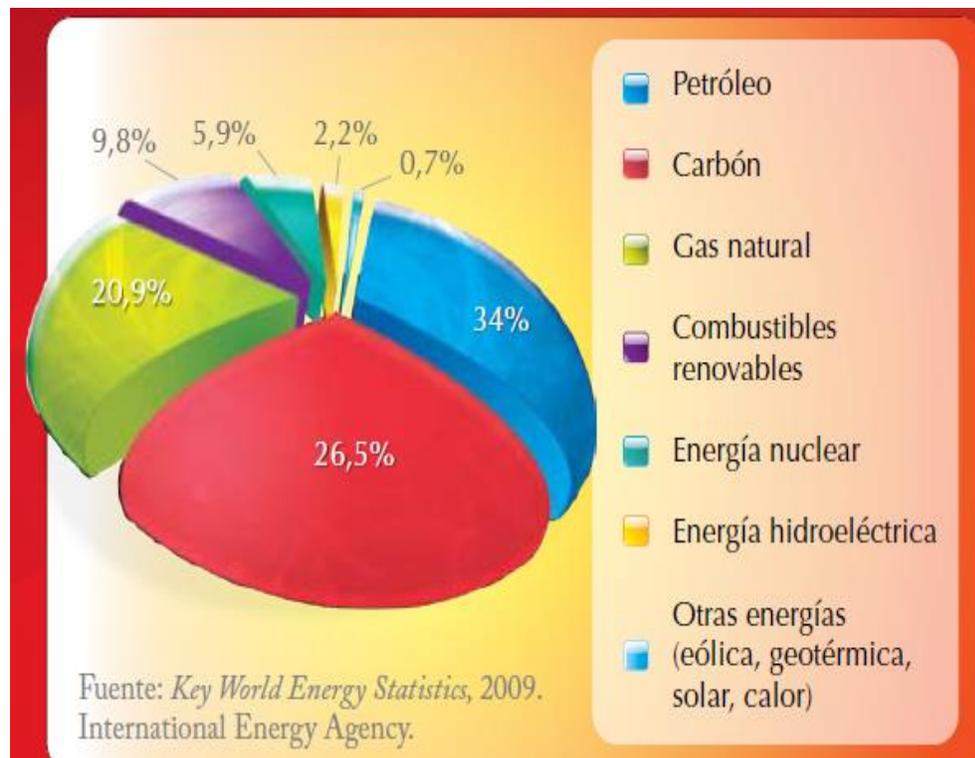
"El SO_x y el NO_x son los causantes de la lluvia ácida. La asociación de los óxidos con el oxígeno y el agua forman ácidos nítricos HNO₃ y ácidos sulfúricos H₂SO₄. Estos ácidos cambian el PH de la lluvia, esta lluvia acidifica ríos y aguas,

matando a los seres vivos que viven en ellos, otro efecto de la lluvia acida 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)

“Se estima que el contenido de gases de efecto de invernadero en la atmosfera es actualmente un 25% superior al existente en los últimos 160.000 años. Se estima que la temperatura ha aumentado $0,2^{\circ}C$ por década y que de continuar las pautas de generación y consumo actuales, el aumento podría alcanzar los $0,3^{\circ}C$ por década. Este incremento situaría el cambio en unos $5^{\circ}C$ para el año 2050” (energía i. p.) En la ciudad de Girardot el clima promedio anual es de $33,3^{\circ}C$ y gracias a los aumentos de temperatura se estima que en el 2050 su temperatura promedio seria $38^{\circ}C$.” (espectador)

Ilustración 1. Consumo de energía en el mundo.



La producción de energía en el mundo depende un 60.5% de combustibles fósiles como el carbón y petróleo, a medida que los países se industrializan y aumenta la demanda de energía eléctrica en el mundo; debido a los dispositivos electrónicos que de acuerdo al modo de vida actual se han vuelto indispensables, la demanda de producción aumenta.

“Al utilizar los combustibles fósiles (carbón, gasoil, gas, etc.) para producir energía eléctrica, se generan en el proceso de combustión compuestos de azufre y nitrógeno, partículas (cenizas), metano, monóxido y dióxido de carbono, cloro-flúor-carbonados (CFC), etc. Estas sustancias están en el "humo" liberado al medio ambiente. Dichas sustancias en el aire causan efectos en la salud que, según su concentración en el aire, pueden provocar mortalidad. Estos efectos van desde afecciones pulmonares y cáncer, hasta efectos genéticos. En China, por ejemplo, se ha verificado en poblaciones cercanas a minas de carbón una clara tendencia a que se manifiesten defectos genéticos en la población.” (Giménez)

Ilustración 2. Consumo de energía eléctrica en Colombia



Fuente:

http://www.elcolombiano.com/historico/energia_de_colombia_es_una_de_las_mas_competitivas_del_mundo-DEEC_233437.



“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 primaria 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.

“Los efectos positivos de una central hidroeléctrica consisten en la generación de energía, mejoramiento del nivel de vida, control de la calidad del agua, regulación de caudales y beneficios directos e indirectos del desarrollo económico.” (electricas)

“El principal impacto negativo de la construcción de un embalse consiste en que se presenta un cambio del régimen lógico del río se cambia por un régimen lentic, o de aguas quietas. La vegetación del fondo del embalse debido a las condiciones anaeróbicas se descompone generando amoníaco, ácido sulfúrico y metano; sustancias que se caracterizan por emitir olores desagradables y efectos negativos sobre la vida acuática.” (electricas)

“La creación de un embalse produce cambios microclima local. En el proceso de evaporación del agua de su superficie se aumenta la humedad del área y la frecuencia de lluvias, y se observa una disminución en la temperatura del ambiente promedio. Además, los embalses contaminados con aguas residuales pueden producir emisiones de gases contaminantes sin embargo esto se mitiga con tratamientos adecuados de aguas residuales antes de su vertimiento.

En la etapa de construcción de las centrales hidroeléctricas se presenta una perturbación de la calidad del aire de la zona, por el aumento de partículas en suspensión que se producen con movimientos de la tierra y emisiones de contaminantes de los gases de escape de vehículos y maquinaria.” (electricas)



“Un efecto negativo, sobre los medios físico y humano, en las etapas de construcción y funcionamientos de una central producen niveles del ruido de maquinaria y equipos. Sin embargo, este impacto no es muy alto y se toman medidas de su mitigación como barreras aisladas de acústicas, cortinas verdes e implementos de seguridad industrial. Además, la creación de las cortinas verdes minimiza el impacto visual de las instalaciones de una central. Con la construcción de centrales hidroeléctricas que requieren embalses se ocupan grandes áreas de la tierra, a las que podrían dárseles usos agropecuarios forestales, conservación de ecosistemas, etc. Un embalse puede causar erosión y desestabilización de sus riberas, del cauce y un aumento de sismicidad de la zona.” (eléctricas)

“La inundación de grandes áreas de la tierra contribuye a la disminución, migración y hasta desaparición de la fauna silvestre y acuática de algunas de la flora de la zona y a la pérdida de su hábitat.” (eléctricas)

4.1.3. ENERGIA SOLAR

La energía solar, proviene como bien su nombre lo indica del sol, estrella que ha iluminado la tierra durante miles de años y que se asume la iluminara por muchos años más, esta es una potencial fuente de energía, que puede ser aprovechada sin ser destruida, aunque el sol ha sido aprovechado durante miles de años, como en roma que era considerado un delito la privación de la luz del sol al hogar vecino, hoy en día es usado para la producción de energía eléctrica, debido a los descubrimientos a través del tiempo.

“En 1867 el científico suizo Horace de Saussure desarrolló el primer colector solar. Edmond Becquerel, un físico francés, observó el efecto fotoeléctrico en 1839. Más recientemente, hace un poco más de 100 años, el científico francés Auguste Mouchout usó calor de un colector solar para producir vapor y mover un motor. Desgraciadamente, los elevados costos impidieron que su invento tuviera un uso comercial.” (solar)

“Alrededor de 1880 se fabricaron las primeras celdas fotovoltaicas de luz visible, hechas de selenio, con una eficiencia de conversión de 1 a 2%. El primer calentador de agua solar fue patentado en 1891 por Clarence Kemp” (solar)

“Para principios de los 50's, se produjo un proceso de producción de cristales de silicio de alta pureza, lo que aceleró el desarrollo de la energía solar. En 1954 los laboratorios Bell Telephone desarrollaron celdas fotovoltaicas de silicón con una eficiencia del 4%, que después se elevó al 11%.” (solar)



“En 1958 un pequeño satélite fue alimentado con una celda solar de menos de un watt de potencia. Un desarrollo importante fue un calentador solar sumamente eficiente inventado por Charles Greeley Abbott en 1936. El calentador solar de agua se hizo popular por este tiempo en Florida, California y otros lugares. El crecimiento de esta industria fue alto hasta mediados de los 50's, cuando el bajo costo del gas natural hizo que este energético se usara como fuente principal para calentamiento.” (solar)

“El abandono, para fines prácticos, de la energía solar duró hasta los 70's. Pero en esos años el aumento en el precio del petróleo y gas llevó a un resurgimiento en el uso de la energía solar para calentar hogares y agua, así como en la generación de electricidad. La Guerra del Golfo de 1990 aumentó aún más el interés en la energía solar como una alternativa viable del petróleo.” (solar)

La energía solar actualmente se divide en dos tipos, la energía solar térmica, la cual es utilizada para generar calor y la energía solar fotovoltaica, por la cual se puede generar electricidad aprovechando el sol.



4.2. MARCO CONCEPTUAL

4.2.1. VIVIENDA SALUDABLE: “La vivienda saludable alude a un espacio que promueve la salud de sus moradores. Este espacio incluye: la casa (el refugio físico donde reside un individuo), el hogar (el grupo de individuos que vive bajo un mismo techo), el entorno (el ambiente físico y psicosocial inmediatamente exterior a la casa) y la comunidad (el grupo de individuos identificados como vecinos por los residentes).” (cepal)

4.2.2. ENERGÍA ELÉCTRICA: “La energía eléctrica es una fuente de energía ya sea renovable o no renovable. Es causada por el movimiento de las cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) en el interior de materiales conductores. Es decir, cada vez que se acciona el interruptor de la lámpara, se cierra un circuito eléctrico y se genera el movimiento de electrones a través de cables metálicos, como el cobre.” (twenergy, 2012)

4.2.3. ENERGÍA NO RENOVABLE: “Fuentes de energía no renovables son aquellas que existen en una cantidad limitada y que una vez empleada en su totalidad no puede sustituirse, ya que no existe sistema de producción o la producción es demasiado pequeña para resultar útil a corto plazo.” (ivace)

4.2.4. ENERGÍAS RENOVABLES: “Las energías renovables son aquellas energías que provienen de recursos naturales que no se agotan y a los que se puede recurrir de manera permanente. Su impacto ambiental es nulo en la emisión de gases de efecto invernadero como el CO₂. Se consideran energías renovables la energía solar, la eólica, la geotérmica, la hidroeléctrica. También pueden incluirse en este grupo la biomasa y la energía mareomotriz.” (twenergy, energias renovables)

4.2.5. 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 el sol en electricidad), la foto-térmica (que aprovecha el calor a través de los colectores solares).” (twenergy, energía solar)

4.2.6. ENERGÍA SOLAR FOTO-VOLTAICA: “transforma los rayos en electricidad a través de los paneles solares o de las células fotovoltaicas. Los paneles solares, que están fabricados por silicio (el segundo elemento más abundante de que disponemos, después del oxígeno) que, junto con otros



materiales, y al ser excitado por la luz solar, permite que se muevan los electrones y se genere una corriente eléctrica directa..” (twenergy, ¿Qué es la energía solar?, 2012)

4.2.7. CÉLULAS FOTO-VOLTAICAS: “La conversión de la radiación solar en una corriente de electrones tiene lugar en la célula fotovoltaica, un dispositivo formado por una delgada placa de material semiconductor, a menudo silicio, correctamente tratada.” (enerpoint)

4.2.8. PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO: “Los paneles solares fotovoltaicos se componen de celdas que convierten la luz en electricidad. Dichas celdas se aprovechan del efecto fotovoltaico, mediante el cual la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semiconductos próximos de distinto tipo, por lo que se produce un campo eléctrico con la capacidad de generar corriente. Los paneles solares fotovoltaicos también pueden ser usados en vehículos solares.” (ecologiahoy)

4.3. Marco geográfico

Ilustración 3. Mapa Girardot



Fuente:

<http://cdim.esap.edu.co/Combosdependientes.asp?PnDepartamentos=25&Pnmuni=25307>

El área geográfica donde se desarrollara la investigación es en la ciudad de Girardot en el departamento de Cundinamarca- Colombia.

4.3.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA: “• Ubicación astronómica : 4.18.18 Latitud Norte y 74.48.06 Longitud Oeste • Altitud : 289 metros sobre el nivel del mar • Temperatura promedio anual: 33.3° C • Temperatura máxima : 38.3° C • Temperatura mínima : 29.3° C • Humedad Relativa : 66.38% • Distancia a Bogotá : 134 km • Extensión municipio : 129 km² • Población del municipio : 150.178 habitantes (según estadísticas del DANE para el año 2005) • Extensión conurbación : 354 km² • Población de la conurbación Girardot, Flandes y Ricaurte : 184.075 habitantes.” (girardot, 2013)

“Girardot tiene una extensión aproximada de 138 km², siendo uno de los municipios más pequeños en extensión del Departamento de Cundinamarca. Está



situada en la región andina central de la República de Colombia, al sur occidente del Departamento, Localizada sobre la margen derecha de los ríos Magdalena y Bogotá a 4° 17'43" latitud Norte 74° 44' 56", longitud al oeste de Greenwich" y limita:

- Por el Norte: Con los municipios de Nariño y Tocaima.
- Por el Oriente: Con el municipio de Ricaurte.
- Por el Sur: Con el departamento del Tolima.
- Por el Occidente: Con el departamento del Tolima y el municipio de Nariño." (municipal, 2012).

4.3.2. OTROS NOMBRES QUE HA RECIBIDO EL MUNICIPIO: "La Chivatera, La Ciudad de las Acacias, Puerto del rio grande de la Magdalena." (girardot, 2013)

4.3.3. RESEÑA HISTÓRICA: "el 27 de mayo de 1881, fecha en la cual el presidente de la Unión, el Doctor Rafael Núñez, ordenó la construcción de la línea férrea de Girardot a Facatativá, la ciudad empezó a desarrollarse aceleradamente y colaboró para que a finales del siglo pasado floreciera como el puerto más importante, junto con Honda, sobre el río Magdalena; en ese entonces era la principal arteria fluvial del país. Muchos aspectos determinaron su desarrollo casi todos con la influencia poderosa del Río Magdalena convirtiéndose en el principal puerto fluvial junto con Honda, al instalarse allí importantes empresas del transporte y bodegas de almacenamiento especialmente de café y tabaco que salía a Barranquilla para exportación." (girardot, 2013)

4.3.4. VIVIENDA EN GIRARDOT: "En la zona urbana del municipio el número de viviendas es de 9.314 y el número de hogares es 22.463. Por su parte en la zona rural se contabilizaron 1.168 viviendas y 1.233 hogares. Para las dos áreas se presenta una razón de viviendas por hogar de 1,1; es decir, por cada hogar hay por lo menos una casa tanto en lo rural como lo urbano; asimismo, el número de personas por hogar indica que en promedio las familias tienen entre 3 y 4 hijos. Adicionalmente, el tipo de vivienda que se impone en el municipio son las casas o apartamentos tanto en la zona urbana como rural." (guzman)



4.4. Marco de antecedente

4.4.1. PLANTA DE ENERGÍA SOLAR EN ALEMANIA: “La planta de energía solar Neuhardenberg es el proyecto de energía solar fotovoltaica más grande de Alemania y en la actualidad una de las mayores plantas de energía solar del mundo, situado en el antiguo aeropuerto militar de Oderbruchstraße, en Neuhardenberg. Con una capacidad instalada de 145 MW, sus instalaciones generan aproximadamente 19.690.000 kWh/año de electricidad renovable, es decir, suficiente como para abastecer todas las necesidades de 48.000 hogares compensando alrededor de 12.700 toneladas de emisiones de dióxido de carbono al año. El proyecto Neuhardenberg fue desarrollado conjuntamente por las compañías Danish Airport Development y Solarhybrid, siendo el contratista EPC (ingeniería, adquisiciones y construcción) BaySolar Group” (rodriguez, 2013)

4.4.2. DISCOTECA AUTOSUFICIENTE: “Discoteca Watt en Rotterdam genera su propia energía, los asistentes bailan en una pista formada por paneles que se mueven de manera ascendente y descendente, con un centímetro máximo de oscilación, según el movimiento que se les proporciona y el peso de quién lo hace. Los movimientos de la superficie activan un sistema especialmente diseñado que transforma los pasos de baile en electricidad.” (viva)

4.4.3. PARQUE EÓLICO JEPÍRACHI: “Se localiza en la región nororiental de la Costa Atlántica colombiana, entre las localidades del Cabo de la Vela y Puerto Bolívar, inmediaciones de Bahía Portete, en el municipio de Uribia. Tiene una capacidad instalada de 19,5 MW de potencia nominal, con 15 aerogeneradores de 1,3 MW cada uno, sometidos a los vientos alisios que soplan casi todo el año en esta parte de la península, a un promedio de 9,8 metros por segundo. Las máquinas están distribuidas en dos filas de ocho y siete máquinas respectivamente, en un área aproximada de un kilómetro de largo en dirección paralela a la playa y 1,2 kilómetros de ancho al norte de la ranchería Kasiwolin y al occidente de la ranchería Arutkajui.” (EPM)

4.4.4. GENERACIÓN CON SISTEMA HIBRIDO SOLAR – DIESEL TITUMATE: “El proyecto que se desarrolla incluye estudio de demanda, Instalación del sistema de generación fotovoltaica, diseño y construcción de redes de baja tensión, acometidas y luminarias ahorradoras.” (EPM)

4.4.5. GUAIRA CON ENERGÍA SOLAR: “Construcción y puesta en operación de 125kw de energía solar fotovoltaica, Se está implementando una instalación de 10 seguidores solares de dos ejes, ocho de los cuales estarán ubicados en la Alta



Guajira y dos en Isla Fuerte, con una capacidad de 12.5 kW cada uno, para un total de 125 kW. La Guajira y Bolívar (Isla Fuerte) Septiembre 2009” (EPM)

4.4.6. GENERACIÓN CON SISTEMA HIBRIDO SOLAR – EÓLICO, NAZARETH:

“El proyecto que se desarrolla incluye estudio de demanda, de potencial de generación de organización comunitaria y generación de energía eléctrica. Nazareth, departamento de La Guajira Junio de 2008” (EPM)

4.4.7. IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN EDIFICACIONES:

“Incluye Implementación de tecnologías de sistemas solares con evaluación del comportamiento en instalaciones residenciales y comerciales, igualmente se contempla la implementación de energía solar térmica. San Andrés Enero de 2009” (EPM)

4.4.8. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR EN EL GUAVIARE:

“Construcción de sistemas de energía solar fotovoltaica para 451 viviendas de la zona rural sin energía eléctrica San José del Guaviare Noviembre de 2009” (Carlos Andrés Álvarez Álvarez)

4.4.9. FINCA EN SANTA MARTA USA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO

“Alberto Pedraza es un finquero que decidió alejarse de la energía tradicional debido al mal suministro de energía tradicional, el constante fallo de energía y el elevado costo de la factura, lo llevo a implementar un sistema solar fotovoltaico, Su sistema cuenta con 17 paneles y un banco de baterías que le suministran energía durante la noche.” (BRITO, 2012)

4.4.10. PRIMER CONCIERTO MUSICAL EN COLOMBIA ALIMENTADO EXCLUSIVAMENTE POR ENERGÍA SOLAR

“El objetivo de este concierto es hacer una demostración de cómo funciona la tecnología solar para hacerla más asequible al público, aumentando así su conciencia y compromiso ambiental. Tendremos dos paneles solares de 145 W (vatios) que reciben la energía del sol y la almacenan en dos baterías de 205 Ah (amperios/hora) que conectadas a un Inversor y su controlador proporcionarán toda la energía necesaria para realizar el concierto.” (ambiente)



5. Alcances y limitaciones

- ✓ Estudio de la comunidad que se beneficiara del sistema de abastecimiento solar fotovoltaico.
- ✓ Establecimiento del estrato que mejor se adapte a las necesidades del sistema.
- ✓ Diseño del sistema de abastecimiento eléctrico usando energía solar fotovoltaica para mejorar las condiciones de vivienda saludable en Girardot.
- ✓ No se desarrollara un prototipo del sistema de abastecimiento fotovoltaico, debido a los costos de la implementación.



6. Diseño metodológico

6.1. Tipo de investigación

La investigación será de tipo exploratoria debido a que las energías renovables son un tema del que muy poco se ha tratado en la ciudad de Girardot, si bien algunos tienen idea de que estas energías existen, son algo vagas, puesto que en la encuesta aplicada a la población, se cuestionó si estarían dispuestos a instalar un sistema de abastecimiento energético alternativo, donde gran parte de la población no sabía de la existencia de otros sistemas de abastecimiento energético, demostrando que en la ciudad de Girardot las energías renovables no son un tema del que se haya tratado e investigado a profundidad.

6.2. Metodología

El proyecto se desarrolló en seis fases diferentes que propenden la realización de las metas propuestas, contando cada fase con diferentes actividades significativas para la culminación del proyecto y sus metas. Estas fases van desde la recolección de datos e información, la aplicación de encuesta a estrato uno, dos y tres, hasta el diseño de un sistema de abastecimiento foto-voltaico, las fases completas son:

6.2.1. FASE 1: Recolección de datos e información

- a) Designación de los elementos relevantes para la recolección de información
- b) Identificación de los datos importantes para el desarrollo del proyecto.
- c) Búsqueda de la información necesaria para el diseño y establecimiento de los elementos necesarios para un sistema de abastecimiento energético usando energía solar foto- voltaica



6.2.2. FASE 2: Aplicación de encuestas a estratos uno, dos y tres.

- a) Análisis de las encuestas realizadas
- b) Identificar el tipo de comunidad beneficiada con el diseño del sistema de abastecimiento energético.

6.2.3. FASE 3: Reconocimiento de las variables climatológicas de Girardot.

- a) Encontrar los factores climáticos de la ciudad que mejor se adapten a un tipo de energía renovable.
- b) Utilizar las condiciones climáticas de la ciudad de Girardot, para generar energía eléctrica.

6.2.4. FASE 4: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS E INFORMACIÓN.

- a) Nueva búsqueda de información más específica.
- b) Recolección de los datos mediante una ficha de búsqueda.

6.2.5. FASE 5: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ELÉCTRICO USANDO UN TIPO DE ENERGÍA RENOVABLE.

- a) Diseño del sistema mediante un software de diseño.
- b) Cálculos de la capacidad del sistema para un hogar.

6.2.6. FASE 6: EVALUACIÓN DEL SISTEMA

- a) Elaboración de artículo IEEE
- b) Elaboración de cartilla educando sobre las energías renovables.
- c) Realización del informe final.

6.3. UNIVERSO

La población está constituida por la ciudad de Girardot, donde los encuestados fueron los tres estratos.



6.4. MUESTRA

La muestra estuvo conformada por personas de los estratos uno, dos y tres de la ciudad de Girardot-Cundinamarca, donde se visitó los barrios catalogados con estos estratos y se encuestó a las personas dispuestas a participar.

6.5. HIPÓTESIS NULA

El clima de la ciudad de Girardot no se adapta a ningún tipo de energía renovable, sin ofrecer una alternativa para la generación de energía eléctrica, ni mitigación de los impactos ambientales.

6.6. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

Debido al clima cálido de Girardot y según los tipos de energías renovables, la energía solar es la que mejor se adapta, ofreciendo una alternativa en la generación de energía eléctrica, mitigando los impactos ambientales y mejorando la economía

6.7. DISEÑO DE VARIABLES

6.7.1. RADIACIÓN SOLAR

“La radiación solar es la energía emitida por el sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima.” (Roldan)

Medir la radiación solar es importante ya que varía de acuerdo a la ubicación geográfica y debido a la incidencia del sol sobre los paneles se calcula la capacidad que se necesita para el sistema, la unidad de medida de esta se da en kilo vatios hora por centímetro cuadrado.

6.7.2. HORA SOLAR PICO

La hora solar pico, es importante en un sistema fotovoltaico, debido a que en estas horas el sol emite mayor radiación solar, es decir produce la mayoría de la electricidad necesaria para el sistema de abastecimiento energético.

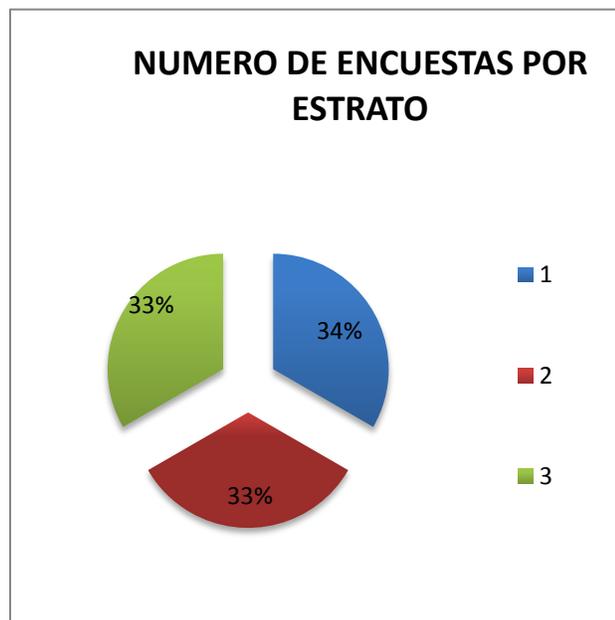
7. DISEÑO

7.1. Análisis de las encuestas

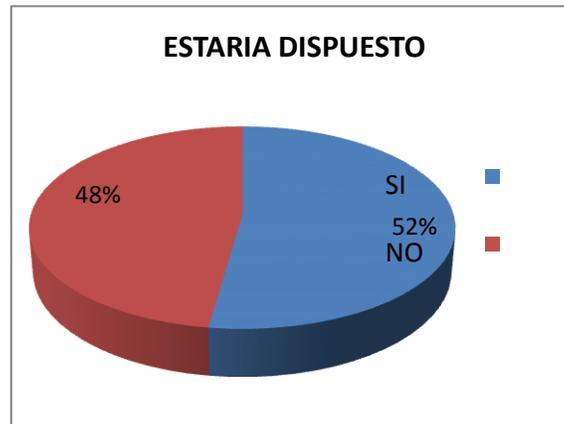
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Durante esta fase del proceso metodológico se procesaron los datos (de cuyas preguntas corresponden a la tecnología en electrónica) dispersos e individuales obtenidos de la población objeto de estudio durante el trabajo de campo, y cuya finalidad es generar resultados a partir de los cuales se realizará el análisis que compromete la pregunta de investigación que guio el proceso.

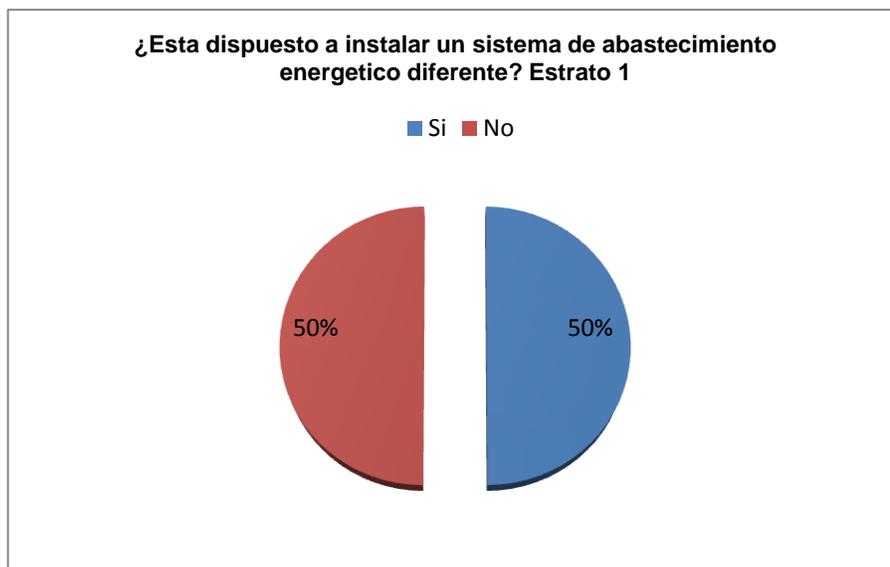
Se elaboraron 90 encuestas de las cuales se aplicaron 30 por cada estrato.



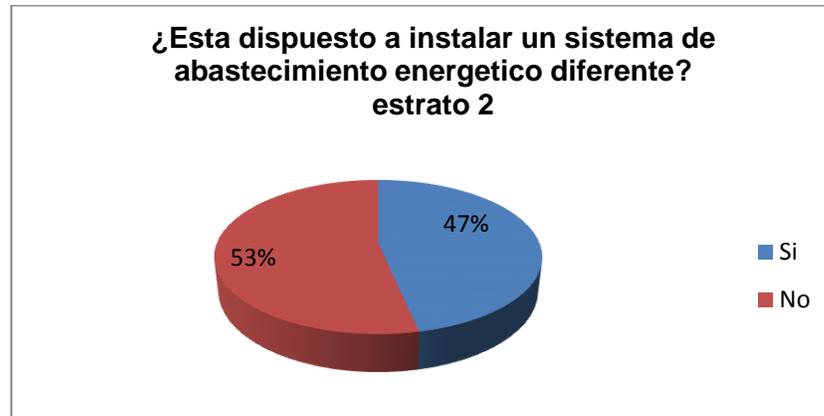
En cuanto a la pregunta número 25 de si estaría dispuesto a instalar un sistema alterno de energía ya sea eólica o solar los habitantes responden que “Si” en un 52%, manifestando que serían los medios ideales para conservar el medio ambiente. Muchos no conocían los medios alternativos de energía pero al explicárselos se mostraron interesados. La mayoría de las familias que no están interesadas es porque la casa la tienen tomada en arriendo.



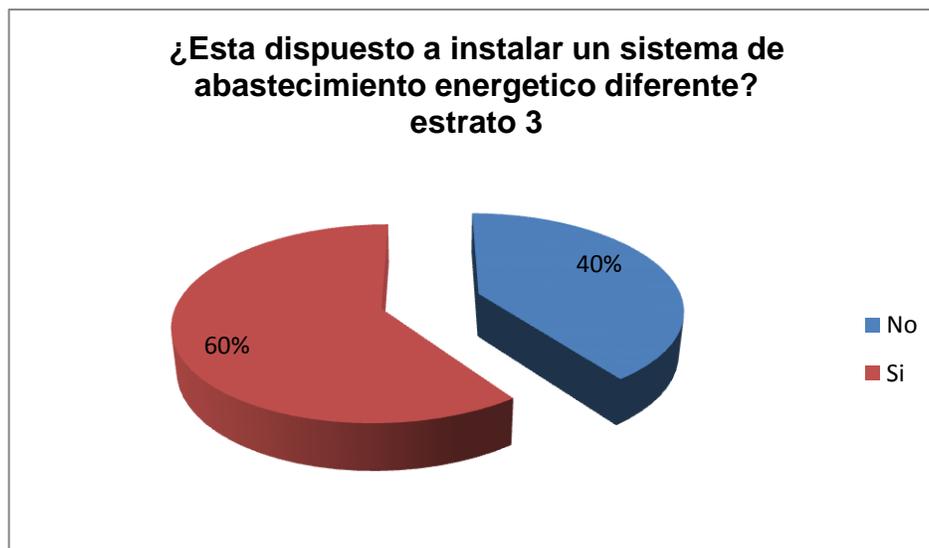
2.1 En el estrato uno un 50% de los habitantes respondió de manera afirmativa, estando de acuerdo con el aprovechamiento de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente.



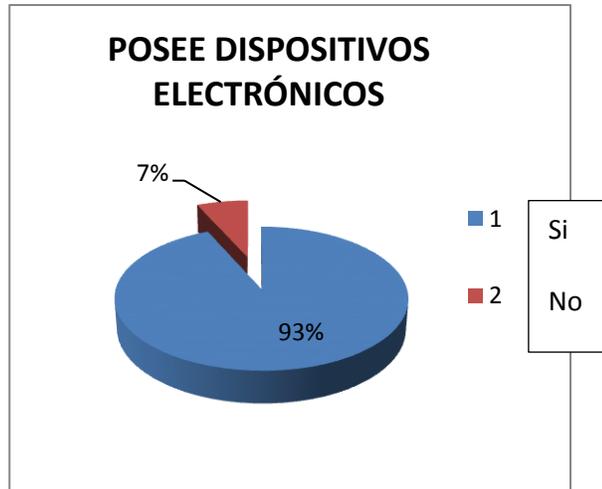
2.2 En el estrato numero dos el 47% de las personas encuestadas estuvieron de acuerdo con la instalación de un sistema de abastecimiento diferente del que hacen uso.



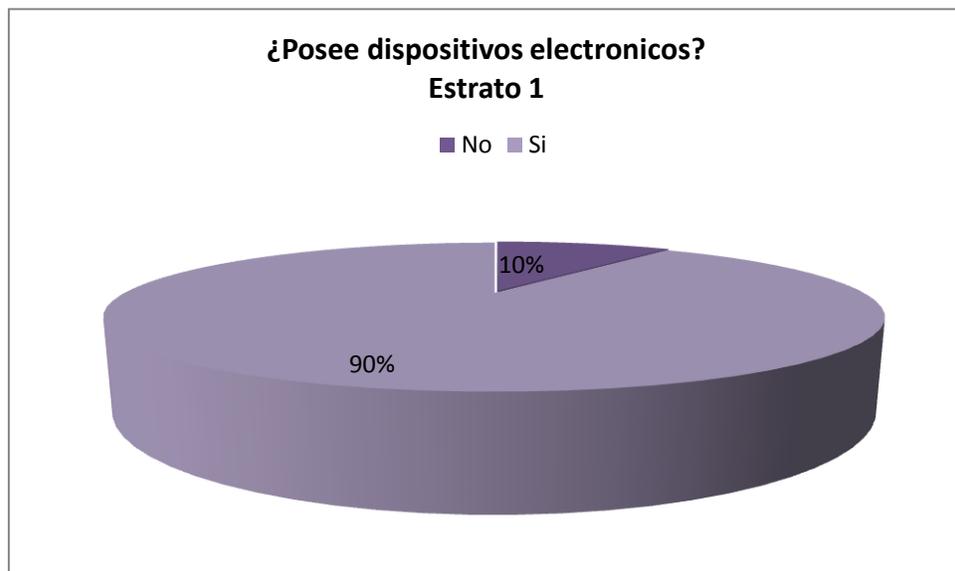
2.3 En cuanto al estrato número tres el 60% de las personas estuvieron de acuerdo en instalar un sistema de abastecimiento energético diferente.



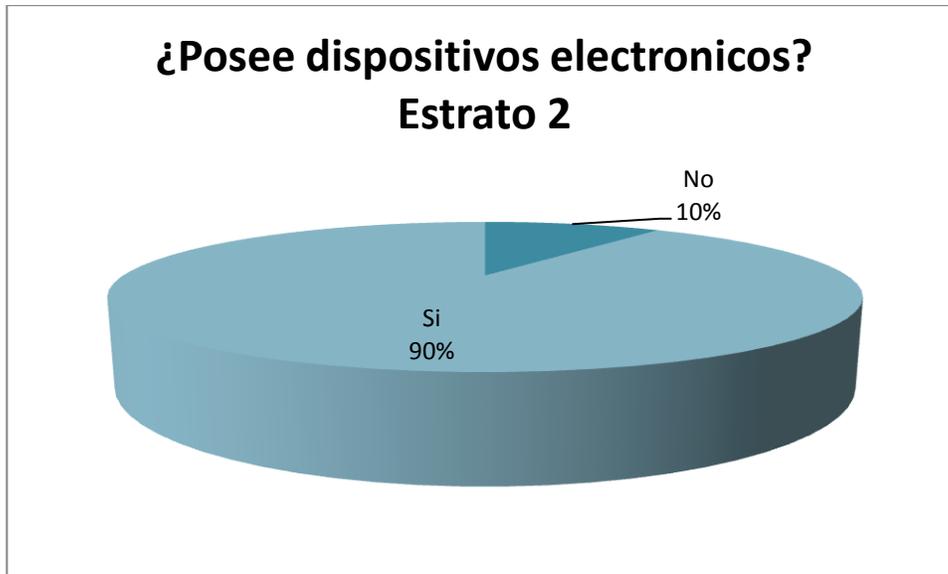
La gráfica representa la pregunta ¿Posee dispositivos electrónicos?; a la cual responde que si un 93%. Lo anterior permite ratificar lo esencial y básicos en que se han convertido este tipo de instrumentos dentro del fortalecimiento de las relaciones interpersonales, laborales, sociales, de ocio, y de todos los ámbitos en los que se desenvuelve el ser humano.



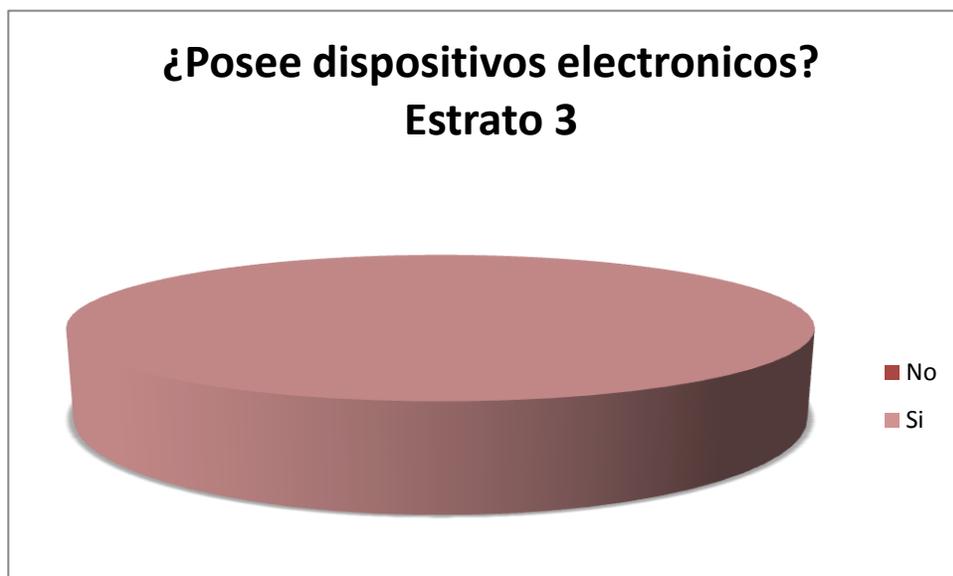
En el estrato número uno, el 90% de las personas poseen dispositivos electrónicos, donde un 10% por ser una comunidad vulnerable a un no poseen ningún dispositivo electrónico.



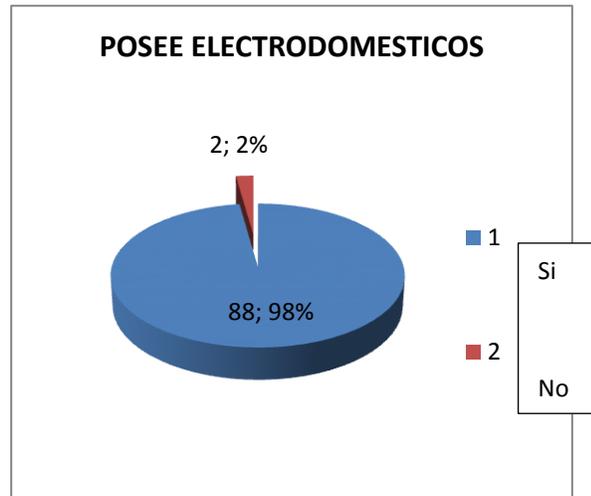
En el estrato numero dos se encuentra un resultados similar al estrato uno don de un 90% poseen dispositivos electrónico y un 10% aún no tiene acceso a ellos.



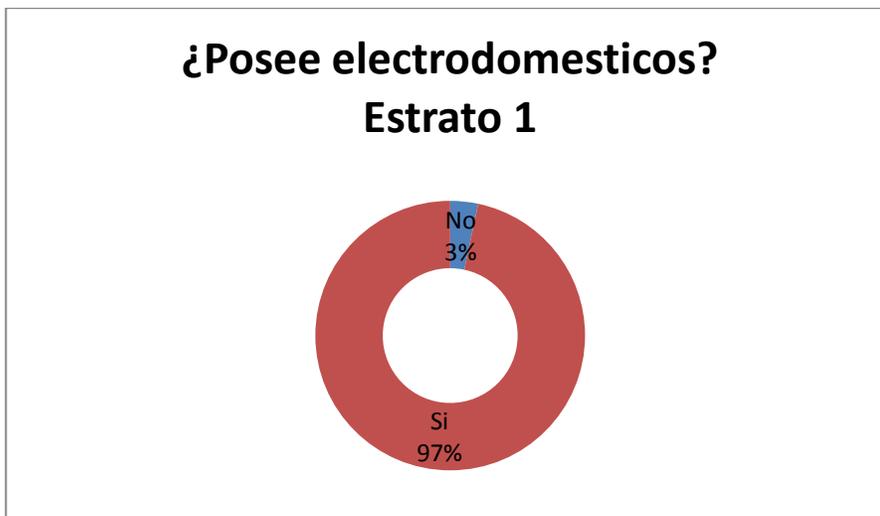
En el estrato número tres el 100% de los encuestados poseen dispositivos electrónicos.



La gráfica representa la pregunta ¿Posee electrodomésticos?; siendo “Si” la respuesta predominante con un 88%.

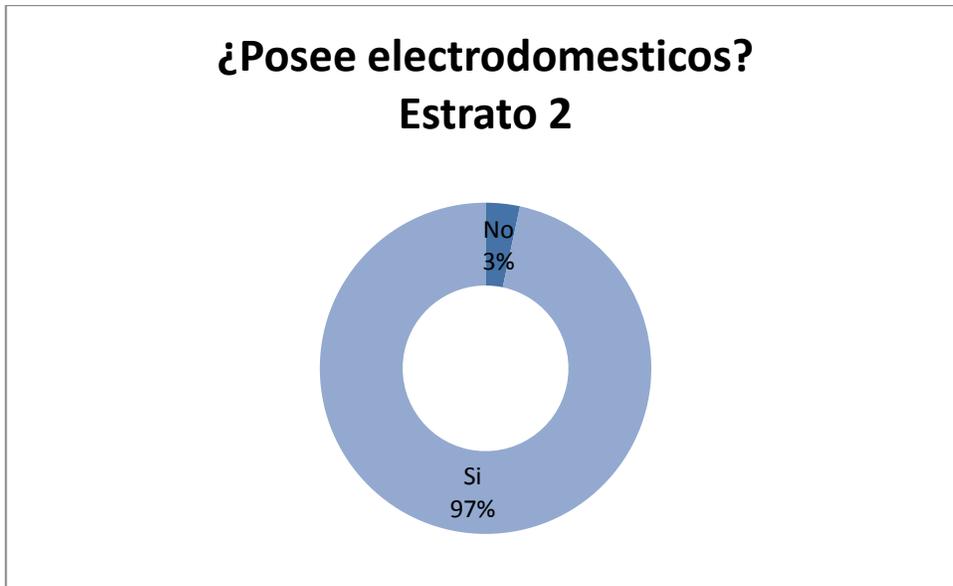


Lo que corresponde al estrato uno, el 97% de los encuestados poseen electrodomésticos.

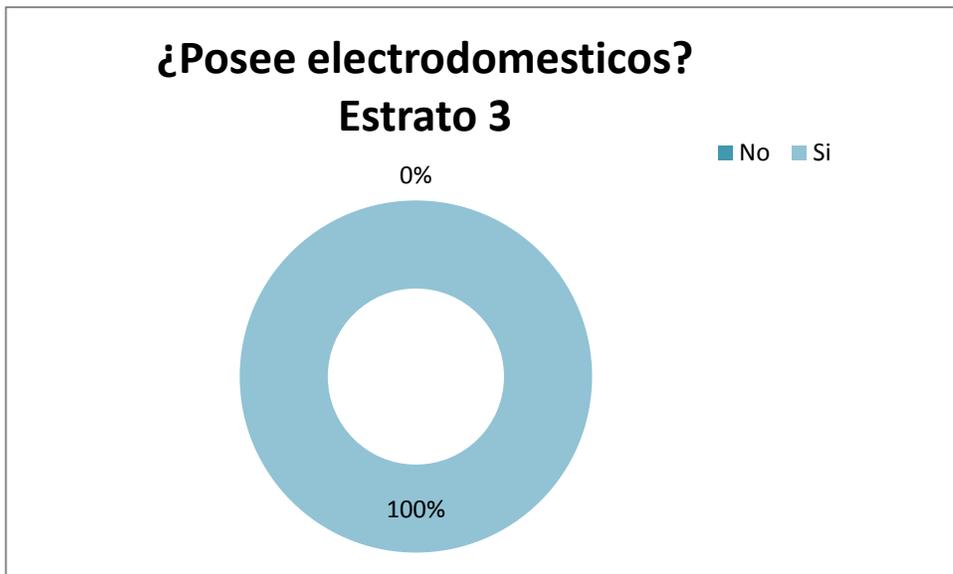




En el estrato dos al igual que el estrato uno, el 97% de los encuestados poseen electrodomésticos.



En el estrato tres contrarios a los dos primeros estrato el 100% de los encuestados poseen electrodomésticos, de notando que este es uno de los estratos menos vulnerables.



7.2. Diseño de la casa abastecida con energía solar fotovoltaica

Ilustración 4. Diseño casa con paneles solares



Fuente: Propia realizada en el software sketshup

Ilustración 5. Diseño de la casa con sistema fotovoltaico.



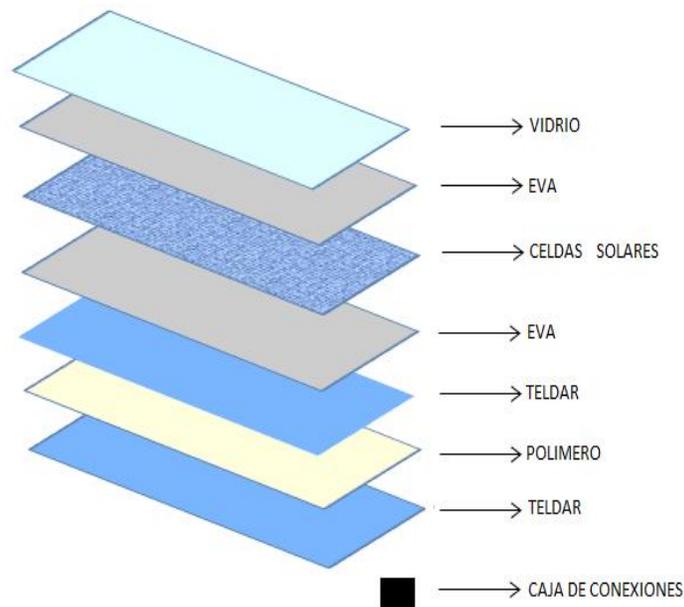
Fuente: propia, realizada en el software sketshup

7.3. Partes del sistema de abastecimiento fotovoltaico.

7.3.1. Panel solar o modulo foto-voltaicos

“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)

Ilustración 6. Panel fotovoltaico



Fuente: Solis, O. G. (2004). *Energias Renovables*. Mexico: TRILLAS.

“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 encapsulaste anterior que protege a las fotocélulas de las vibraciones e impactos. Seguidamente se encuentran las células fotovoltaicas. Después aparece la capa encapsulaste 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)

Calculo de paneles solares.

Consumo de instalación:

Watts por día: 5000W/H

Número de horas: 10

Energía por día: 5KW/H *10h= 5000WATTS

Energía total por día= 5000watts = 5KW

Incremento potencial de 20% 5000W * 20%= 6000W

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

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

7.3.2. REGULADOR DE CARGA

Ilustración 7. Regulador



Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>

“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 (I entrada) o bien, de la que puede consumir la carga del sistema (I salida). La elección del regulador será aquel que soporte la mayor de las dos corrientes calculadas.” (Lorenzo)

7.3.3. BATERÍAS

Ilustración 8. Baterías



Fuente: <http://www.energy-spain.com/energia-solar/fv-sin-conexion-a-red>

“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)



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.

$$T = \frac{2*6kw}{80%*50\%} = 30000$$

Calculo de número de baterías

Por tanto, T = 25000 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 = 30000 / 2400 = 12.5

Que se aproximan a 11 baterías.

7.3.4. Inversor

Ilustración 9. Inversor



Fuente: <http://www.solarta.com/es/instalaciones-energia-solar/solar-fotovoltaica/productos-componentes-solar-fotovoltaica.php>

“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)



8. PRESUPUESTO

TABLA: Presupuesto de la empresa alta ingeniería.

REFERENCIA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PANEL KYOCERA 215W 24V	9	\$ 1.150.500	\$ 10.354.500
REGULADOR MORNIGSTAR 20AMP12VOLT REF SS20L	1	\$ 380.000	\$ 380.000
INVERSOR PROWATT 2000W 12V	1	\$ 1.580,000	\$ 1.580,000
BATERIAS 205 AMP AGM	13	\$ 720.000	\$ 9.360.000
TOTAL			\$ 21.674.500

Fuente: Electro solar



TABLA: Presupuesto de la empresa Electro solar.

REFERENCIA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PANEL SOLAR 200 WATTS 12 VOLTIOS	9	\$1.490.000	\$13.410.000
REGULADOR 12 VOLTIOS 20 AMPERIOS	1	\$170.000	\$170.000
INVERSOR 12V – 110VAC 1500 WATTS	1	\$470.000	\$470.000
BATERIA SOLAR ENERSYS POWERSAFE 12V 170 AMPERIOS	13	\$590.000	\$7.670.000
		TOTAL	\$21.720.000

Fuente: Electro solar.



TABLA: Presupuesto de la empresa ambiente y soluciones.

REFERENCIA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
AS-S20125 - Panel solar 235W	9	\$1,144,000	\$ 10.296.000
CONTROLADOR 12/24V - 20A MPPT	1	\$734,000	\$734,000
INVERSOR ONDA PURA MARCA VICTRON 48V 1200W	1	\$1,908,000	\$1,908,000
BATERIA AGM SELLADA 12 VOLTIOS 205 AMPERIOS	13	\$ 988,000	\$12.844.000
		TOTAL	\$25.782.000

FUENTE: Ambiente y soluciones.



9. CONCLUSIONES

El uso de las energías renovables, actualmente ofrece una manera alternativa y eficiente para la generación de energía eléctrica, por su variabilidad se adaptan a las condiciones climáticas de las ciudades, permitiendo aprovecharlas.

Debido a las condiciones climáticas de Girardot y el índice de radiación solar que es en promedio de 4.0 kw/m^2 el tipo de energía renovable que mejor se adapta a la ciudad de Girardot es la energía solar fotovoltaica.

La instalación de un sistema de abastecimiento energético utilizando energía solar fotovoltaica no solo contribuye con el cuidado del medio ambiente, también mejora la economía del hogar, al evitar el pago de un recibo cada mes.

Debido a que Girardot cuenta con la energía más cara del país, no pagaría cada mes un costoso recibo por el servicio de energía y recuperaría rápidamente la inversión en el sistema implementado

El tipo de comunidad beneficiada con el sistema de abastecimiento energético, son las que pertenecen al estrato tres, puesto que se muestran más interesados y cuentan con los recursos necesarios.



10. Bibliografía

- AndinaS.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>
- 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>
- Benito, T. P. (2006). *Guía del instalador de energías renovables*. Mexico: LIMUSA.
- Censolar. (14 de 05 de 2010). *Hogares con energía solar*. Recuperado el 19 de 05 de 2014, de www.censolar.com.ar
- cepal. (s.f.). *VIVIENDA SALUDABLE: RETO DEL MILENIO*. Recuperado el 26 de 05 de 2014, de <http://www.cepal.org/pobrezaurbana/docs/OPS/DocumentoGuiadeprincipiosviviendasaludable.pdf>
- colombia, c. c. (s.f.). *CONSULTORÍA ESPECIALIZADA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE CONCESIONES VIALES PARA EL SIGUIENTE GRUPO DE CARRETERAS*. Recuperado el 20 de 09 de 2014, de http://www.flandes-tolima.gov.co/apc-aa-files/66633563323465356633643961333237/1-1-b-re-001-variante-flandes_1.pdf
- 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
- definicion.de. (s.f.). *definicion de energia no revable*. Recuperado el 28 de 05 de 2014, de <http://definicion.de/energia-no-renovable/>
- ecologiahoy. (s.f.). *paneles solares*. Obtenido de <http://www.ecologiahoy.com/paneles-solares-2>
- 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>
- electricalfacts. (s.f.). *Historia de la electricidad*. Recuperado el 12 de 11 de 2014, de http://www.electricalfacts.com/neca/science_sp/electricity/history_sp.shtml
- electricas, i. d. (s.f.). *impacto ambiental de las hidroelectricas*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/1280/6/Impacto%20Ambiental%20en%20la%20Produccion%20de%20energia%20Electrica.pdf>



- energía, A. (s.f.). *Casa autónoma en electricidad, agua caliente y aire frío*. Recuperado el 12 de 05 de 2014, de <http://www.ayudasenergia.com/casa-solar/casa-autonoma-en-electricidad-agua-caliente-y-aire-frio.html>
- energía, i. p. (s.f.). *Impactos ambientales de la generación de energía eléctrica*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de http://www.appa.es/descargas/Resumen_Estudio_ACV.pdf
- enerpoint. (s.f.). *la célula fotovoltaica*. Recuperado el 28 de 05 de 2014, de http://www.enerpoint.es/photovoltaic_technology_2.php
- EPEC. (s.f.). *La historia de la electricidad*. Recuperado el 11 de 11 de 2014, de <http://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/historia.pdf>
- espectador, E. (s.f.). *Energías*. Recuperado el 04 de 09 de 2014, de http://www.soyecolombiano.com/site/Portals/0/documents/biblioteca/A_PUBLICACIONES/I_FASCICULOS_COLECCIONABLES_EL_ESPECTADOR/Fasciculo_4_Soy%20Ecolombiano_1CORR_25-32.pdf
- Giménez, M. (s.f.). *Impacto ambiental de las distintas fuentes de generación eléctrica*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de http://www2.cab.cnea.gov.ar/divulgacion/seguridad/m_seguridad_f6.html
- 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
- guzman, a. v. (s.f.). *IMPACTO DE LA GLOBALIZACIÓN EN LA ESTRATIFICACIÓN*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/12537/T10.10%20A43i.pdf?sequence=1>
- Harper, E. (2012). *El abc de las energías renovables en los sistemas eléctricos*. Mexico: LIMUSA.
- IDEAM. (2005). *Atlas de la radiación solar en Colombia*. Bogotá: UPME.
- ingemecanica. (s.f.). *Instalación Solar Fotovoltaica*. Recuperado el 22 de 9 de 2014, de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>
- INYGEN. (s.f.). *APLICACIONES DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA*. Recuperado el 12 de 05 de 2014, de http://www.inygen.com/docs/infoDOC_SOLAR_UNIFAMILIAR.07.01.pdf
- ivace. (s.f.). *energía no renovable*. Recuperado el 28 de 05 de 2014, de http://energia.ivace.es/index.php?option=com_content&view=article&id=90&Itemid=173&lang=castellano



- 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
- Lorenzo, J. A. (s.f.). *Boletín solar fotovoltaica autónoma*. Recuperado el 10 de 20 de 2014, de <http://ingemecanica.com/ingenieria/proyectos/proyecto106.pdf>
- 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
- municipal, S. d. (2012). *Girardot cundinamarca caracterización*. Recuperado el 20 de 06 de 2014, de <http://www.semgirardot.gov.co/wp-content/uploads/2013/07/CARACTERIZACION-SECRETARIA-DE-EDUCACION.pdf>
- noticias, C. v. (s.f.). *Colombia una potencia en energías alternativas*. Recuperado el 07 de 09 de 2014, de <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>
- 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>
- Ogata, K. (2008). *Sistemas de Control Moderno*. España: Mc Graw Hill.
- recursostic. (s.f.). *historia de la electricidad y sus personajes*. Recuperado el 12 de 11 de 2014, de http://recursostic.educacion.es/eda/web/tic_2_0/informes/perez_freire_carlos/temas/personajes.htm
- 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/>
- rodriguez, e. (16 de 12 de 2013). *El proyecto de energía solar fotovoltaica más grande de alemania: neuhardenberg*. Recuperado el 14 de 11 de 2014, de <http://www.fierasdelaingenieria.com/el-proyecto-de-energia-solar-fotovoltaica-mas-grande-de-alemania-neuhardenberg/>
- Roldan, J. A. (s.f.). *Diseño y desarrollo de un sistema solar para la purificación del agua en zonas rurales de colombia*. Recuperado el 14 de 11 de 2014, de <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4263/Proyecto%20de%20Grado%20Jorge%20Gomez%20R.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- s.a, E. (s.f.). *Energía eléctrica y medio ambiente*. Recuperado el 09 de 09 de 2014, de http://www.endsaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxv.-la-energia-electrica-y-el-medio-ambiente
- solar, E. (s.f.). *Historia de la Energía Solar*. Recuperado el 12 de 11 de 2014, de <http://www.energiasolar.mx/inventos/historia-energia-solar.html>
- 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>
- Solis, O. G. (2004). *Energías Renovables*. Mexico: TRILLAS.
- 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>
- 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>
- twenergy. (01 de 02 de 2012). *¿Qué es la energía eléctrica?* Recuperado el 28 de 05 de 2014, de <http://twenergy.com/energia-electrica/que-es-la-energia-electrica-381>
- twenergy. (01 de 02 de 2012). *¿Qué es la energía solar?* Recuperado el 28 de 05 de 2014, de <http://twenergy.com/energia-solar/que-es-la-energia-solar-383>
- twenergy. (s.f.). *energia solar*. Recuperado el 28 de 05 de 2014, de <http://twenergy.com/energia-solar>
- twenergy. (s.f.). *Energía solar*. Recuperado el 17 de 10 de 2014, de <http://twenergy.com/energia-solar>
- twenergy. (s.f.). *energias renovables*. Recuperado el 28 de 05 de 2014, de <http://twenergy.com/energias-renovables>
- Viloria, J. R. (2011). *Determinacion del potencial solar*. España: Paraninfo.