

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO CON SUMINISTRO DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA URBANIZACIÓN VALLE DEL SOL
GIRARDOT – CUNDINAMARCA.**

**JORGE ARMANDO VÉLEZ SARMIENTO
JOSÉ ANDERSON FIGUEROA QUIMBAYO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD INGENIERIA
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
GIRARDOT
2015**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO CON SUMINISTRO DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA URBANIZACIÓN VALLE DEL SOL
GIRARDOT – CUNDINAMARCA.**

**JORGE ARMANDO VÉLEZ SARMIENTO
JOSÉ ANDERSON FIGUEROA QUIMBAYO**

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

**ASESORES:
ING. CHARLES RICHARD TORRES MORENO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD INGENIERIA
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
GIRARDOT
2015**

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA:

Dedicamos el trabajo terminado con mucha perseverancia y constancia a nuestros padres quienes a lo largo de nuestras vidas han velado por nuestro bienestar y educación siendo nuestro apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se nos presentaba sin dudar ni un solo momento en nuestras capacidades y conocimientos.

AGRADECIMIENTOS:

Inicialmente a Dios por darnos la fuerza y la salud para cumplir las expectativas de nuestro proyecto, a nuestros padres por darnos ese apoyo económico y moral, por la confianza que depositaron en nosotros por los valores y conocimientos que inculcaron en desde pequeños.

A los diferentes ingenieros del programa de Tecnología en Electrónica por brindarnos los conocimientos necesarios para poder formarnos como profesionales.

Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN	11
2	PLANTEAMIENTO PROBLEMA	13
2.1	Descripción Del Problema	13
2.2	FORMULACION DEL PROBLEMA.....	15
3	JUSTIFICACION	16
4	OBJETIVO.....	18
4.1	Objetivo General.....	18
4.2	Objetivos Específicos	18
5	MARCO DE REFERENCIA	19
5.1	Marco Teórico	19
5.2	Tipos De Lámparas Y Características	19
5.2.1	Incandescente	19
5.2.2	Halógenas.....	19
5.2.3	Fluorescente.....	19
5.2.4	Bajo Consumo.....	19
5.2.5	Led.....	20
5.3	Celdas solares	20
5.3.1	Celdas Solares De Silicio Mono Y Multicristalino	20
5.3.2	Celdas Solares De Silicio Muticristalino	20
5.3.3	Celdas Solares De Materiales Amorfos	20
5.4	Baterías	20
5.4.1	Baterías no selladas	21
5.4.2	Baterías selladas	21
5.4.3	Baterías de bajo mantenimiento	21
5.4.4	Baterías Húmedas	21
5.4.5	Bateria solar.....	22
5.4.6	Baterías Solares Gelatinosas (Vrla)	22

5.5	Control o Regulador de Carga.....	22
5.5.1	Reguladores PWM.....	22
5.5.2	Reguladores MMPT.....	23
6	MARCO CONCEPTUAL.....	24
6.1	Energía Mareomotriz.....	24
6.2	Energía Hidráulica.....	25
6.3	Energía Eólica.....	25
6.4	Energía Solar.....	26
6.5	Energía Solar Térmica.....	27
7	MARCO GEOGRAFICO.....	28
7.1	Descripción Física.....	28
8	MARCO DE ANTECEDENTE.....	30
8.1	Fundación "Un Litro de Luz".....	31
8.2	Proyecto Fotovoltaico autónomo Off-Grid.....	32
9	MARCO LEGAL.....	34
9.1	Normatividad General.....	34
9.2	Derecho a un Ambiente Sano.....	34
9.3	El medio ambiente como patrimonio común.....	34
9.4	Desarrollo Sostenible.....	34
9.5	Decreto ley 2811 de 1.974.....	35
9.6	Ley 23 de 1973.....	35
9.7	8.1.7 Ley 99 de 1993.....	35
9.8	Protocolo de Kioto.....	35
9.9	Reglamento Técnico de Iluminación Y Alumbrado Público – RETILAP.....	36
10	ALCANCE Y LIMITACIONES.....	38
11	DISEÑO METODOLOGÍCO.....	39
11.1	Tipo de investigación.....	39
11.2	Metodología.....	39
11.2.1	FASE 1: Recolección de datos e información.....	39
11.2.2	FASE 2: Aplicación de encuestas a la población Valle de sol.....	39
11.2.3	. FASE 3: Factores climatológicos de Girardot.....	39

11.2.4	FASE 4: Diseño de un sistema de alumbrado público con energía solar...	39
11.2.5	FASE 5: Entrega Final.....	40
12	MODELO DE LA ENCUESTA.....	41
13	ANÁLISIS DE ENCUESTA.....	43
13.1	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	43
14	DESARROLLO	46
15	MATERIALES.....	51
15.2	Lámpara Solar LED.....	52
15.3	Batería.....	53
15.4	Controlador de Carga.....	54
16	PRESUPUESTO	56
17	CONCLUSIONES.....	57
18	Bibliografía.....	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 .Delitos de mayor impacto en Colombia.....	12
Figura 2. Energía mareomotriz.....	23
Figura 3. Energía Hidráulica.....	24
Figura 4. Energía Eólica.....	25
Figura 5. .Energía Solar.....	26
Figura 6. Energía Solar Térmica.....	26
Figura 7. Urbanización Villa del Sol.....	27
Figura 8. Mapa de Girardot.....	28
Figura 9. Índice estado del servicio alumbrado público.....	42
Figura 10.Índice de consecuencias por falta de iluminación.....	43
Figura 11.indice conocimiento energía renovable.....	43
Figura 12. Índice de opinión sobre implementación energía solar.....	44
Figura 13.indice de conocimiento sobre la radiación solar en Girardot.....	44
Figura 14. Vista Satelital del sector Valle del Sol.....	45
Figura 15. Ingreso de datos de latitud y longitud página web de la nasa.....	46
Figura 16. Panel Fotovoltaico.....	50
Figura 17. Lámpara Solar Led.....	51
Figura 18. Niveles de Instalación Lámpara Led.....	52
Figura 19. Batería Solar Kaise.....	52
Figura 20. Controlador de Carga INTI.....	52

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estadísticas de Accidentalidad Vial.....	13
Tabla 2. Datos Geográficos y Clima de Girardot.....	27
Tabla 3. Límites de Girardot.....	28
Tabla 4. Inversión de Países en Energías Renovables.....	29
Tabla 5. Radiación Solar Mensual.....	47
Tabla 6. Climatológica de Girardot IDEAM.....	48
Tabla 7. Especificaciones Técnicas Panel Solar.....	50
Tabla 8. Especificaciones Técnicas Lámpara Led.....	51
Tabla 9. Características Batería Solar Kaise.....	53
Tabla 10. Especificaciones Técnicas Controlador de Carga.....	54
Tabla 11. Presupuesto del Sistema Solar Fotovoltaico.....	55

1 INTRODUCCIÓN

Los seres humanos, las plantas y los animales necesitan de la luz y el calor para crecer y desarrollarnos. El sol es la mayor fuente natural que proporciona ambos factores, además de energía, que es la fuerza que da inicio a los diferentes procesos en la naturaleza. Así el Sol ilumina y calienta la superficie de la Tierra y brinda la energía necesaria para que las plantas realicen la fotosíntesis y puedan existir. Las plantas luego, son usadas como alimento por otros seres vivos. A su vez, la radiación solar calienta el aire y lo transforma en viento, así como la lluvia evapora el agua que se convierte en lluvia. El sol es fundamental para mantener las condiciones climáticas y del suelo, gracias a este, existe vida en nuestro planeta. (Páramo, 2012)

Gracias al descubrimiento y el dominio del fuego, permitió al hombre ser independiente y a su modo empezar a migrar y recorrer el mundo sin temor a que le afectara las condiciones climáticas y al mismo tiempo el fuego sirviéndoles como protección contra animales salvajes que encontrara atreves en su camino, Por otra parte también permitió a tener comida cocida, y gracias a la iluminación que brinda el hombre fue capaz de crear armas y de perder el temor hacia la oscuridad (la noche) y todos los peligros que esta presenta, teniendo en cuenta que el fuego también juega un papel muy importante como factor o/y elemento de iluminación en algunas comunidades, pero al transcurrir los años fueron apareciendo nuevos mecanismos de iluminación y de abastecimiento para estos mismos (Claudio, 2014).

Porque es imposible para nuestra forma de vida actual sobrevivir sin electricidad. Se observa sólo cuando se carece del servicio, y se reflexiona sobre su importancia. Gracias al gran uso que se viene presentando han surgido nuevos mecanismos de creación o suministro de energías que no solo surte nuestras necesidades si no que contribuye con la disminución de contaminación ambiental, estas energías son las energías renovables dentro de estas La energía eólica, solar, térmica, mareomotriz, etc.

Según datos recientes de la Agencia Internacional de Energía (AIE), las energías renovables ascienden a casi el 29% del suministro total de la energía primaria (STEP) en América Latina. Al principio, esta cifra parece relativamente alta y un poco impresionante, sobre todo si se compara con la cuota del 5,7% de energías renovables de los países de la OCDE y el 0,7% en el Oriente Medio. Estas cifras, sin embargo, pueden ser muy engañosas. (KRUMPEL, 2009) .

2 PLANTEAMIENTO PROBLEMA

2.1 Descripción Del Problema

La oscuridad una gran problemática que ha estado desde el inicio de la vida de los seres humanos, y unos de los grandes temores de las persona, en cuanto a esto se realiza diferentes actividades que atentan contra la integridad de las personas debido a que se puede realizar hurtos, homicidios, abuso sexual. También se encuentra que parte de la problemática de muerte en las carreteras se debe a la falta de señalización y alumbrado público en la vía, según lo afirma el ministerio de defensa que Para el primer cuatrimestre de 2014 el Hurto a personas sigue siendo el delito con más índices en Colombia. Definitivamente, frente a esta problemática, los entes encargados de la seguridad ciudadana siguen trabajando en pro de reducir el delito, pero estos números no dejan ver que la tarea se esté cumpliendo. Por otra parte, en el segundo eslabón de delitos de gran impacto en Colombia, se encuentra el robo a residencias con un reporte de 7.818 casos en todo el país frente a 6.503 que se registraron para el mismo periodo el año pasado, se nota un aumento en las estadísticas. Ante esta problemática la Policía Nacional ha trabajado en campañas preventivas trabajando directamente con el personal del servicio y amas de casa de distintas zonas, esto con el fin de prevenir que se repita este tipo de casos. (barbosa, 2014)

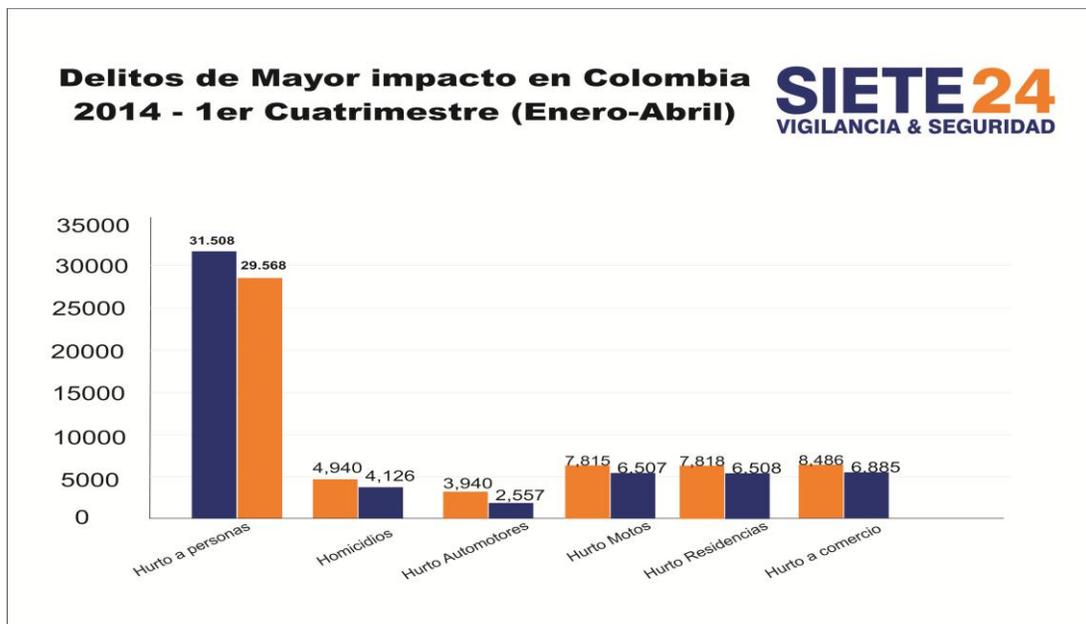


Figura 1. Delitos de mayor impacto en Colombia. Recuperado de <http://blog.siete24.com/estad%C3%ADsticas-de-delitos-de-mayor-impacto-en-colombia-seguridad-privada-bogota>

Otra estadística de accidentalidad en Cundinamarca lo indica el fondo de promoción vial el cual afirma lo siguiente.

Cundinamarca 2012

	Muertos	Heridos
Bicicleta	13	128
Motocicleta	87	947
Peatón	56	440
Transporte de Carga	4	17
Transporte Particular	16	138
Transporte Publico	13	271
Otro o sin Información	31	71
Total	220	2012

Tabla 1. Estadísticas de Accidentalidad vial .Corporación Fondo Prevención Vial. Recuperado de <http://www.fpv.org.co/investigacion/estadisticas>

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. Por eso el Gobierno Nacional en los últimos años ha invertido en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía, que funcionen con recursos renovables, para solucionar el problema de la crisis energética mundial y contribuir a un medio ambiente más limpio. (Centro Virtual de Noticias

2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Por qué es importante la implementación de un sistema de alumbrado público que funcione mediante la energía fotovoltaica en la urbanización valle del sol Girardot- Cundinamarca

3 JUSTIFICACION

La viabilidad del proyecto se apoya en el progreso y desarrollo tecnológico que alcanzado la energía solar a nivel nacional e internacional ya que las energías renovables cubren actualmente cerca del 20% del consumo mundial de electricidad, en lo concerniente a la energía solar no es descabellado afirmar que es gratuita, pese a la inversión necesaria para la adquisición de las celdas fotovoltaicas, no genera emisiones y es silenciosa. Además es una de las pocas tecnologías renovables que pueden ser integradas al paisaje urbano y es útil en zonas rurales de difícil acceso. (Guzmán, 2008)

La energía eléctrica es un factor determinante en el progreso de los pueblos, porque mejora las técnicas educativas, promueve el desarrollo de los sistemas productivos y estimula el intercambio social entre los pobladores. Es así que una idea interesante que es una realidad en Holanda y que podría ayudarnos a disminuir la dependencia del contaminante petróleo que ocasiona el cambio climático y el calentamiento global. En realidad es un carril para bicicletas de 70.1 metros de largo en la ciudad de Krommenie. El carril, llamado "SolaRoad", está formado por módulos de hormigón de 2,5 x 3,5 metros, recubiertos de paneles solares de vidrio templado antideslizante para evitar los accidentes. Las bicicletas y los vehículos eléctricos podrían un día recargar sus baterías directamente en las carreteras o en los carriles para bicicletas. Desde que empezó a funcionar hace 16 días, la pista ha producido 140 kilovatios por hora, el equivalente de 140 ciclos de lavadora. Por el momento la electricidad generada se inyecta en la red eléctrica pero en el futuro podría ser utilizada para iluminar la vía pública. Holanda tiene mucha ambición en el campo de las energías renovables, con unos 17 millones de habitantes, la bicicleta es un sistema de transporte muy popular. El objetivo del gobierno es multiplicar por tres la parte de energías renovables en el consumo total de energía antes de 2020. (Diario Ecología, 2014)

La tendencia de bajar costos y realizar un mantenimiento mínimo a los sistemas de alumbrado público está motivando a varias ciudades del mundo a utilizar nuevas alternativas de iluminación en las vías. Otro aspecto que hace atractivos estos sistemas autónomos es que almacenan la energía que consumen, porque se alimentan de paneles solares, de donde toman la corriente que necesitan para funcionar, es así que Colombia incursiona en este nuevo mecanismo fotovoltaico el cual se implementó en el barrio mirador de la ciudad de Bogotá, el cual beneficiara a 4.000 familias de este sector el cual consta de 50 postes de luz con madera, tubos de PVC, paneles solares y una lámina led, no genera ningún costo y tiene una vida útil de 70.000 horas libres de mantenimiento. El proyecto es cien por ciento auto sostenible. En el día el panel solar se carga para después brindar luz durante toda la noche como lo afirma el periodista Víctor Gordillo de Citynoticias (Gordillo, 2014).

El Proyecto de alumbrado público en la Urbanización Valle del Sol vivienda, es desarrollar el diseño de un sistema de abastecimiento eléctrico usando la energía

solar fotovoltaica que permita el mejoramiento de la iluminación pública en espacios abiertos y así mismo brindar seguridad a la comunidad de este sector. Uno de los beneficios de este sistema, es que es una energía inagotable y completamente limpia, la cual es viable para la ciudad de Girardot.

4 OBJETIVO

4.1 Objetivo General

Establecer un modelo de un sistema de alumbrado público, que por medio de la energía solar fotovoltaica hará posible la iluminación de espacios abiertos de la Urbanización Valle del Sol en Girardot - Cundinamarca

4.2 Objetivos Específicos

- Investigar sobre la inclusión de sistemas fotovoltaicos en la sociedad colombiana y sus antecedentes como punto de partida.
- Caracterizar la zona o población mediante recolección de información para obtener datos estadísticos, todo esto para darle dimensión al proyecto.
- Identificar las variables climatológicas de la Urbanización Valle del Sol. En cuanto su radiación promedio, humedad, temperatura y brillo solar.
- Realizar los cálculos necesarios de los elementos conectados al sistema fotovoltaico, explicando el ahorro y consumo de energía del dispositivo.

5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 Marco Teórico

5.2 Tipos De Lámparas Y Características

Actualmente en el mercado existe diferentes tipos de lámparas que nos proporciona diferentes usos y facilidades en nuestra vida cotidiana las cuales son:

5.2.1 Incandescente

La luz se produce por el paso de corriente eléctrica a través de un filamento metálico. Son las de mayor consumo eléctrico, las más baratas y menor duración (1.000 horas). Las bombillas incandescentes sólo aprovechan en iluminación un 5% de la energía eléctrica que consumen, el 95% restante se transforma en calor, sin aprovechamiento luminoso. (Crana , 2014)

5.2.2 Halógenas

Se añade un compuesto gaseoso con halógenos al sistema de incandescentes, y así se consigue establecer un ciclo de regeneración pasando las partículas del filamento al gas y depositándose nuevamente en el filamento. Estas lámparas duran más que las incandescentes (1.500 horas) y mantienen su eficiencia. También se caracterizan por la calidad especial de su luz para la iluminación de zonas necesitadas de iluminación intensa. (Crana , 2014)

5.2.3 Fluorescente

Se componen de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio y gas argón. Al circular la corriente eléctrica por dos electrodos situados a ambos lados del tubo, se produce una descarga eléctrica entre ellos, que al pasar a través del vapor de mercurio produce una radiación ultravioleta. Esta radiación excita una sustancia fluorescente que recubre el interior del tubo, transformándose en radiación visible. La eficiencia luminosa es mayor que en caso de la incandescencia, ya que en el proceso se produce menor calentamiento y la electricidad se destina, en mayor proporción, a la obtención de la propia luz. Son más caros que las bombillas corrientes, pero consumen a un 80% menos de electricidad para la misma emisión luminosa y tienen una duración entre 8 y 10 veces superior (6.000-9.000 horas de vida útil). (Crana , 2014)

5.2.4 Bajo Consumo

Son lámparas fluorescentes compactas, que se han ido adaptando al tamaño, formas y soportes de las bombillas convencionales. Son más caras que las convencionales, pero se amortizan debido a que su vida útil es superior (entre 6.000 y 9.000 horas). (Crana , 2014)

5.2.5 Led

El LED (Light-Emitting Diode) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica. El LED es más eficiente energéticamente que las lámparas incandescentes, siendo su rendimiento de hasta un 90 %. El equivalente a una bombilla se puede construir con aproximadamente una decena de LEDs y actualmente se están siendo muy utilizados en los semáforos. (Crana , 2014)

5.3 Celdas solares

Una celda solar es un dispositivo que convierte la energía de la luz del sol en energía eléctrica en forma directa, sin la necesidad de piezas móviles o algún tipo de combustión. El efecto fotovoltaico, es decir, convertir la luz solar en electricidad se produce en materiales conocidos como semiconductores, las cuales son materiales cuya conductividad puede ser modificada, y además generar una corriente eléctrica con cargas negativas, positivas o ambas. (PERALTA, 2011)

5.3.1 Celdas Solares De Silicio Mono Y Multicristalino

Estas son las más producidas industrialmente, se benefician de la tecnología del silicio. Estos tipos de celdas son de alto costo debido a que ha habido intensos esfuerzos por conseguir el silicio multicristalino, que produzcan celdas solares de altos rendimientos. (Osorno, 2010)

5.3.2 Celdas Solares De Silicio Muticristalino

La principal diferencia entre las celdas descritas anteriormente y las de silicio multicristalino es que el material con el que se hacen las celdas solares está hecho por procedimientos más económicos que los que se usan para conseguir el silicio de alta pureza usado en la microelectrónica. (Osorno, 2010)

5.3.3 Celdas Solares De Materiales Amorfos

La obtención de celdas solares de bajo costo que puedan ser producidas masivamente sin que se produzca escasez de las materias primas necesarias, ha sido el objetivo del desarrollo de la tecnología de las celdas solares de silicio amorfo hidrogenado. En efecto, tanto el silicio como el hidrógeno son abundantes y la deposición de materiales amorfos se puede hacer por diversos procedimientos cuya principal característica es que la temperatura del proceso es baja y por lo tanto compatible con la utilización de vidrio como sustrato. (Osorno, 2010)

5.4 Baterias

A continuacion, se definen los diferentes tipos de baterias que se pueden emplear para el proyecto.

5.4.1 Baterías no selladas

Este diseño mantiene las ventanas de acceso a las celdas para su mantenimiento, si fuera requerido. Se pueden llevar a cabo pruebas en celdas individualmente (Baterías Mac, 2013)

5.4.2 Baterías selladas

No existe una batería completamente sellada ya que debe existir cierto tipo de ventilación, a fin de permitir escapar de la batería, los gases que se generan internamente, Como no se puede agregar agua o verificar la gravedad específica de la batería, los fabricantes han intercalado en estos, indicadores de Estado de Carga que funcionan como Hidrómetro Simple. (Baterías Mac, 2013)

5.4.3 Baterías de bajo mantenimiento

Esto se logra principalmente por medio del uso de rejillas con una aleación que contenga Calcio como sustituto del tradicional Antimonio. El Antimonio aleado con plomo del 6 al 12 %, es buen conductor, fácil de fabricar, soporta bien los materiales de plomo, pero genera calor a partir de la corriente de carga. El calor añade más resistencia interna a la batería y es la causa de que el agua se evapore. La aleación de Calcio permite mejor conductividad de la corriente y permite que la batería tenga una capacidad de corriente un 20 % más alta que la que utiliza el Antimonio. El calor, la pérdida de agua y la gasificación, se reducen en este tipo de baterías; esto a su vez, reduce la corrosión. Se clasifican en selladas y no selladas. (Baterías Mac, 2013)

5.4.4 Baterías Húmedas

Esta batería está lista para su instalación al momento en que se entrega. Su capacidad para almacenar y entregar energía puede evaluarse al final del proceso de manufactura. Una batería húmeda tiende a perder gradualmente una parte de su capacidad, a través de un proceso llamado auto descarga. Entre el momento de su manufactura y el momento de su instalación en un vehículo, debe probarse a intervalos regulares y conservarse a plena carga, a fin de evitar pérdida de su capacidad de servicio. (Baterías Mac, 2013)

El indicador es una barra de plástico insertada en la parte superior de la batería. La barra tiene una pequeña jaula en la parte inferior que sostiene una "bolita" verde; si la gravedad específica es alta (1.255-1.265), la bola flota en el electrolito y toca el extremo de la barra; esto hace ver el indicador de color verde, lo cual indica que la batería está casi o totalmente cargada. Cuando la gravedad específica es más baja, la bola cae en el electrolito y ya no toca la barra; entonces el indicador se ve de color negro, lo cual significa que hay que probar la batería y tal vez recargarla. (Baterías Mac, 2013)

5.4.5 Bateria solar

Los electrodos de una batería solar tienen una aleación de antimonio, la que permite adherir una mayor cantidad de material activo. se observa en el capítulo anterior que el envejecimiento de una batería se produce por la pérdida de éste cuando la batería es descargada. Celdas con mayor cantidad de material activo tienen una más larga duración y profundidad de descarga. El incremento del material activo aumenta el costo y el peso de la batería. Una batería solar de 6 V, con volumen muy similar a la de 12 V en un automotor, pesa más de 30 Kgs. La presencia del antimonio incrementa las pérdidas por auto descarga. Si una batería solar permanece en almacenamiento, debe ser cargada con frecuencia. Como la presencia del antimonio incrementa la gasificación, la corriente de carga en un sistema FV debe tener un régimen variable. (Baterias Mac, 2013)

5.4.6 Baterías Solares Gelatinosas (Vrla)

Existe una batería solar de Pb-ácido donde el electrolito no es líquido sino gelatinoso (Gel battery, en inglés). Su costo es alrededor de tres veces mayor que el de la versión con electrolito líquido, pero tiene características técnicas que la hacen muy útiles en aplicaciones especializadas. La literatura técnica suele identificar a este tipo de baterías con la abreviatura VRLA, que corresponde a la abreviación de cuatro palabras inglesas cuyo significado es: "Pb-ácido regulada por válvula". Como esta batería no requiere ventilación al exterior durante el proceso de carga, la caja exterior es hermética. La válvula constituye un dispositivo de seguridad en caso de cortocircuito o sobrecarga. (enalmex, 2012)

5.5 Control o Regulador de Carga

Reguladores de carga de todos los tipos, tanto PWM como reguladores de carga MPPT . Para tensiones de 12 y 24 voltios necesarios para controlar la carga y la descarga de una batería o acumulador dentro de una instalación solar. Los reguladores de carga van instalados entre los paneles solares y la batería para controlar el estado de carga de la batería. (Auto Solar, 2015)

5.5.1 Reguladores PWM

Son reguladores sencillos que actúan como interruptores entre las placas fotovoltaicas y la batería. Estos reguladores fuerzan a los módulos fotovoltaicos a trabajar a la tensión de la batería, sin ningún tipo de instalación extra. Por ejemplo, si la batería es de 12 V, los paneles cargaran la batería con una tensión de 12 V.

Cuando se alcanza la etapa de absorción en la carga de la batería, el regulador modifica la intensidad de los pulsos, corta varias veces por segundo el contacto entre los módulos y la batería, evitando que la batería se sobrecargue. Entre las ventajas de estos reguladores se puede encontrar su sencillez, su reducido peso y su bajo precio. Los reguladores PWM están disponibles en tamaños hasta de 60 A y tienen una vida útil bastante larga, algunos llevan incorporados

un sistema de refrigeración de calor pasiva. Están disponibles en distintos tamaños y para gran variedad de aplicaciones. (musteles, 2013)

5.5.2 Reguladores MMPT

Llevar incorporado un seguidor del punto de máxima potencia y un convertidor CC-CC, que transforma una corriente continua de alta tensión a una continua de baja tensión (para cargar la batería). A diferencia de los reguladores PWM que trabajan a la tensión de la batería, los reguladores MPPT lo hacen a la tensión que más conviene. Es decir, en algunos momentos trabajará a la máxima potencia, para sacar la mayor cantidad de energía, o bien limitará la potencia en las fases de absorción y flotación durante la carga de la batería. Con los reguladores MPPT se saca generalmente más rendimiento a los módulos fotovoltaicos, y permite la utilización de paneles que no se pueden emplear con los reguladores PWM (debido a cuestiones de compatibilidad de la tensión del panel y la batería). También presenta otras ventajas como la posibilidad de añadir paneles en serie con un voltaje total superior al del banco de baterías. Podemos encontrar reguladores MPPT hasta de 80 A y por lo general ofrecen más garantía que los PWM. (musteles, 2013)

Existen diferentes tipos de tecnologías limpias para la producción de energía eléctrica provenientes de recursos naturales que se reabastecen naturalmente y que hoy en día, poco a poco, van ganando terreno en los países desarrollados. En los países en vía de desarrollo aún se detecta muy alejada la posibilidad de implementación de estos nuevos tipos de energías. Con el estudio realizado en este proyecto se pretende mostrar la realidad económica que esto implica, debido a sus altos costos. (Bohorquez, 2009)

6 MARCO CONCEPTUAL

Existen diferentes tipos de tecnologías limpias para la producción de energía eléctrica provenientes de recursos naturales que se reabastecen naturalmente y que hoy en día, poco a poco, van ganando terreno en los países desarrollados. En los países en vía de desarrollo aún se detecta muy alejada la posibilidad de implementación de estos nuevos tipos de energías. Con el estudio realizado en este proyecto se pretende mostrar la realidad económica que esto implica, debido a sus altos costos. (Bohorquez, 2009)

6.1 Energía Mareomotriz

Es la producida por el movimiento de las masas de agua provocado por las subidas y bajadas de las mareas, así como por las olas que se originan en la superficie del mar por la acción del viento.

Ventajas: Es una fuente de energía limpia, sin residuos y casi inagotable.

Inconvenientes: Sólo pueden estar en zonas marítimas, pueden verse afectadas por desastres climatológicos, dependen de la amplitud de las mareas y las instalaciones son grandes y costosas. (La Energía, 2014)



Figura 2. Energía mareomotriz. Imagen tomada: <http://dalianamp.blogspot.com/2013/04/energia-mareomotriz.html>. (Fecha de actualización: 23 de septiembre de 2014)

6.2 Energía Hidráulica

Es la producida por el agua retenida en embalses o pantanos a gran altura (que posee energía potencial gravitatoria). Si en un momento dado se deja caer hasta un nivel inferior, esta energía se convierte en energía cinética y, posteriormente, en energía eléctrica en la central hidroeléctrica.

Ventajas: Es una fuente de energía limpia, sin residuos y fácil de almacenar. Además, el agua almacenada en embalses situados en lugares altos permite regular el caudal del río.

Inconvenientes: La construcción de centrales hidroeléctricas es costosa y se necesitan grandes tendidos eléctricos. Además, los embalses producen pérdidas de suelo productivo y fauna terrestre debido a la inundación del terreno destinado a ellos. También provocan la disminución del caudal de los ríos y arroyos bajo la presa y alteran la calidad de las aguas. (La Energía, 2014)

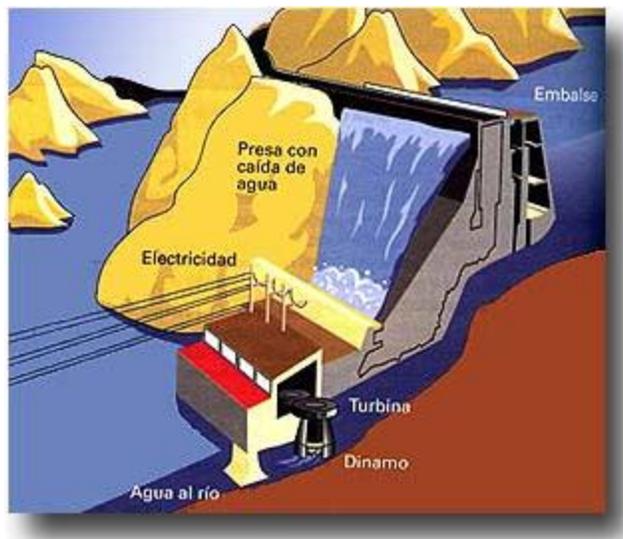


Figura 3. Energía Hidráulica. Imagen tomada: <http://www.dforcesolar.com/energia-solar/ventajas-y-desventajas-de-la-energia-hidraulica>. (Fecha de actualización: 23 de septiembre de 2014)

6.3 Energía Eólica

Es la energía cinética producida por el viento. Se transforma en electricidad en unos aparatos llamados aerogeneradores (molinos de viento especiales).

Ventajas: Es una fuente de energía inagotable y, una vez hecha la instalación, gratuita. Además, no contamina: al no existir combustión, no produce lluvia ácida, no contribuye al aumento del efecto invernadero, no destruye la capa de ozono y no

genera residuos.

Inconvenientes: Es una fuente de energía intermitente, ya que depende de la regularidad de los vientos. Además, los aerogeneradores son grandes y caros. (La Energía, 2014)

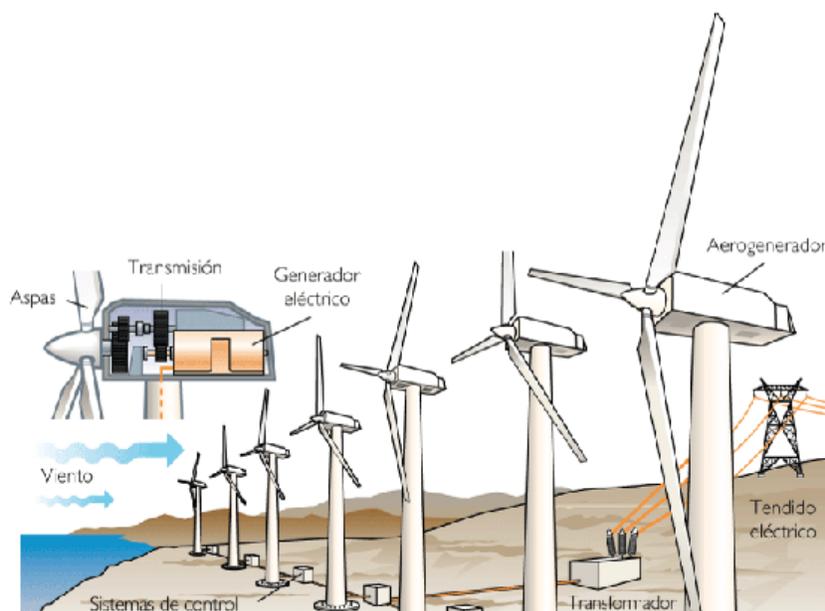


Figura 4. Energía Eólica. Imagen tomada: <http://demaindeco.blogspot.com/2012/02/energia-eolica-que-es-y-para-que-nos.html>. (Fecha de actualización: 23 de septiembre de 2014)

6.4 Energía Solar

Es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura sistema foto térmico y por conversión fotovoltaica sistema fotovoltaico.

La conversión térmica de alta temperatura consiste en transformar la energía solar en energía térmica almacenada en un fluido. Para calentar el líquido se emplean unos dispositivos llamados colectores.

La conversión fotovoltaica consiste en la transformación directa de la energía luminosa en energía eléctrica. Se utilizan para ello unas placas solares formadas por células fotovoltaicas de silicio o de germanio. (Miñarro J. R., 2014)

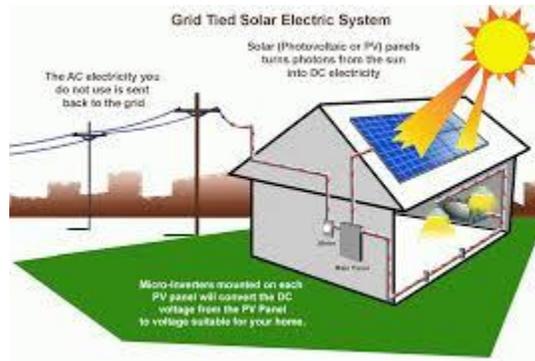


Figura 5. Energía Solar. Imagen tomada: <http://www.construyafacil.org/2013/05/EnergiaSolar.html>. (Fecha de actualización: 23 de septiembre de 2014)

6.5 Energía Solar Térmica

Se entiende por energía solar térmica, a la transformación de la energía radiante solar en calor o energía térmica. La energía solar térmica se encarga de calentar el agua de forma directa alcanzando temperaturas que oscilan entre los 40°y 50° gracias a la utilización de paneles solares (siempre temperaturas inferiores a los 80°C). El agua caliente queda almacenada para su posterior consumo: calentamiento de agua sanitaria, usos industriales, calefacción de espacio, calentamiento de piscinas, secaderos, refrigeración, etc.

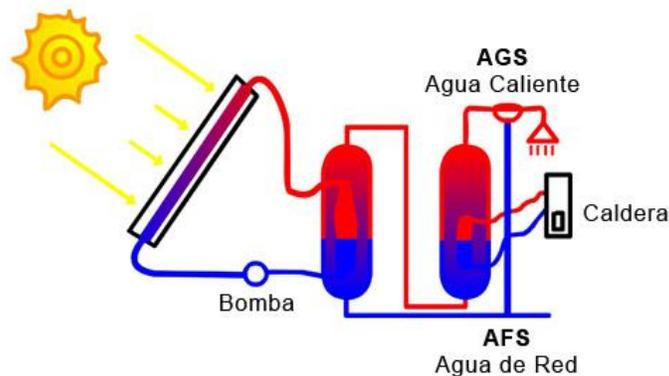


Figura 6. Energía Solar Térmica. Imagen tomada: <http://erel.es/termica.html>. (Fecha de actualización: 23 de septiembre de 2014)

Por tanto, la energía solar térmica utiliza directamente la energía que recibe del Sol para calentar un fluido. La diferencia con la energía solar fotovoltaica es que ésta aprovecha las propiedades físicas de ciertos materiales semiconductores para generar electricidad a partir de la radiación solar. (Energía Solar Térmica, 2014)

7 MARCO GEOGRAFICO

El área geográfica donde se desarrollara la investigación, es la Urbanización Valle del Sol de la Girardot - Colombia.

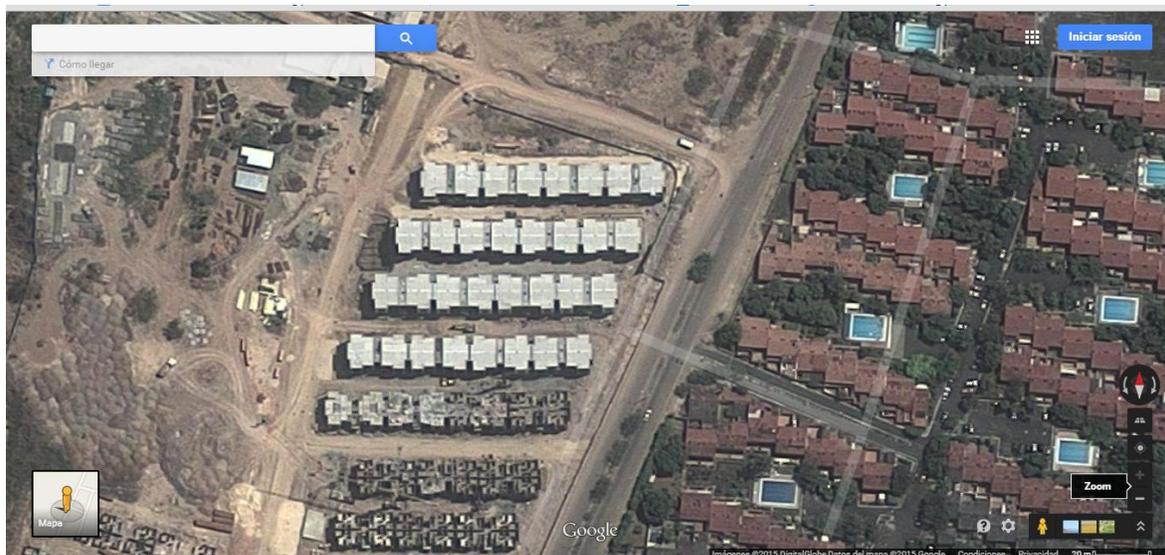


Figura 7. Urbanización Villa del Sol. Imagen tomada: <https://www.google.es/maps/@4.321847,-74.805567,3a,75y,296.55h,86.62t/data=!3m4!1e1!3m2!1sc4pJJvZVhtKTptT0MUIW7Q!2e0> (Fecha de actualización: 10 de Mayo de 2015)

7.1 Descripción Física

Girardot ciudad de las acacias principal sitio turístico con capacidad hotelera. Gracias a sus condiciones climatológicas y localización estratégica de cercanía a la capital del país se convierte en lugar de recreación y veraneo de los capitalinos y algunos municipios aledaños.

Datos Geográficos y Clima de Girardot
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 mínima: 29.3° C
Humedad Relativa: 66.38%
Distancia a Bogotá: 134 km
Extensión municipio: 129 km ²

Tabla 2. Datos Geograficos y Clima de Girardot. Recuperado de <http://www.girardot-cundinamarca.gov.co/index.shtml?x=2000563>

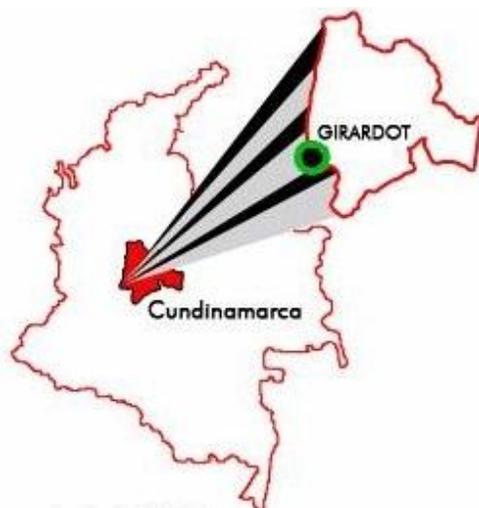


Figura 8. Mapa de Girardot. Imagen tomada: http://girardot-cundinamarca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&r=Mapas%20Geogr%E1ficoshttp://erel.es/termica.html. (Fecha de actualización: 10 de mayo de 2015)

7.2 Límites del Municipio

Limita al norte con el municipio de Nariño y Tocaima, al sur con el municipio de Flandes y el Río Magdalena, al oeste con el municipio de Nariño, el río Magdalena y el municipio de Coello y al este con el municipio de Ricaurte y el Río Bogotá.

Límites De Girardot
Extensión total: 129 Km ²
Extensión área urbana: 20 Km ²
Extensión área rural: 109 Km ²
Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 289 metros sobre el nivel del mar
Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 289 metros sobre el nivel del mar
Temperatura media: 33° C ⁰
Distancia de refererencia: 134 km de la Capital

Tabla 3. Límites de Girardot. Recuperado de <http://www.girardot-cundinamarca.gov.co/index.shtml?x=2000563>

8 MARCO DE ANTECEDENTE

Actualmente existen países con buenos niveles de desarrollo tecnológico en la parte de generación e implementación de energías renovables dentro de estos países se observa su inversión hacia estos mecanismos

Países	Capital invertido en Dólares
China	54.400 millones
Alemania	41.200 millones
EEUU	34.000 millones
Italia	13.900 millones
Brasil	7.600 millones
Canadá	5.600 millones
España	4.900 millones
Francia	4.000 millones
India	4.000 millones

Tabla 4. Inversión de países en Energías renovables. Recuperado de <https://www.veoverde.com/2011/04/los-10-paises-que-mas-invierten-en-energias-renovables/>

Se destaca dentro de estos países el avance de sus tecnologías y maquinaria para producir energía, teniendo en cuenta que dentro de estos esta china unos de los países que más genera contaminación. Otro país que ha tenido una larga trayectoria en energías limpias es Escocia, pero en esta lista aparece como “Resto de la Unión Europea”, lo que significa que, más allá de cuánto invierten, habría que comparar el dato de cuánta plata se ha invertido por habitante.

Así, países que han tenido grandes avances en materia de energías limpias, como la misma Escocia o España, no están en las mejores posiciones. Mientras que países que producen grandes cantidades de CO₂, están bien arriba, con lo que se entiende que el ranking, hecho por el Grupo Ambiental Pew de EEUU con datos de Bloomberg New Energy Finance, toma en cuenta sólo las inversiones hechas en esos países pero no los avances en materia energética. (montolio, veo verde, 2011)

Según lo encontrado en el artículo (PERALTA, 2011) El interés por la energía solar en Colombia tiene sus comienzos en la crisis energética de la década de los setenta (1970), cuando las universidades centran principalmente sus estudios en este campo de los sistemas de energía solar térmica y fotovoltaica, en aplicaciones como calentamiento de agua, secadores solares, sistemas climatizados. En la cumbre realizada en la Isla Margarita, Venezuela (El Tiempo, 2007) 9, para la unión de los países suramericanos alrededor de la energía solar, se expuso la necesidad de que los gobiernos incentiven energías renovables, entre ellas la energía solar, que a mediano plazo puede conllevar soluciones energéticas sostenibles. La electrificación rural en Latinoamérica y Colombia se enmarca cronológicamente en tres momentos históricos: el primero se produce en la década de los años setenta, donde el Estado controla y es dueño de los servicios públicos domiciliarios y a su vez lanza programas de electrificación rural con una cobertura que pasó del 15% al 40% de la población. Lo anterior, tenía como propósitos mejorar la calidad de vida de la población rural; aumentar el desarrollo agrícola; sustituir las fuentes energéticas costosas como el diesel y el petróleo; disminuir las migraciones a las ciudades; reducir el consumo de leña. Las tarifas en esta época estaban subsidiadas beneficiando a los estratos bajos. Sin embargo, las empresas de energía eléctrica que contribuían con las conexiones en zonas de población dispersa, aumentaron sus costos internos, lo que las llevó a afrontar una crisis económica más adelante. En esta etapa las aplicaciones solares fotovoltaicas en zonas rurales eran pobres, generalmente para bombeo de agua en pequeñas comunidades rurales (PERALTA, 2011)

8.1 Fundación "Un Litro de Luz"

Consiste en producir el efecto de iluminación diurna en interiores, aprovechando la luz del sol con la instalación de botellas PET de un litro y medio, dotadas con una mezcla de agua e hipoclorito, en los techos de los hogares más vulnerables del país. Esta iniciativa de la Fundación Un Litro de Luz Colombia está patrocinada por las compañías PepsiCo y Sika Colombia, además, cuenta con el apoyo de la estrategia Colombia en Acción del Departamento para la Prosperidad Social (DPS), el Centro de Innovación Social y la Red UNIDOS, entidades que hacen su aporte con la identificación y priorización de las familias que serán beneficiadas con esta solución que mejorará las condiciones de habitabilidad de muchas personas. (Sika Colombia , 2013)

Un Litro de Luz contribuye mejorando las condiciones de vida de las comunidades en actividades diarias como las labores escolares de los niños, mejora la seguridad al momento de cocinar los alimentos y, ayuda a mejorar la dinámica familiar. Se trata de una solución amigable con el medio ambiente ya que a diferencia del bombillo convencional ofrece una vida útil de una década y se reduce el consumo de energía eléctrica permitiendo a estas familias pobres destinar estos recursos que se ahorran en otras necesidades. Se estima que con esta utilización alternativa se dejan de emitir 200 kilos de CO₂ al año a la atmósfera. (Sika Colombia , 2013)

“Nuestra fundación tiene como fin el mejoramiento de la calidad de vida de familias menos favorecidas a través de la aplicación de sistemas innovadores que suplan necesidades básicas como vivienda, alimentación, educación y servicios públicos”, dice Camilo Herrera, presidente de la fundación. “Este es un proyecto de iluminación sostenible que pretende acercar la alternativa “botella de luz solar” a las comunidades no privilegiadas de Colombia. Viene 100% del reciclaje y su éxito se basa en ofrecer una tecnología simple y fácilmente replicable con el uso de energía renovable y con materiales de fácil adquisición”, agrega. En Colombia hay proyectos exitosos de Un Litro de Luz en las ciudades de Duitama, Sogamoso, Tunja, Bogotá y Cali, se espera escalar este proyecto innovador a otras ciudades del país. (Sika Colombia , 2013)

8.2 Proyecto Fotovoltaico autónomo Off-Grid

Realizado por la compañía Alta Ingeniería XXI Ltda., para Autopistas del Café, siendo la primera planta de energía solar de 20 kilovatios (KW) que se haya construido en Colombia, para ofrecerle iluminación autónoma al túnel Santa Rosa vía Dosquebradas (Risaralda). “Este es un modelo para Colombia, pues se demostró que con el uso del sol se minimiza el gasto energético y se disminuye la emisión de gases efecto invernadero, siendo de gran beneficio para el medio ambiente”, dice Viviana Niámpira Malagón, del Departamento de Energías Renovables de Alta Ingeniería XXI Ltda.

También, el realizado en las instalaciones del campo petrolero en Aguazul (Casanare), que es operado por Equión; Allí la firma Col Energy colocó varios postes con tecnología solar e iluminación Led, “que ha representado a la compañía petrolera ahorros económicos importantes en el consumo de energía y un aporte ambiental significativo para el hábitat del área”, dice Andrés Felipe Ramírez, ingeniero Supervisor E&I Equión Proyectos. (Higuera, 2013)

Donde los primeros proyectos que aparecieron en el país fueron en 1999 con la dotación de energía fotovoltaica a escuelas y viviendas rurales en el departamento de Casanare proyecto dirigido a la población rural de Casanare (40 escuelas y 2.000 viviendas), aislada de las zonas interconectadas de los corredores eléctricos.

Al igual que la energía fotovoltaica para san Sebastián, tumaco-nariño. En electrificación fotovoltaica de unidades caseras, para población en el Pacífico colombiano. Ayuda humanitaria y cooperación de Fundación Luna Roja. (Ladino peralta Rafael eduardo, 2010)

Cabe resaltar que los países que han optado por implementar este tipo de energía alternativa, son España, Austria, Estados Unidos, Alemania, Chile, Uruguay, Argentina, entre otros. Por otra parte, según estudios realizados, cerca de (1) un millón de familias en Colombia carecen de energía eléctrica en el sector rural, frente a esta realidad, la ONU ha exhortado a los países como Colombia, para que se promueva el uso de energías alternativas y para que se implemente

en zonas rurales, la utilización de energía limpia, argumentando que el acceso a la energía contribuye con la erradicación de la pobreza y la mejora en la salud y calidad de vida de las personas.(PROYECTO DE LEY 09 DE 2012 SENADO.)

9 MARCO LEGAL

9.1 Normatividad General

La Constitución Política de Colombia de 1991 elevó a norma constitucional la consideración, manejo y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a través de los siguientes principios fundamentales:

9.2 Derecho a un Ambiente Sano

En su Artículo 79, la Constitución Nacional (CN) consagra que: " Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines

Esta norma constitucional puede interpretarse de manera solidaria con el principio fundamental del *derecho a la vida*, ya que éste sólo se podría garantizar bajo condiciones en las cuales la vida pueda disfrutarse con calidad. (NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y SANITARIA, 2014)

9.3 El medio ambiente como patrimonio común

La CN incorpora este principio al imponer al Estado y a las personas la obligación de proteger las riquezas culturales y naturales (Art. 8), así como el deber de las personas y del ciudadano de proteger los recursos naturales y de velar por la conservación del ambiente (Art. 95). En desarrollo de este principio, en el Art. 58 consagra que: "la propiedad es una función social que implica obligaciones y, como tal, le es inherente una función ecológica"; continúa su desarrollo al determinar en el Art. 63 que: " Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la Ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables".

9.4 Desarrollo Sostenible

Definido como el desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades, la CN en desarrollo de este principio, consagró en su Art. 80 que: "El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas".

Lo anterior implica asegurar que la satisfacción de las necesidades actuales se realice de una manera tal que no comprometa la capacidad y el derecho de las futuras generaciones para satisfacer las propias.

9.5 Decreto ley 2811 de 1.974

Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los RNR, la defensa del ambiente y sus elementos.

9.6 Ley 23 de 1973

Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.

9.7 8.1.7 Ley 99 de 1993

El Ministerio del Medio Ambiente y Organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reforma el sector Público encargado de la gestión ambiental. Organiza el sistema Nacional Ambiental y exige la Planificación de la gestión ambiental de proyectos. Los principios que se destacan y que están relacionados con las actividades portuarias son: La definición de los fundamentos de la política ambiental, la estructura del SINA en cabeza del Ministerio del Medio Ambiente, los procedimientos de licenciamiento ambiental como requisito para la ejecución de proyectos o actividades que puedan causar daño al ambiente y los mecanismos de participación ciudadana en todas las etapas de desarrollo de este tipo de proyectos.

9.8 Protocolo de Kioto

La principal característica del Protocolo es que tiene objetivos obligatorios relativos a las emisiones de gases de efecto invernadero para las principales economías mundiales que lo hayan aceptado. Estos objetivos van desde -8% hasta +10% del nivel de emisión de los diferentes países en 1999 "con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012". En casi todos los casos, incluso en los que se ha fijado un objetivo de +10% de los niveles de 1990, los límites exigen importantes reducciones de las emisiones actualmente proyectadas. Se prevé el establecimiento de objetivos obligatorios futuros para los "períodos de compromiso" posteriores a 2012. Éstos se negociarán con suficiente antelación con respecto a los períodos afectados.

Los compromisos contraídos en virtud del Protocolo varían de un país a otro. El objetivo global del 5% para los países desarrollados debe conseguirse mediante recortes (con respecto a los niveles de 1990) del 8% en la Unión Europea (UE

[15]), Suiza y la mayor parte de los países de Europa central y oriental; 6% en el Canadá; 7% en los Estados Unidos (aunque posteriormente los Estados Unidos han retirado su apoyo al Protocolo), y el 6% en Hungría, Japón y Polonia. Nueva Zelandia, Rusia y Ucrania deben estabilizar sus emisiones, mientras que Noruega puede aumentarlas hasta un 1%, Australia un 8% (posteriormente retiró su apoyo al Protocolo) e Islandia un 10%. La UE ha establecido su propio acuerdo interno para alcanzar su objetivo del 8% distribuyendo diferentes porcentajes entre sus Estados Miembros. Estos objetivos oscilan entre recortes del 28% en Luxemburgo y del 21% en Dinamarca y Alemania a un aumento del 25% en Grecia y del 27% en Portugal.

Para compensar las duras consecuencias de los “objetivos vinculantes”, el acuerdo ofrece flexibilidad en la manera en que los países pueden cumplir sus objetivos. Por ejemplo, pueden compensar parcialmente sus emisiones aumentando los “sumideros” –bosques, que eliminan el dióxido de carbono de la atmósfera. Ello puede conseguirse bien en el territorio nacional o en otros países. Pueden pagar también proyectos en el extranjero cuyo resultado sea una reducción de los gases de efecto invernadero. Se han establecido varios mecanismos con este fin (véanse los apartados sobre “comercio de derechos de emisión”, el “Mecanismo para un desarrollo limpio” y la “aplicación conjunta”. (Navarro, 2008)

9.9 Reglamento Técnico de Iluminación Y Alumbrado Público – RETILAP

Capítulo 1

El presente Reglamento Técnico tiene por objeto fundamental establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

El Reglamento establece las reglas generales que se deben tener en cuenta en los sistemas de iluminación interior y exterior, y dentro de estos últimos, los de alumbrado público en el territorio colombiano, inculcando el uso racional y eficiente de energía (URE) en iluminación. En tal sentido señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas.

El reglamento igualmente es un instrumento técnico-legal para Colombia, que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre empresa, permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en los sistemas de iluminación interior y exterior, cumplan con los siguientes

Objetivos legítimos:

- La seguridad nacional en términos de garantizar el abastecimiento energético mediante uso de Sistemas y productos que apliquen el Uso Racional de Energía
- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal y vegetal.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.
- La protección del Medio Ambiente

Para cumplir estos objetivos legítimos, el presente Reglamento Técnico se basó en los siguientes

Objetivos específicos:

a) Fijar las condiciones para evitar accidentes por deficiencia en los niveles de iluminación, luminancia y uniformidad en vías, vivienda, sitios de trabajo, establecimientos que presten algún servicio al público, lugares donde se concentren personas bien sea por motivos, comerciales, culturales o deportivos.

b) Establecer las condiciones para prevenir accidentes o lesiones en la salud visual causados por sistemas de iluminación deficientes.

c) Fijar las condiciones para evitar el desperdicio de iluminación en dirección de la bóveda celeste causada por mal diseño de instalaciones o ejecuciones defectuosas.

d) Establecer las condiciones para evitar alteraciones en los ciclos naturales de animales causada por desperdicio en iluminación intrusiva continua en su hábitat.

e) Establecer las condiciones para evitar daños o realización de riesgos laborales debidos a deslumbramiento causado por exceso o carencia de luz.

f) Establecer las eficacias mínimas, los valores de pérdidas y las eficiencias para algunas fuentes luminosas, balastos y luminarias. (Ministerio de Minas y Energía, 2014)

10 ALCANCE Y LIMITACIONES

Desarrollar el estudio previo de un sistema de panel solar para el uso del alumbrado público de la urbanización valle del sol, condicionado éste a las necesidades del usuario. El desarrollo de esta propuesta permite disponer de energía limpia y económica durante largo tiempo.

Se realizara un estudio de un sistema de alumbrado público con energía solar en la urbanización valle del sol donde los habitantes serán beneficiarios de este diseño.

Como limitación se miran los factores climáticos como la radiación solar, temperatura, brillo solar, humedad de la urbanización valle de sol, ya que debido a esto puede variar las mediciones sobre el modulo fotovoltaico.

Al final del proyecto se entregaran las encuestas, análisis y los respectivos soportes de investigación.

11 DISEÑO METODOLÓGICO

11.1 Tipo de investigación

La investigación es exploratoria ya que se debe hablar de las energías renovables el cual es un tema de mucho interés en Colombia, pero realmente en Girardot poco conocen de estas energías, debido a esto se realiza una encuesta con el fin de conocer que parte de la población conoce o a escuchado hablar de este tema.

11.2 Metodología

El estudio tiene como objetivos conocer aspectos en torno a la energía solar como energía alternativa y renovable e interpretar su relación con la realidad social, económica del país. El proyecto se desarrollara en cinco fases distintas que reflejan las metas planteadas, del mismo modo cumpliendo con las actividades plasmadas para la terminación del proyecto, las fases a aplicar son las siguientes:

11.2.1 FASE 1: Recolección de datos e información

- a) Asignación de los elementos importantes para la recolección de la información.
- b) Identificar la información importante para la realización y entrega final del proyecto.
- c) Establecer los elementos necesarios para la elaboración del diseño de un sistema de alumbrado público con energía fotovoltaica.

11.2.2 FASE 2: Aplicación de encuestas a la población Valle de sol

- a) Analizar la información recopilada en las encuestas realizadas.
- b) Identificar la cantidad de población que será beneficiaria del proyecto.

11.2.3 . FASE 3: Factores climatológicos 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.

11.2.4 FASE 4: Diseño de un sistema de alumbrado público con energía solar.

- a) Reconocimiento de los diferentes tipos de dispositivos electrónicos a implementar en el diseño.
- b) Realizar los respectivos Cálculos de cada implemento de estos sistema (Celda Solar, Batería, Regular entre otros.) sobre su consumo para el alumbrado público.

11.2.5 FASE 5: Entrega Final

- a) Elaboración de monografía
- b) Elaboración de encuesta.
- c) Entrega del Diseño con Sus Respective Cálculos

12 MODELO DE LA ENCUESTA



UNITIGS

Semillero de Investigación Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación de Uniminuto Girardot

Nota: Se aplica esta encuesta con el fin de conocer su opinión acerca de la falla del alumbrado público del sector y de la viabilidad de un posible sistema de energía solar en la Urbanización Valle del Sol Girardot - Cundinamarca

Nombre _____

Fecha _____

Marque con un \surd la respuesta más adecuada según su criterio y conocimiento del tema.

1. ¿Cómo define el servicio de alumbrado público de la Urbanización?

Excelente ()

Regular ()

Malo ()

2. ¿La falta de iluminación pública ha generado accidentes vehiculares, peatonales, en la Urbanización?

Si () No ()

3. ¿Considera usted que la falta de alumbrado público no permite que la comunidad tenga actividades nocturnas tales como juegos deportivos, eventos culturales y eventos familiares?

Si () No ()

4. ¿La falta de iluminación en este sector cree que sea motivo para que se produzca el consumo de drogas, alcohol, hurtos y conflictos interpersonales?.

Si () No ()

5. ¿La revisión y mantenimiento de las lámparas la realizan?

Regularmente ()

Cada vez que se llama a pedir ()

Nunca ()

6. ¿Conoce usted acerca de las energías renovables?

Si () No ()

7. ¿Le gustaría que en su barrio o urbanización se implementara la energía solar en el alumbrado público?

Si () No ()

8. ¿Sabía usted que con la implementación de un diseño de un sistema solar, disminuye el consumo de energía eléctrica y ayuda a preservar el medio ambiente?

Si () No ()

9. ¿Qué alternativa cree que sea la más apropiada para corregir la deficiente iluminación de la urbanización?

Cambio de bombillas por unas que provean de mayor iluminación ()

Aumento de postes en las zonas de más baja iluminación ()

Implementar el nuevo sistema fotovoltaico en el alumbrado público ()

10. ¿En Girardot la radiación solar es la adecuada para implementar este sistema fotovoltaico por ende se debería utilizar más este servicio?

Si () No ()

GRACIAS.

13 ANÁLISIS DE ENCUESTA

13.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Durante esta fase del proceso metodológico se procesaron los datos (de cuyas preguntas corresponden a la tecnología en electrónica) donde se conoció la opinión y el punto de vista de los habitantes de la urbanización.

Se aplicó la encuesta a 80 personas del sector.

1. De acuerdo con la pregunta numero 1: ¿cómo define el servicio de alumbrado público de la urbanización?, los habitantes responde que “malo” en un 56% manifestando el inconforme servicio del alumbrado.



Figura 9. Índice de estado del servicio alumbrado público. Imagen tomada: propia. (Fecha de actualización: 15 de mayo de 2015)

2. De acuerdo con la pregunta número 2: El 66% del censo responden de manera afirmativa que la falta de iluminación pública ha generado todas estas actividades que afecta a la comunidad.

la falta de iluminacion es este sector cree que sea el motivo para que se produzca el consumo de drogas, alcohol, hurtos y conflictos interpersonales?



Figura 10. Índice de consecuencias por falta de iluminacion. Imagen tomada: propia. (Fecha de actualización: 15 de mayo de 2015)

3. según la pregunta número 6 se tiene en cuenta que : Las personas entrevistadas de la urbanización valle del sol no conocen ni han escuchado de las energías renovables en donde el 79% de las respuestas fue negativa.

Conoce usted acerca de las energias renovables ?

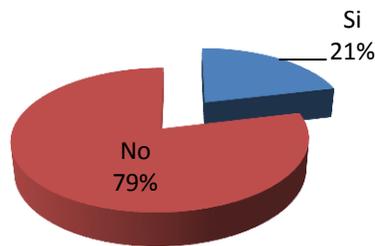


Figura 11. Índice de conocimiento de energías renovables. Imagen tomada: propia. (Fecha de actualización: 15 de mayo de 2015)

4. De acuerdo con la pregunta número 7: De las 80 personas entrevistadas el 19% estuvo de acuerdo que se implemente este sistema de alumbrado público ya que ellos consideran que es una buena alternativa para reemplazar el tradicional y a su modo generar un ahorro de energía y el 81% de los encuestados no sabían que la energía solar funcionara en el alumbrado público y creían que este servicio con este dispositivo era muy deficiente.

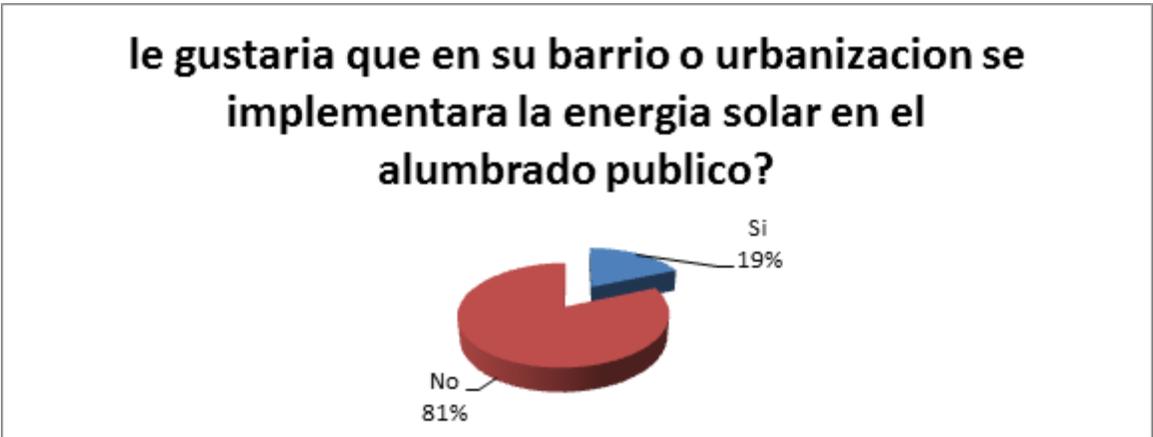


Figura 12. Índice de opinión sobre implementación de energía solar. Imagen tomada: propia. (Fecha de actualización: 15 de mayo de 2015)

5. De acuerdo con la pregunta número 10: El 32% de los entrevistados respondieron negativamente ya que afirman que este servicio era muy costoso y no confían que esto pueda brindar un funcionamiento óptimo.

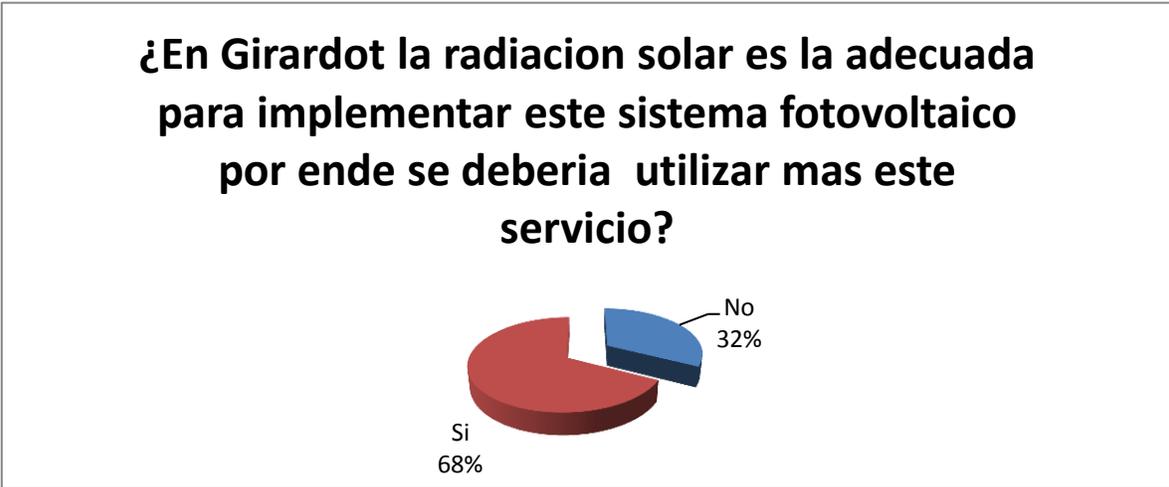


Figura 13 Índice de conocimiento sobre la radiación solar de Girardot. Imagen tomada: propia. (Fecha de actualización: 15 de mayo de 2015)

14 DESARROLLO

Para poder conocer la radiación solar del sitio de trabajo de investigación se requiere realizar los siguientes pasos:

1. Se ingresa mediante el navegador google maps y ubicamos el sector de la Urbanización Valle del Sol que es nuestro lugar de trabajo de campo.
2. después de estar ubicados en el sector se identifica la latitud y longitud del lugar el cual es:

Latitud: 4.3° Norte

Longitud: 74° Oeste

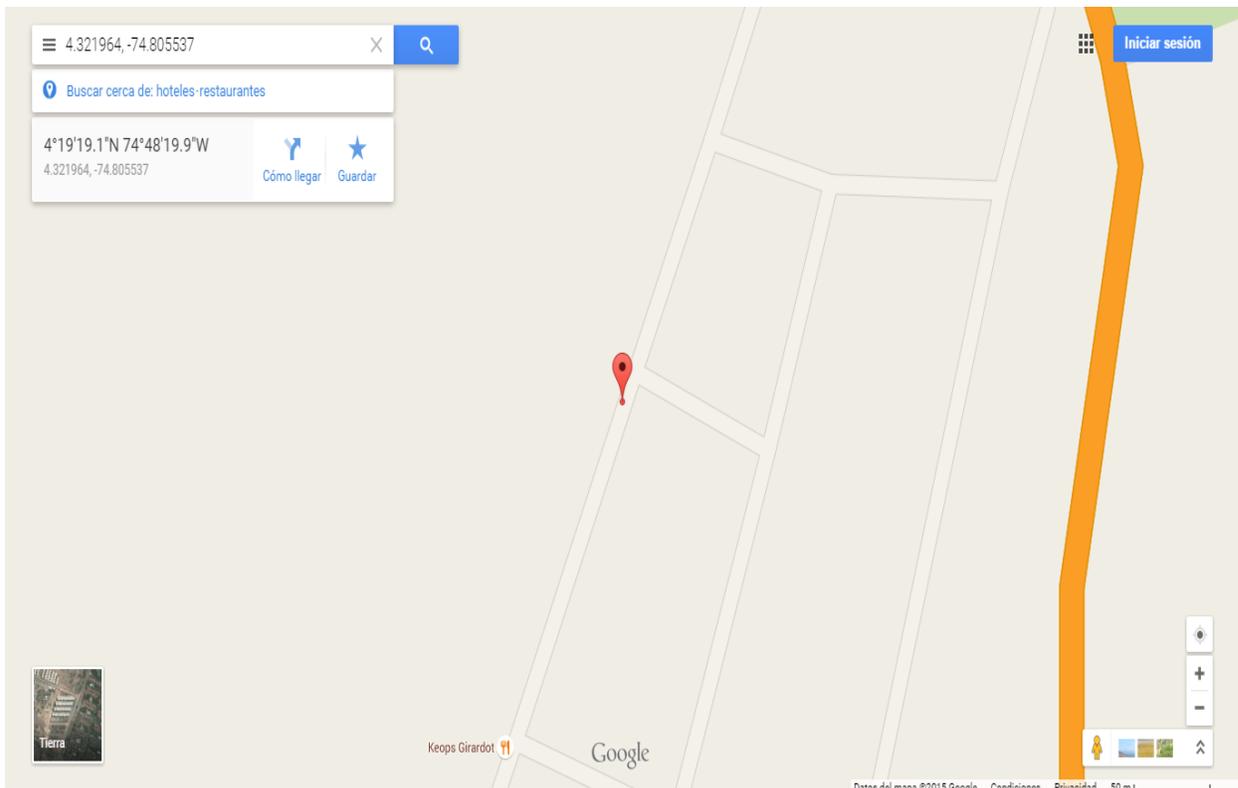


Figura 14. Vista Satelital del sector Valle del Sol. Imagen tomada: <https://www.google.es/maps/place/4%C2%B019'19.1%22N+74%C2%B048'19.9%22W/@4.321964,-74.805537,18z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x0:0x0>

3. una vez se tenga la latitud y longitud del sector se dirige a la página web de la nasa solar, esto con el fin de ingresa los datos obtenidos.

Figura 15. Ingreso de datos de latitud y longitud página web de la nasa. Imagen tomada: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi>

4. una vez ingresado los datos aparecen una tabla con parámetros geográficos, dentro de estos se encuentra la radiación solar mensual del sector.

Month	Air Temperature °C	Relative humidity %	Daily Solar Radiation-Horizontal kWh/m ² d	Atmospheric pressure Kp	Wind Speed m/s	Earth temperature °C	Heating Degree-Days °C-d	Cooling Degree-Days °C-d
January	26.9	75.3%	5.77	101.1	4.5	28.2	0	523
February	26.8	75.2%	6.57	101.1	3.9	28.5	0	473
March	27.1	76.3%	6.90	101.0	3.1	29.2	0	529
April	27.6	78.6%	6.33	101.0	3.4	30.0	0	526
May	27.9	77.4%	5.47	100.9	5.3	29.7	0	555
June	27.4	76.4%	5.17	101.0	5.3	29.0	0	521
July	27.0	76.2%	5.43	101.0	4.2	28.7	0	525
August	26.8	77.8%	5.67	101.1	4.1	28.5	0	519
September	26.9	77.4%	5.68	101.1	4.7	28.6	0	507
October	26.8	78.8%	5.94	101.1	4.6	28.5	0	519
November	26.7	79.4%	5.31	101.1	3.7	28.6	0	501
December	26.9	77.5%	5.21	101.1	4.0	28.3	0	523
Annual	27.1	77.2%	5.79	101.1	4.2	28.8	0	6221
					10.0	0.0		

Tabla 5. Radiación solar Mensual. Recuperado de <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi>

Tabla climatológica de Girardot [ocultar]												
Temperatura (°C)												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Minima promedio	23,3	23,4	23,7	24,4	24,8	24,6	24,4	24,4	24,0	23,8	24,0	23,7
Promedio	26,6	26,6	26,9	27,5	28,1	28,1	28,0	28,0	27,8	27,4	27,4	27,0
Máxima promedio	31,3	31,4	31,9	32,7	33,3	32,9	32,7	33,1	32,8	32,3	32,0	31,5
Precipitación, brillo solar y humedad relativa												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación promedio (mm)	5	1	1	25	91	104	70	102	143	178	79	24
Dias lluvia	0	0	0	3	9	9	7	10	13	14	9	2
Humedad relativa (%)	78	77	77	78	80	81	80	81	83	84	83	80
Brillo Solar (horas/mes)	282	245	240	207	188	195	215	207	164	166	191	253
Datos medidos en: Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz IDEAM ¹¹				Temperatura			Precipitación			Brillo Solar		
				Min	Med	Max	Total	Lluvia	Humedad			
				°C	°C	°C	mm	Dias	%	horas		
				24,0	27,4	32,3	821	76	80			

Tabla 6. Tabla Climatológica de Girardot IDEAM. Recuperado de <http://gcundinamarca.blogspot.com/>

5. para empezar con los cálculos de un sistema aislado se trabaja con la menor radiación solar de año, en este caso es en el mes junio con un porcentaje de 5.17 kW h/m²/d.

6. teniendo en cuenta la lámpara led que se va a trabajar es de 12 watts a 12 Voltios se realiza los siguientes cálculos para determinar cuánto tiempo va durar el consumo de lámpara prendida.

Calculo del consumo total del servicio de lampara

Lámpara de 12 watts x 12 Horas = 144 watts- hora

7. ya teniendo los watts-horas del consumo de la lámpara se debe calcular cuantas baterías se necesitan

8. una vez de calcular los watts- hora de la batería a utilizar, en este caso una batería de 12V A 26AH.

Calculo para hallar watts- hora total de la batería

Batería de 12V x 26AH = 312 watts- hora total

9. luego de tener los watts- hora (144) del consumo de la lámpara se divide los watts- hora total (312) de la batería.

Calculo cantidad de Baterías

144 / 312 = 0.46 (Equivalente a ½ Batería)

10. para calcular cuántos paneles solares se requieren para dispositivo se debe dividir el consumo de la lámpara total de horas de servicio, dividiendo los watts del panel solar a implementar, dividido sobre la radiación solar que obtuvo:

Calculo panel Solar

144 watts- hora (lámpara) / 60 watts (panel solar) / 5 porcentaje radiación solar del sitio = 0.48 paneles (Equivalente a ½ Panel Solar)

11. por ultimo para calcular el controlador regulador que se necesita, se debe saber la cantidad de paneles y el amperaje de él, en este caso es el siguiente:

Calculo del Controlador Regulador

1 panel solar x el amperaje de panel (3.5A) = 3.5 se necesita comprar un controlador que soporte más de 3.5^a

15 . MATERIALES

15.1 Panel Solar

Son paneles que cuentan con celdas solares de transmisión elevada y son de fibra texturizada, lo que contribuye a que entregan energía de forma altamente eficiente. Además cuentan con diodos de bypass que minimizan la caída de potencia causada por sombras. Son paneles cuidadosamente fabricados con fibra de vidrio templada, resina EVA, película resistente al agua y marco de aluminio lo que aseguran 100% su uso para exteriores. (Intisolar, 2014)



Figura 16. Panel Fotovoltaico 60 watts .Imagen tomada: propia. (Fecha de actualización: 13 de mayo de 2015)

PARAMETRO	VALOR
Potencia máxima	60W
Tipo de celda	policristalino
Voltaje máximo de potencia (V _{pm})	19,01v
Corriente máxima de potencia (I _{mp})	3.5 A
Voltaje del Circuito abierto (V _{oc})	22,61V
Intensidad del circuito abierto (I _{sc})	3,38 A
Numero de Celdas	4*9
Dimensiones del modulo	655* 668* 35 mm
Peso	5,2 Kg

Tabla 7.Especificaciones Técnicas panel solar. Recuperado de <http://www.intisolar.com/#!pneles-solares/cghb>

15.2 Lámpara Solar LED

Se utiliza esta lámpara en nuestro diseño ya que es de bajo consumo y trabaja directamente a 12 voltios.



Figura 17. Lámpara Solar Led http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-492237531-alumbrado-publico-led-street-light-12w-12v-p-sistema-solar-_JM . (Fecha de actualización: 16 de mayo 2015)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LÁMPARA LED
45MIL CHIP LED
130 Lm/W – 1560 Lumen
50.000 Horas
CRI: ≥ 70 12V DC
Dimensiones. 34.5 Cm x 10.5 Cm
Grado de Protección: IP65

Tabla 8. Especificaciones Técnicas Lámpara led. Recuperado de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-492237531-alumbrado-publico-led-street-light-12w-12v-p-sistema-solar-_JM

Se observa en la figura 18 el nivel de luxes de lámpara led del diseño, esto luxes van de acuerdo a la altura y área del sitio a implementar.

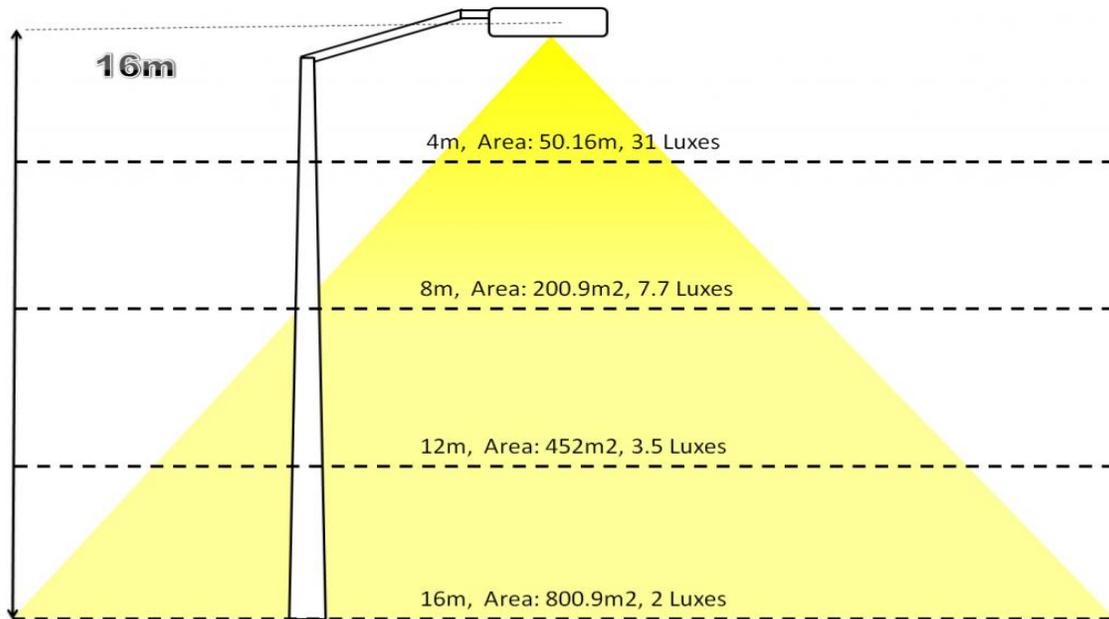


Figura 18. Niveles de Instalación Lámpara led .Imagen tomada: http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-492237531-alumbrado-publico-led-street-light-12w-12v-p-sistema-solar-_JM (Fecha de actualización: 16 de mayo de 2015)

15.3 Batería

Esta batería recargable con sistemas de dióxido de plomo, sus ventajas son una alta resistencia en climas fríos, su auto descarga sobre el tiempo es mínimo y tiene la eficiencia más alta de todas las baterías de plomo (hasta 95%). Tienen una baja resistencia interna que permite corrientes altas. Desventaja, aparte del precio, es su vulnerabilidad más alta a descargas profundas. La vida puede variar considerablemente según calidad. (Delta Volt, 2010)



Figura 19. Bateria Solar Kaise .Imagen tomada: propia. (Fecha de actualización: 13 de mayo de 2015)

CARACTERÍSTICAS BATERÍA KAISE	
Voltaje	12 v
Capacidad -Ah	26
Altura	126mm
Anchura	166 mm
Peso (Kg)	8.6

Tabla 9. Características Bateria Solar Kaise : <http://www.tempoelonline.com/agm/713-bateria-kaise-12v-26ah-terminal-f13.html> (Fecha de actualización: 18 de mayo de 2015)

15.4 Controlador de Carga

Es un controlador muy eficiente ya que cuenta con un chip computarizado especial para un control inteligente y de esta manera ingresar a su configuración con un solo botón



Figura 20. Controlador de Carga INTI .Imagen tomada: propia. (Fecha de actualización: 18 de mayo de 2015)

Corriente de carga máxima	10A
Voltaje del sistema	12V / 24V
Modo de operación	PWM
Consumo de corriente sin carga	< 100 mA
Temperatura de operación	-10C° - 40C°
Peso	0,15 Kg
Dimensiones	13.4*6.8*2.4 cm

Tabla 10. Especificaciones Técnicas controlador de carga:
http://media.wix.com/ugd/d1e363_1b1936843ae64437b23c5287ecaf30de.pdf (Fecha de actualización: 18 de mayo de 2015)

16 PRESUPUESTO

A continuación se muestra el presupuesto cotizado para el diseño propuesto en el estudio de investigación realizado en la urbanización valle del sol.

Objeto	Referencia	Valor Total
01 Panel solar	60W	\$300.000
01 Farola Led	Led Street Light 12W 12V sistema Solar	\$100.000
01	Bateria 12V A 26Ah	\$ 80.000
O1	Controlador de carga de 10A	\$ 70.000
	TOTAL	\$ 550.000

Tabla 8.Presupuesto del sistema fotovoltaico: fuente propia (Fecha de actualización: 26 de mayo de 2015)

17 CONCLUSIONES

El uso de las energías renovables, se consolida en el mundo y en Colombia como lo indica el presidente del senado José David Name el cual añadió que según el Informe sobre la situación mundial de las Energías renovables, estas aportan al consumo energético mundial el 16.7 por ciento de la totalidad de la capacidad energética. Y que ciudades con condiciones climáticas favorables pueden aprovechar más este recurso. (Name, 2014)

Cabe resaltar que Girardot es una de las ciudades beneficiadas de esta energía fotovoltaica ya que cuenta con la radiación promedio 4.5 kw/m^2 según lo indica la información del atlas de radiación solar de Colombia.

La implementación de un sistema de alumbrado público con suministro de energía solar, contribuye al cuidado del medio ambiente y mejora la calidad de vida de los habitantes de la Urbanización valle del sol.

A un plazo de dos años la urbanización valle del sol recuperarían la inversión del sistema de abastecimiento energético en alumbrado público, ya que el sistema ofrecido es de bajo costo y que actualmente en Girardot la energía eléctrica es una de las más caras en Colombia.

Se logró conocer la opinión de la comunidad acerca de la problemática y necesidad de un servicio de alumbrado público por medio de la encuesta aplicada.

18 Bibliografía

- Alcaldía de Girardot*. (29 de Noviembre de 2012). Recuperado el 15 de Abril de 2015, de Alcaldía de Girardot: <http://www.girardot-cundinamarca.gov.co/index.shtml?x=2000563>
- Alcaldía Municipal de Girardot* . (08 de 05 de 2015). Recuperado el 10 de 05 de 2015, de Alcaldía Municipal de Girardot : <https://www.google.es/maps/@4.321847,-74.805567,3a,75y,296.55h,86.62t/data=!3m4!1e1!3m2!1sc4pJjvZVhtKTptT0MUIW7Q!2e0>
- Auto Solar*. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de Auto Solar: <https://autosolar.es/regulador-de-carga>
- 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>
- Auto solar*. (s.f.). Recuperado el 30 de 11 de 2014, de Auto solar: <http://autosolar.es/blog/tecnica/item/340-que-es-un-regulador-mppt>
- Barbosa, d. (18 de 07 de 2014). *siete 24 seguridad y tecnologia* . Recuperado el 29 de 11 de 2014, de siete 24 seguridad y tecnologia : <http://blog.siete24.com/estad%C3%ADsticas-de-delitos-de-mayor-impacto-en-colombia-seguridad-privada-bogota>
- Baterías Mac*. (5 de Marzo de 2013). Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de Baterías Mac: <http://www.mac.com.co/?r=site/page&view=seccion-educativa-clases-baterias>
- Benito, T. P. (2006). *Guía del instalador de energías renovables*. Mexico: LIMUSA.
- Bohorquez, C. (17 de 11 de 2009). *ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA USANDO ENERGÍA SOLAR PARA USO RESIDENCIAL*. Recuperado el 10 de 05 de 2015, de ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA USANDO ENERGÍA SOLAR PARA USO RESIDENCIAL: bibliotecadigital.usbcali.edu.co/.../Análisis_Viabilidad_Implementacion
- Cambio Climático .org*. (s.f.). Recuperado el 03 de 10 de 2014, de <http://www.cambioclimatico.org/content/resumen-del-protocolo-de-kyoto>
- Censolar*. (14 de 05 de 2010). *Hogares con energía solar*. Recuperado el 19 de 05 de 2014, de www.censolar.com.ar
- Centro Virtual de Noticias* . (s.f.). Recuperado el 30 de 11 de 2014, de Centro Virtual de Noticias : <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>

- 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>
- Claudio, P. (27 de 11 de 2014). *Historia Universal*. Recuperado el 30 de 11 de 2014, de Historia Universal: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/fuego.htm>
- 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/66633563323465356633643961333237/1-1-1-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
- Crana org. (s.f.). Recuperado el 18 de noviembre de 2014, de Crana org: http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/180/002/anexo_5.pdf
- Definicion.de. (s.f.). *definicion de energia no revable*. Recuperado el 28 de 05 de 2014, de <http://definicion.de/energia-no-renovable/>
- Delta Volt. (27 de marzo de 2010). Recuperado el 16 de mayo de 2015, de Delta Volt: <http://deltavolt.pe/energia-renovable/baterias>
- Diario Ecologia. (30 de Noviembre de 2014). Recuperado el 30 de 11 de 2014, de Diario Ecologia: <http://diarioecologia.com/holanda-tiene-la-primera-calle-que-genera-energia-solar/>
- Ecologiahoy. (s.f.). *paneles solares*. Obtenido de <http://www.ecologiahoy.com/paneles-solares-2>
- Edna. (s.f.). *PortalPlanetaEdna*. Recuperado el 30 de 11 de 2014, de <http://www.portalplanetasedna.com.ar/fuego.htm>
- 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>

- Enalmex*. (20 de Agosto de 2012). Recuperado el 17 de 11 de 2014, de enalmex:
<http://www.enalmex.com/docpdf/libro/ch06.pdf.pdf>
- Energía Solar Térmica*. (s.f.). Recuperado el 23 de septiembre de 2014, de
<http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Energia/EnergiasRenovables/EnergiaSolarTermica.asp>
- Energia, 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>
- Energia, i. p. (s.f.). *impactos ambientales de la generacion de enrgia electrica*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de http://www.appa.es/descargas/Resumen_Estudio_ACV.pdf
- Enerpoint. (s.f.). *la celula 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.). *Energias*. 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
- Fonseca, C. (s.f.). *FONSECA, Carlos. Hacia los servicios públicos de cuarta generación: las empresas de capital social. obtenida el 26 de Diciembre de 2010*. Recuperado el 22 de septiembre de 2014, de <http://www2.ideam.gov.co/biblio/paginaabierta/4generacion.pdf>
- Ftp.ani*. (s.f.). Recuperado el 12 de 11 de 2014, de ftp.ani:
ftp.ani.gov.co/C%20Dtos%20VT%20Girardot%20-%20Pto%20Salgar/C1/C/CI/CI3/CI315/sig_doc_2000%20san%20juan%20Capítulo_I.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
- GLOBAL ENGINEERING CORPORATE INTERNATIONAL* . (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2014, de
 GLOBAL ENGINEERING CORPORATE INTERNATIONAL :
<https://geccaipanama.wordpress.com/82-2/>

- Gobernación de Casanare. Dotación de energía fotovoltaica a escuelas y viviendas rurales en el Departamento de Casanare. Documento 23 de agosto de 1999.* (s.f.). Recuperado el 22 de septiembre de 2014
- Gordillo, V. (09 de 12 de 2014). *El Tiempo*. Recuperado el 08 de 05 de 2015, de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/bogota/luz-a-traves-de-botellas-en-usaquen/14947923>
- 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>
- Guzmán, D. G. (14 de 19 de 2008). *Proyecto de Acuerdo 162 de 2008 Concejo de Bogotá D.C.* Recuperado el 23 de septiembre de 2014, de Proyecto de Acuerdo 162 de 2008 Concejo de Bogotá D.C: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=29525>
- Harper, E. (2012). *El abc de las energías renovables en los sistema electricos*. 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>
- Intisolar*. (25 de Noviembre de 2014). Recuperado el 25 de Noviembre de 2014, de Intisolar: http://www.energiaymovilidad.com/index.php?controller=attachment&id_attachment=9.
- INYGEN. (s.f.). *APLICACIONES DE ENERGÍA SOLAR TERMICA* . 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
- KRUMPEL, S. (12 de 2009). *geni globalenergy*. Recuperado el 17 de 11 de 2014, de geni globalenergy: <http://www.geni.org/globalenergy/research/renewable-energy-potential-of-latin-america/el-potencial-de-america-latina-energia-renovable.pdf>
- La Energía*. (28 de Octubre de 2014). Recuperado el 28 de Octubre de 2014, de La Energía: http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/aulaenergia.pdf
- La batería solar*. (s.f.). Recuperado el 30 de 11 de 2014, de la batería solar: <http://www.enalmex.com/docpdf/libro/ch06.pdf.pdf>
- Ladino peralta Rafael eduardo*. (2010). Recuperado el 23 de septiembre de 2014, de <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/1085/1/LadinoPeraltaRafaelEduardo2010.pdf>

- 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
- Ministerio de Minas y Energía*. (03 de octubre de 2014). Recuperado el 03 de 10 de 2014, de Ministerio de Minas y Energía: <http://didacoringenieria.com/wp-content/uploads/2014/08/Retilap-Anexo-General.pdf>
- Miñarro, J. R. (23 de septiembre de 2014). *3° Eso*. Recuperado el 23 de septiembre de 2014, de 3° Eso: http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm
- Miñarro, J. R. (s.f.). *newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm*. Recuperado el 22 de 09 de 2014, de newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm: http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm
- Mono Ingenieros*. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2014, de Mono Ingenieros: <http://www.mosingenieros.com/2013/07/twilight-alumbrado-publico-inteligente.html>
- Montolio, d. (04 de 04 de 2011). *veo verde*. Recuperado el 20 de 04 de 2015, de veo verde: <https://www.veoverde.com/2011/04/los-10-paises-que-mas-invierten-en-energias-renovables/>
- Montolio, d. (s.f.). *veo verde*. Recuperado el 28 de 11 de 2014, de veo verde: <http://www.veoverde.com/2011/04/los-10-paises-que-mas-invierten-en-energias-renovables/>
- Municipal, S. d. (2012). *Girardot cundinamarca cararcterizacion*. Recuperado el 20 de 06 de 2014, de <http://www.semgirardot.gov.co/wp-content/uploads/2013/07/CARACTERIZACION-SECRETARIA-DE-EDUCACION.pdf>
- Musteles, i. (27 de 12 de 2013). *autosolar*. Recuperado el 17 de 11 de 2014, de autosolar: <http://autosolar.es/blog/tecnica/item/337-que-es-un-regulador-pwm>
- Name, J. D. (2014 de Agosto de 2014). *Semana Sostenible*. Recuperado el 2015 de mayo de 03, de Semana Sostenible: <http://sostenibilidad.semana.com/negocios-verdes/articulo/llego-hora-energias-renovables-no-convencionales-colombia/31657>

Navarro, J. (27 de 06 de 2008). *Cambio Climático .org*. Recuperado el 03 de 10 de 2014, de Cambio Climático .org: <http://www.cambioclimatico.org/content/resumen-del-protocolo-de-kyoto>

NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y SANITARIA. (12 de septiembre de 2014). Recuperado el 12 de septiembre de 2014, de *NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y SANITARIA*: http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm

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>

Notinet. (s.f.). Recuperado el 03 de 10 de 2014, de www.notinet.com.co/pedidos/NORMAAMBIEN.doc

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.

Osorno, J. A. (12 de abril de 2010). *Celdas Solares*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de *Celdas solares*: <http://celdassolaresuam.blogspot.com/>

Paramo, R. (10 de Mayo de 2012). *Los seres vivos*. Recuperado el 30 de 11 de 2014, de *Los seres vivos*: <http://naturalezapapaguaguas.blogspot.com/2012/03/el-sol-nos-da-luz-y-calor.html>

PERALTA, R. E. (03 de 2011). *LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO FACTOR DE DESARROLLO EN ZONAS RURALES DE COLOMBIA*. Recuperado el 17 de 11 de 2014, de *LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO FACTOR DE DESARROLLO EN ZONAS RURALES DE COLOMBIA*: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/1085/1/LadinoPeraltaRafaelEduardo2010.pdf>

PROYECTO DE ACUERDO No. 162 DE 2008. (s.f.). Recuperado el 23 de septiembre de 2014, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=29525>

PROYECTO DE LEY 09 DE 2012 SENADO. (s.f.). Recuperado el 22 de 09 de 2014, de http://servoaspr.imprenta.gov.co:7778/gacetap/gaceta.mostrar_documento?p_tipo=05&p_numero=09&p_consec=33528

Quetenvio energia solar para todos. (s.f.). Recuperado el 18 de 11 de 2014, de *quetenvio energia solar para todos*: <http://www.quetenvio.com/queacute-es-un-controlador-solar.html>

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 energia solar fotovoltaica mas 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 purificacion 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 2914, de http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxv.-la-energia-electrica-y-el-medio-ambiente
- Sika Colombia . (9 de abril de 2013). Recuperado el 23 de septiembre de 2013, de <http://col.sika.com/es/sika-colombia/News/Litrodeluz.html>
- 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). *Energias Renovables*. Mexico: TRILLAS.
- Soto, I. E. (s.f.). *web.ing.puc.cl*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de [web.ing.puc.cl: http://web.ing.puc.cl/power/paperspdf/pereda.pdf](http://web.ing.puc.cl/power/paperspdf/pereda.pdf)
- 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.). *Energia 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.