

**IMPLEMENTACIÓN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR EN LA OFICINA DE
BIENESTAR UNIVERSITARIO, UNIVERSIDAD MINUTO DE DIOS,
GIRARDOT**

**PRESENTADO POR:
FABIO DE JESÚS GÓMEZ GARCÍA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL
GIRARDOT
2018**

**IMPLEMENTACIÓN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR EN LA OFICINA DE
BIENESTAR UNIVERSITARIO, UNIVERSIDAD MINUTO DE DIOS,
GIRARDOT**

FABIO DE JESÚS GÓMEZ GARCÍA

Trabajo presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Asesores:

ARMANDO D. TOVAR DANIEL

Ingeniero Civil

CARLOS ANDRÉS PINILLA NOSSA

Arquitecto

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL
GIRARDOT**

2018

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Jurado

Girardot, 05 de junio de 2018

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, por concederme la vida suficiente y haberme permitido llegar hasta éste punto, porque sin su voluntad, nada hubiera logrado. A mis padres con gran cariño, por todo el apoyo y paciencia recibida de su parte y por tratar siempre de que nunca me faltara nada.

A mis compañeros, por su gran ayuda, apoyo y amistad presentados en el desarrollo de la carrera.

Al cuerpo de docentes, en especial al Ing. Armando D. Tovar Daniel y al Arq. Carlos Andrés Pinilla Nossa, por su paciencia, confianza y conducción en la realización del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	IV
RESUMEN	X
ABSTRACT	XII
GLOSARIO	XIV
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
2. JUSTIFICACIÓN	20
3. PRINCIPALES IMPACTOS GENERADOS EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD	21
4. OBJETIVOS	23
4.1 Objetivo General	23
4.2 Objetivos Específicos	23
5. MARCO REFERENCIAL	24
5.1 Marco Institucional	24
5.1.1 Disponibilidad de brillo solar en el sector de actuación, Girardot.	25
5.2 Marco Contextual	28
5.2.1 Macro localización - Colombia (Girardot – Cundinamarca).	28
5.2.2 Micro localización Universidad Minuto de Dios (Bienestar Universitario).	29
5.3 Marco Teórico	31
5.3.1 Energía Eólica.	32
5.3.2 Energía Hidráulica / Hidroeléctrica.	33
5.3.3 Energía Solar.	33

5.4	Marco Conceptual	37
5.4.1	Descripción de los elementos utilizados en el proyecto.	37
5.4.2	Elementos que se requieren en la instalación de paneles solares.	41
5.5	Antecedentes	41
5.6	Marco Legal	43
5.6.1	Normatividad emitida por el Icontec.	43
5.6.2	Terminología.	44
5.6.3	Mediciones y Ensayos.	44
5.6.4	Normatividad Internacional.	45
6.	METODOLOGÍA	46
6.1	Tipo de investigación	46
6.2	Alcance	46
6.3	Limitaciones	47
6.4	Fuentes de investigación	47
6.5	Técnicas de investigación	48
7.	DISEÑO COMPROBATORIO	51
7.1	Procesos y procedimientos	53
8.	RESULTADOS	58
9.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
10.	CONCLUSIONES	62
11.	RECOMENDACIONES	64
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Rango anual de disponibilidad de energía solar por regiones.	24
Cuadro 2. Especificaciones técnicas del panel solar (Policristalino)Inversor de voltaje.	38
Cuadro 3. Normatividad expedida por el Icontec.	44
Cuadro 4. Normatividad expedida por el Icontec.	44
Cuadro 5. Acciones desarrolladas durante el proyecto.	49
Cuadro 6. Cronograma.	50
Cuadro 7. Cargas bienestar universitario.	52
Cuadro 8. Variables e indicadores de la suma de las cargas.	52
Cuadro 9. Cargas oficina de Bienestar Universitario.	53
Cuadro 10. Cargas laboratorio de comunicaciones.	55
Cuadro 11. Costos de materiales utilizados en el proyecto.	59
Cuadro 12. Valor total para instalación de equipo de energía solar.	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Potencial solar para la ciudad de Girardot.	26
Figura 2. Evaluación de brillo solar para la ciudad de Girardot.	27
Figura 3. Macro localización de Girardot Cund	29
Figura 4. Micro localización de la oficina de bienestar universitario de la universidad Minuto De Dios Girardot Cund.	30
Figura 5. Panel solar de 130W Policristalino	38
Figura 6. Inversor de 1500W	39
Figura 7. Controlador o regulador de carga de 20A	40
Figura 8. Batería De Litio (Descarga Profunda) De 12 V / 55 A	40
Figura 9. Elementos necesarios para producir energía por medio de un panel solar	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Registro fotográfico	67
Anexo B. Cd con video	68

RESUMEN

El presente trabajo de grado está orientado a establecer ¿Qué tan viable y, que tan adecuadas se encuentran las construcciones de la universidad Minuto De Dios, sede Girardot, para la implementación de un sistema de energía solar?

En el proyecto se contempla el diseño y la instalación de un panel solar en la oficina de bienestar universitario, para cubrir el siguiente requerimiento energético: iluminación, nevera de oficina, equipos de cómputo, modem, rack, teléfonos de escritorio y de forma ocasional el Dumis, (cuando se realizan actividades en la cancha), con relación a los 2 aires acondicionados no son incluidos debido a que cuando son encendidos requieren de mucha corriente, lo cual implica que los gastos del proyecto se eleven demasiado. Inicialmente se realizó una medición para establecer cuál es la carga de consumo de los equipos electrónicos que se encuentran instalado en la oficina, se realizó un análisis económico (cotizaciones) y financiero para evaluar la viabilidad y ejecución del proyecto que se denomina: implementación, sistema de energía solar, en la oficina de bienestar universitario, en la universidad Minuto De Dios, Girardot

Con la instalación de los elementos que conforman el kit de energía solar, se espera con optimismo que personal de la universidad y el personal que hace parte de ingeniería civil, pueda verlos y conocerlos de cerca y, entender el gran potencial “gratuito” que tenemos a disposición como lo es la energía solar. Por otro lado, con el presente trabajo busco crear conciencia y contribuir a que, las nuevas construcciones deben de ser diseñadas técnica y térmicamente, pero lo primero que se tiene que hacer, es hacer que al usuario de la energía solar tome conciencia del

consumo y día a día adopte la tecnología que va saliendo al mercado (Inverter, LED), lo anterior para poder llevar a cabo un buen diseño de energía solar y que no salga tan costoso, otro factor muy importante es que, en el diseño de las construcciones nuevas, dejen un espacio seguro y adecuado (una placa pequeña ubicada entre la placa o cubierta y el cielorraso) para la ubicación de los elementos como: baterías, inversor, cable, etc.) para la implementación de un sistema solar, (ubicación perfecta del panel), adicional se deben de dejar los ductos (ductería) para introducir los cables que bajan del panel solar y, a que en un futuro no muy lejano, las entidades gubernamentales o privadas como en el caso de esta universidad, promuevan la producción propia de la energía que necesitan para su consumo, contribuyendo al mejoramiento ambiental, ya que se disminuye la emisión de gases contaminantes a la atmosfera, lo que hoy en día conocemos como efecto invernadero, y por ultimo una reducción importante en la facturación.

ABSTRACT

The present work of degree is oriented to establish How viable and, how suitable are the constructions of the Minuto De Dios university, Girardot headquarters, for the implementation of a solar energy system?

This design contemplates the installation of a solar panel in the university welfare office, to cover the following energy requirement: lighting, office refrigerator, computer equipment, modem, rack, desk phones and occasionally the Dumis, (when perform activities on the field), in relation to the 2 air conditioners are not included because when they are lit they require a lot of current, which means that the project costs are too high. Initially a measurement was made to establish what is the consumption load of the electronic equipment that is installed in the office, an economic analysis (quotes) and financial analysis was performed to evaluate the feasibility and execution of the project called: implementation, system of solar energy, in the university welfare office, in the University Minuto De Dios, Girardot

With the installation of the elements that make up the solar energy kit, it is optimistically expected that university personnel and civil engineering personnel will be able to see and know them closely and understand the great "free" potential that we have. at disposal as it is solar energy. On the other hand, with the present work I seek to create awareness and contribute to that, the new constructions must be designed technically and thermally, but the first thing that has to be done is to make the user of solar energy aware of the consumption and day to day adopt or implement the technology that is coming to the market (Inverter, LED), the above to be able to

carry out a good design of solar energy and that does not come out so expensive, another very important factor is that, in the design of the new constructions, leave a safe and adequate space (a small plate located between the plate or roof and the ceiling) for the location of the elements such as: batteries, inverter, cable, etc.) for the implementation of a solar system, (perfect location of the panel), additional must leave the ducts (ductwork) to introduce the cables that come down from the solar panel and, that in the not too distant future, governmental or private entities as in the case of this university, promote the own production of the energy that they need for their consumption, contributing to the environmental improvement, since the emission of polluting gases to the atmosphere is diminished, what today we know as greenhouse effect, and finally a reduction important in billing.

GLOSARIO

Dado que el proyecto tiene un contenido técnico, se presenta un glosario con el fin de facilitar al lector el entendimiento del presente documento:

CELDA SOLAR: una célula fotoeléctrica, también llamada celda, fotocélula o célula fotovoltaica, es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía lumínica (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico, generando energía solar fotovoltaica.

CORRIENTE ALTERNA: se denomina corriente alterna a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda sinodal. En el uso coloquial, "corriente alterna" se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas.

ENERGÍA SOLAR: la energía solar es una fuente de energía de origen renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. La radiación solar que alcanza la tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando con el tiempo desde su concepción. En la actualidad, el calor y la luz del sol puede aprovecharse por medio de captadores como células fotovoltaicas, heliostatos o colectores térmicos, que pueden transformarla en energía eléctrica o térmica. es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que pueden ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad.

INVERSOR: equipo que sirve para convertir la corriente eléctrica continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos en corriente alterna.

SISTEMA ELÉCTRICO: conjunto de elementos y equipos que pueden suministrar la energía eléctrica necesaria para la operación de equipos eléctricos o electromecánicos destinados para realizar una función específica.

FOTOVOLTAICO: que genera una fuerza electromotriz cuando se encuentra bajo la acción de una radiación luminosa o análoga.

RACK: es un término inglés que se emplea para nombrar a la estructura que permite sostener o albergar un dispositivo tecnológico. Se trata de un armazón metálico que, de acuerdo a sus características, sirve para alojar una computadora, un router u otra clase de equipo.

ROUTER: término de origen inglés router puede ser traducido al español como enrutador o ruteador, aunque en ocasiones también se lo menciona como direccionador. Se trata de un producto de hardware que permite interconectar computadoras que funcionan en el marco de una red.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de grado se desarrolló en la oficina de bienestar universitario, la cual se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas $4^{\circ}18'36.954''$ N y $74^{\circ}48'15.0264''$ W. (universidad Minuto De Dios, sede Girardot) y, su enfoque tiene como propósito que en el diseño de las construcciones nuevas, dejen un espacio seguro y adecuado (una placa pequeña ubicada entre la placa o cubierta y el cielorraso) para la ubicación de los elementos como: baterías, inversor, cable, etc.) para la implementación de un sistema solar, (ubicación perfecta del panel), adicional se deben de dejar los ductos (ductería) para introducir los cables que bajan del panel solar, con el fin de reducir gastos (distancia corta para la compra de cables) al momento de instalar el sistema de energía solar, de igual forma dejar una caja auxiliar de circuitos, junto a la caja principal de circuitos, con el aprovechamiento de uno de los recursos naturales con los que contamos diariamente, acondicionándolo para lograr el funcionamiento de varios equipos electrónicos a la vez y con los que se desarrollan a diario las labores en la oficina bienestar universitario.

Se implementa de un sistema basado en el uso de energía eléctrica a través de un panel solar fotovoltaico y, así contribuir con la preservación del medio ambiente, ya que se va a producir la energía eléctrica en la oficina de bienestar universitario, obteniendo un óptimo funcionamiento de los equipos eléctricos que allí encuentran, además, al implementar el proyecto se evita que las generadoras de energía tengan que producir la energía eléctrica que se está produciendo mediante la implementación de los paneles solares, lo que conlleva a que las empresas generadoras de energía, reduzcan el impacto ambiental negativo causado por los

diferentes procesos de producción o explotación que fueron realizados dentro de los procesos de generación de energía eléctrica ; pero no solo se presenta un impacto negativo en su generación, también se genera un gran impacto en los costos por uso, y este impacto es mucho mayor en las empresas u organizaciones que tienen gran consumo de energía, en sus diferentes operaciones y prestación de servicios con la generación de la energía de esta oficina se va a reflejar una disminución en el consumo en la factura mensual de energía.

Se presenta información basada en la utilización de un recurso natural renovable, de una energía limpia como lo es la energía solar y su posterior uso en los dispositivos eléctricos, de igual forma se aporta información sobre cada uno de los elementos que intervienen en el proceso de instalación y funcionamiento, siendo de gran ayuda para la comprensión del funcionamiento global del sistema.

El recurso sostenible, ayuda a la conservación de los demás recursos naturales, la energía solar y luego ser transformada en corriente eléctrica, va a permitir el uso de todos los equipos electrónicos instalados en la oficina de bienestar universitario, como: equipos de cómputo de escritorio, teléfonos, luminarias LED, nevera para botellón de agua, Rack, modem y equipos de apoyo como Dumis, los aires acondicionado no serán incluidos debido a que cuando son puestos en marcha requieren de mucha corriente, lo que incrementa en un alto % el valor del proyecto.

Palabras claves: energía limpia, renovable, sostenible, medio ambiente, panel solar, fotovoltaico, transformación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la universidad Minuto De Dios, sede Girardot, establecer ¿Qué tan viable y, que tan adecuadas se encuentran las construcciones de la universidad Minuto De Dios, sede Girardot, para la implementación de un sistema de energía solar?

El uso de energía en los espacios rurales o urbanos se relaciona con el consumo de combustibles fósiles empleados en maquinaria, equipos agrícolas y como insumo doméstico en la cocción de alimentos. Estas aplicaciones basadas en la utilización de recursos naturales representan factores de riesgo ambiental y de salud a nivel general, como: el calentamiento global y la contaminación atmosférica, debido al aumento del dióxido de carbono, uno de los gases responsables del efecto invernadero. Con el calentamiento global, los sectores rurales se ven seriamente afectados en la agricultura, por la evaporación de agua de la superficie de la tierra y, el aumento de lluvias e inundaciones.

De igual manera, el consumo de energía calórica, especialmente en la cocción de alimentos en zonas rurales, se fundamenta en el consumo de leña o de endoenergéticos (todos los tipos de combustibles derivados directa o indirectamente de los árboles, como el carbón vegetal); de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2002), estas prácticas contribuyen a la reducción de recursos estratégicos como bosques, biodiversidad, aguas y suelos.

La energía en colombiana en su mayoría es producida en hidroeléctricas, con más de un 60% de la capacidad instalada, la termoeléctrica es su segunda energía, con más de un 30% (ésta sería la más contaminante, ya que emplea el calor de la combustión de petróleo, gas o carbón); el propio gas (18%), el carbón (7%) y los Combustibles líquidos (5%). Ese esquema energético se ha dado así en las últimas tres décadas, según un informe de Fedesarrollo, que sitúa la media de la energía procedente de generación hidroeléctrica durante ese tiempo en un 80%, y la de origen térmico en un 20%, la energía hidráulica se obtiene del caudal de los ríos y no se puede considerar verde, a pesar de que la energía hidroeléctrica, es un tipo de energía renovable, también representa un daño al ecosistema, debido a que se hace necesario inundar una grandes extensiones de terreno, desapareciendo la fauna y la flora de ese lugar.

Por tanto, se hace indispensable la búsqueda de alternativas amigables con el medio ambiente, para poder adecuar las instalaciones físicas en la universidad Minuto De Dios, sede Girardot, establecer ¿Qué tan viable y, que tan adecuadas se encuentran las construcciones de la universidad Minuto De Dios, sede Girardot, para la implementación de un sistema de energía solar?, sin realizar modificación estructural se va a implementar, en la oficina de bienestar universitario una forma de producir energía eléctrica, con el fin de hacer un aporte que impacte positivamente el medio ambiente, a que los diseñadores tengan en cuenta que es necesario implementar un espacio para que a futuro se pueda implementar el sistema de paneles solares y a la vez contribuir con la disminución en los costos en la facturación, proyecto que puede ser implementado a corto, mediano o largo plazo. (Peralta, 2011)

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad siendo un compromiso a nivel mundial, la humanidad ha hecho un compromiso consigo mismo, con el fin de no seguir contaminado el planeta al utilizar combustibles fósiles, una forma sencilla y poco costosa es la implementación de paneles solares, en diferentes lugares en los que el hombre habita a diario, entre ellos tenemos: edificios, viviendas, etc.

Las nuevas construcciones deben de ser diseñadas técnica y térmicamente, pero lo primero que se tiene que hacer, es hacer que al usuario de la energía solar tome conciencia del consumo y día a día implemente la tecnología que va saliendo al mercado (Inverter, LED), lo anterior para poder llevar a cabo un buen diseño de energía solar y que no salga tan costoso, otro factor muy importante es que, en el diseño de las construcciones nuevas, dejen un espacio seguro y adecuado (una placa pequeña ubicada entre la placa o cubierta y el cielorraso) para la ubicación de los elementos como: baterías, inversor, cable, etc.) para la implementación de un sistema solar, (ubicación perfecta del panel), adicional se deben de dejar los ductos (ductería) para introducir los cables que bajan del panel solar.

Como una retribución adicional, el hombre cuenta con un ahorro económico de forma mensual (al reducir el valor en el pago de la factura), ante las entidades encargadas de facturar la energía eléctrica a nivel mundial, contribuyendo de esta forma a que las generaciones futuras, tengan un medio ambiente para disfrutar sanamente.

3. PRINCIPALES IMPACTOS GENERADOS EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

Tanto la generación de energía eléctrica y su propia utilización ocasionan diferentes impactos ambientales, a continuación, se relacionan algunos de los principales impactos que se generan:

- ❖ **Calentamiento Global:** proceso de aumento gradual de la temperatura de la Tierra a consecuencia del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmosfera, incremento provocado por los diferentes procesos de combustión con fines tales como, energéticos de carburantes fósiles y por la deforestación.

- ❖ **Disminución de la Capa de Ozono:** es el proceso de reducción, tanto en concentración como en grosor, de la capa de partículas de ozono presente en la estratosfera. el fenómeno se da debido a la alteración del balance atmosférico de oxígeno y ozono.

- ❖ **Eutrofización:** es el proceso de acumulación de nutrientes en las aguas, lo cual genera un crecimiento de organismos, como algas y la disminución de la concentración de oxígeno.

- ❖ **Acidificación:** proceso de introducción de sustancias acidas al medio ambiente provocado por la emisión de óxidos de azufre y de nitrógeno provenientes de la quema de combustible fósiles.

❖ Contaminación por metales pesados: son aquellos que tienen un peso atómico relativamente alto y una densidad aproximada de 5 g/cm^3 , son tóxicos, persistentes y bio-acumulativos, en el agua, aire y el suelo, los más nocivos son: el plomo, el cadmio y el mercurio.

Beneficios que obtenemos al implementar el uso de la energía solar

- ❖ Cero impactos ambientales.
- ❖ No consume combustibles fósiles ni recursos naturales.
- ❖ Económico porque es un recurso inagotable, ya que la energía proviene del sol.
- ❖ Larga vida útil de los paneles solares. (de 25 a 30 años)
- ❖ Fácil mantenimiento de los paneles solares.
- ❖ Gracias al banco de baterías, se tiene disponibilidad de energía las 24 horas.
- ❖ Reducción en facturación de consumo mensual

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Desarrollar el proceso de implementación de un sistema de energía solar para la operación de los equipos eléctricos de la oficina de bienestar universitario, Universidad Minuto de Dios, Girardot.

4.2 Objetivos Específicos

- ❖ Documentar el consumo energético de la oficina de Bienestar universitario de la Universidad Minuto de Dios, Girardot.

- ❖ Determinar el panel solar idóneo para alimentar las cargas de diseño.

- ❖ Valorar los beneficios económicos de la implementación del sistema diseñado.

- ❖ Ejecutar y evaluar el sistema diseñado.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Marco Institucional

De acuerdo con el historial, las definiciones y opiniones presentadas sobre la energía solar, se puede analizar que el prototipo propuesto sobre el panel solar puede ser instalado no solo en la ciudad de Girardot, sino también en diferentes zonas del país, ya que cuenta con gran variedad de flora y fauna, especialmente en las zonas rurales y con el apoyo de los recursos que habla el Plan Nacional de Energía 2006-2025, a continuación se describe de forma general el escenario de Colombia frente a la disponibilidad del uso de energía solar.

Cuadro 1. Rango anual de disponibilidad de energía solar por regiones.

REGION	RANGO DE DISPONIBILIDAD ENERGÍA SOLAR KWH/M ² /AÑO*	ENERGÍA SOLAR PROMEDIO KWH/M ² /AÑO**
GUAJIRA	1980 - 2340	2190
COSTA ATLANTICA	1260 - 2340	2875
ORINOQUIA	1440 - 2160	1643
AMAZONIA	1440 - 1800	1551
ANDINA	1080 - 1620	1643
COSTA PACIFICA	1080 - 1440	1287

Fuente. (Carlos Arturo Flórez Piedrahita, 2005)

5.1.1 Disponibilidad de brillo solar en el sector de actuación, Girardot.

Girardot, ciudad en la que se implementó el proyecto fotovoltaico y de acuerdo con el análisis climático, podría tenerse en cuenta aspectos de información meteorológica como la evaluación del brillo solar y la radiación solar por zonas en Colombia, información confiable que es tomada de la página de internet del IDEAM.

El promedio actual de la radiación solar es 6 horas de brillo solar. Su comportamiento a lo largo del año representa periodos donde el brillo solar es mayor y regularmente coincide con los periodos de menor precipitación y mayor temperatura, arrojando un promedio anual de 5.79, en cuanto a radiación solar se refiere. (Instituto de Hidrología, 2014).

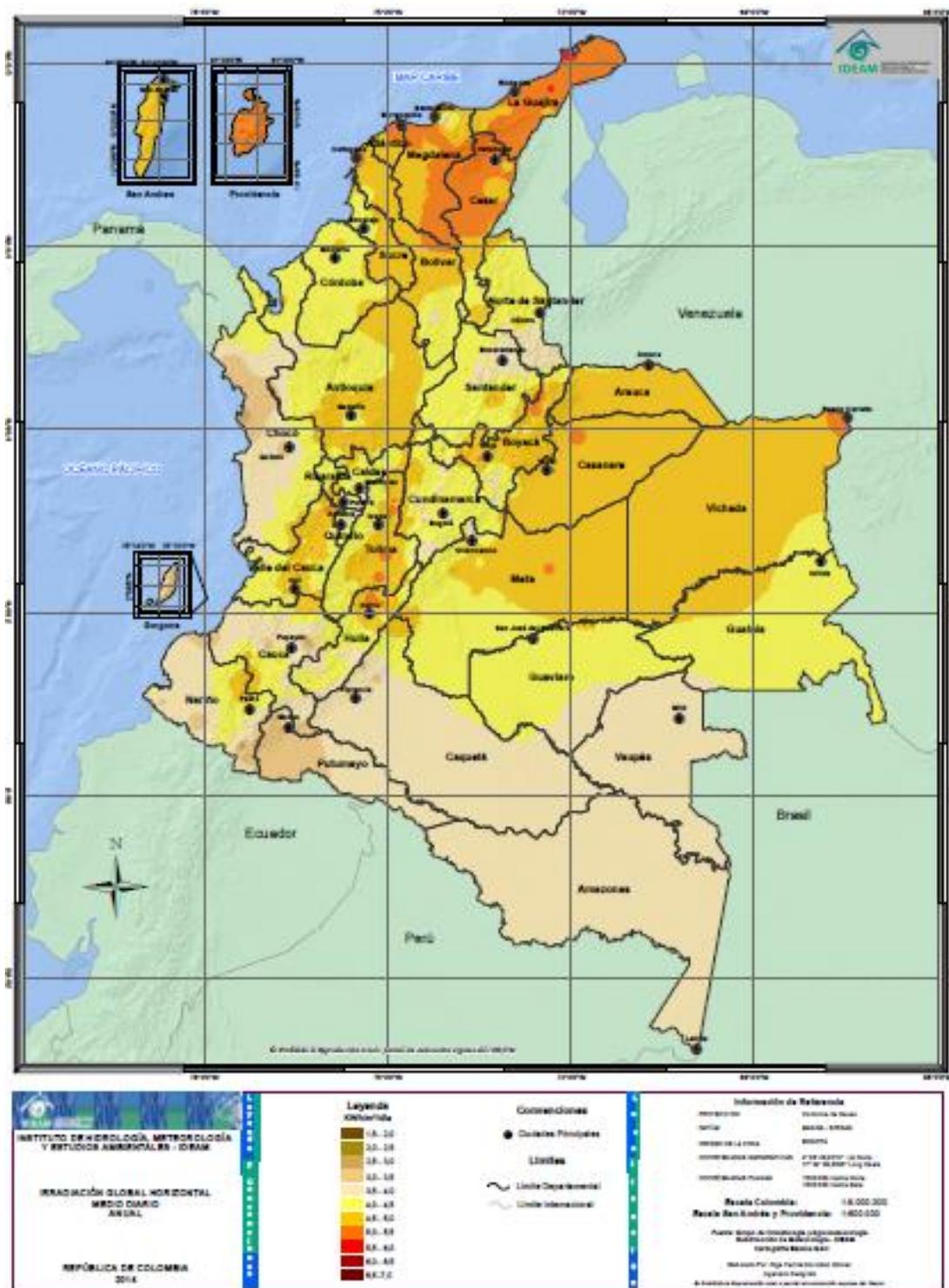


Figura 1. Potencial solar para la ciudad de Girardot.

Fuente. (Instituto de Hidrología, 2014)

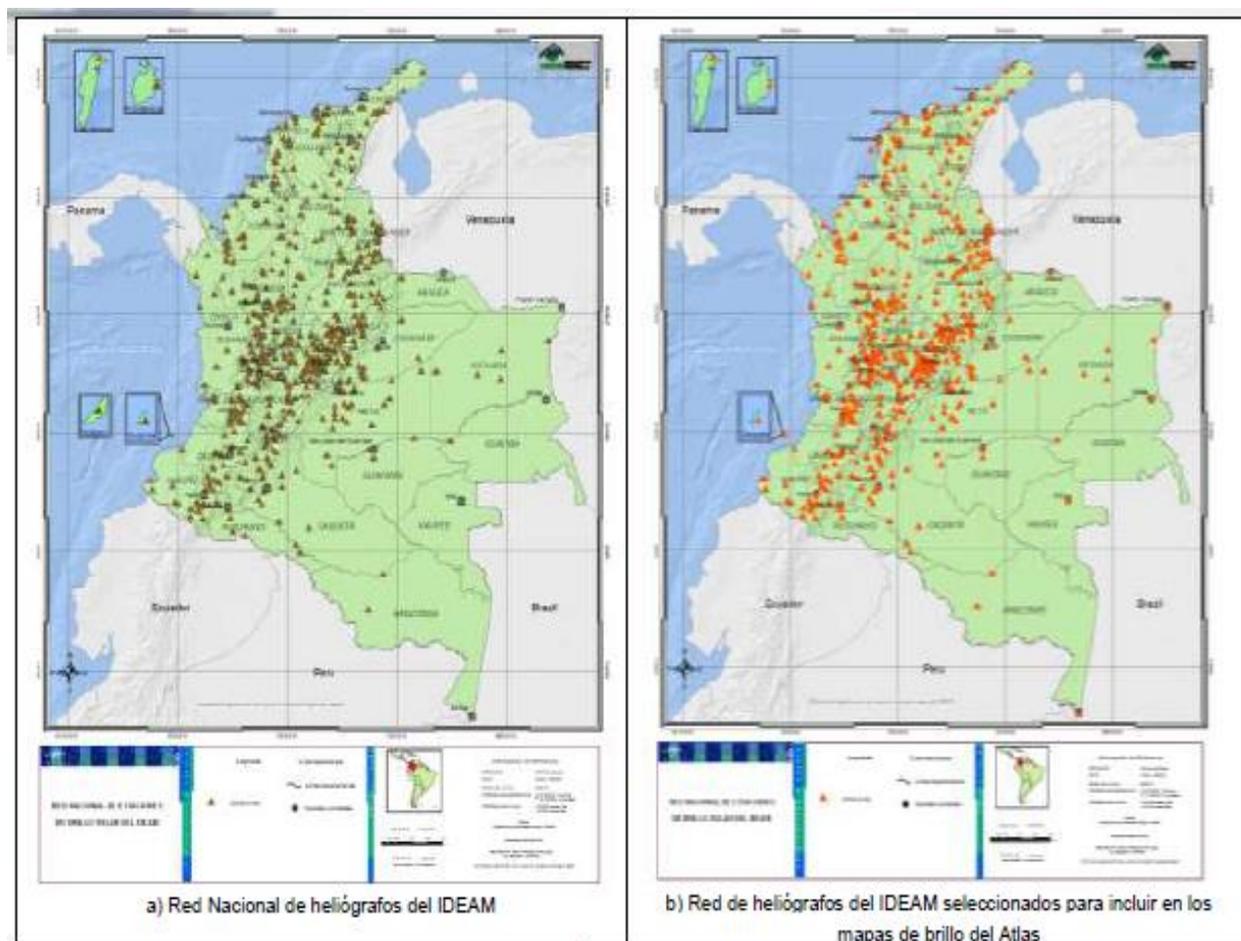


Figura 2. Evaluación de brillo solar para la ciudad de Girardot.

Fuente. (Instituto de Hidrología, 2014)

Con fines climatológicos, se utilizan expresiones tales como: “horas de sol día”, “Horas de sol efectivo en el día” u “horas de insolación diaria”. También se hace referencia a la duración de la insolación extraterrestre posible o a la duración de la insolación máxima posible (SDo y SDmax, respectivamente). (Instituto de Hidrología, 2014)

5.2 Marco Contextual

Con apoyo de la internet, se realizó una revisión bibliográfica sobre estudio ya realizados y relacionados con el proyecto planteado, factores que me permiten contextualizar el trabajo, con apoyo del método de investigación documental, ya que se requiere de un análisis de información contenida en la normatividad y que tenga relación con el proyecto y, entender cómo se están realizando estas instalaciones a nivel nacional y mundial.

5.2.1 Macro localización - Colombia (Girardot – Cundinamarca).

Girardot, por la ubicación geográfica en la que se encuentra tiene una ventaja primordial para el proyecto, la cual es gran cantidad de luz solar que recibe esta zona en el transcurso del año, una desventaja sería es que en Colombia apenas se está implementando la utilización de energías limpias como: la luz solar por medio de paneles ya que estos son relativamente costosos y muy pocas empresas los comercializan.

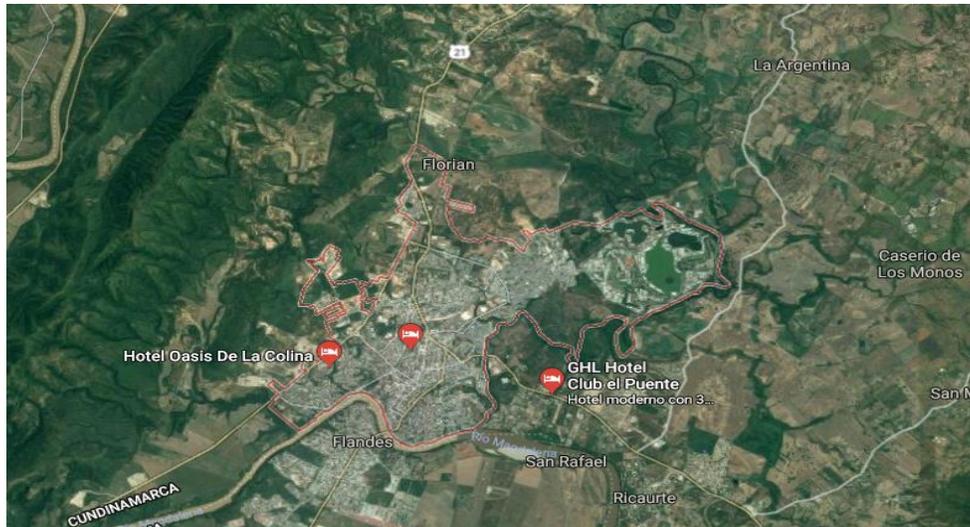


Figura 3. Macro localización de Girardot Cund

Fuente. (maps, 2018).

5.2.2 Micro localización Universidad Minuto de Dios (Bienestar Universitario).

La oficina se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas $4^{\circ}18'36.954''$ N y $74^{\circ}48'15.0264''$ W, lugar que también se identifica con la nomenclatura: carrera 12 con calle 10a en el barrio Rosa blanca, municipio de Girardot, la universidad Minuto De Dios tiene un acceso fácil, permite llegar en varios medios de transporte como: motocicleta, automóvil, rutas de buses y acceso peatonal. Además, la universidad cuenta con servicios públicos como: (acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, líneas de teléfono, internet y, recolección de basuras). (maps, 2018).

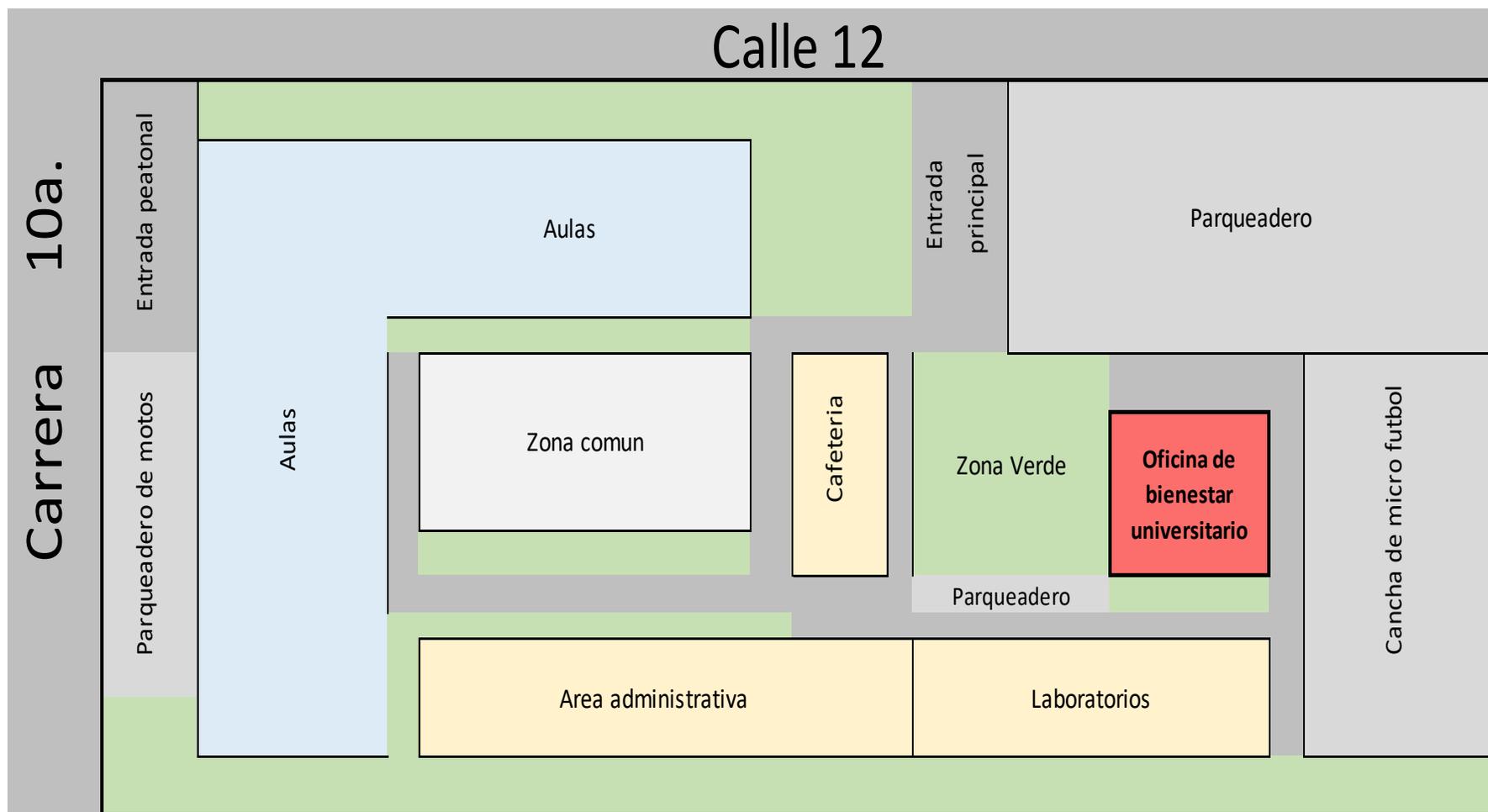


Figura 4. Micro localización de la oficina de bienestar universitario de la universidad Minuto De Dios Girardot Cund.

Fuente. El autor.

5.3 Marco Teórico

La energía limpia es un sistema de producción de energía con exclusión de cualquier contaminación o la gestión mediante la que nos deshacemos de todos los residuos peligrosos para nuestro planeta. Las energías limpias son, entonces, aquellas que no generan residuos. (Area, 2015)

La aquí descrita se encuentra en pleno desarrollo en dada nuestra preocupación actual por la preservación del medio ambiente y por la crisis de energías agotables como el gas o el petróleo. (Area, 2015)

Hay que diferenciar la energía limpia de las fuentes de energía renovables: la recuperación de esta no implica, forzosamente, la eliminación de los residuos. Utiliza fuentes naturales tales como el viento y el agua. Las fuentes más comúnmente utilizadas son la energía geotérmica, que utiliza el calor interno de nuestro planeta, la energía eólica, la energía hidroeléctrica y la energía solar, frecuentemente utilizada para calentadores solares de agua. (Area, 2015)

Un tema importante a tener en cuenta es la inmensa preocupación que se está produciendo por los altos costos sociales, ya que se van haciendo cada vez más elevados, así como los costos medioambientales asociados a la energía convencional, a la energía nuclear y a los combustibles

fósiles, sin ninguna duda, esta preocupación de todas las naciones beneficia a las energías limpias y puras.

Existen energías limpias y puede ser que éstas no sean energías renovables. El gas natural, si bien no produce una enorme contaminación, contamina mínimamente. (Area, 2015)

A continuación, se relacionan algunas de las principales energías limpias de nuestro planeta, todas ellas están relacionadas con los principales cuatro elementos: el aire (energía eólica), el agua (energía hidráulica/hidroeléctrica), el fuego (sol, energía solar) y la tierra (energía geotérmica). (Area, 2015)

5.3.1 Energía Eólica.

La energía eólica produce energía, principalmente eléctrica, a partir del viento a través de aerogeneradores. Estos generadores provocan un movimiento en unas turbinas que son las que producen energía eléctrica, están constituidos sustancialmente por dos partes: una parte mecánica, que tiene el propósito de transformar la fuerza del viento, y una parte electromecánica que provoca la transformación del movimiento rotativo en energía eléctrica. el 5% del consumo eléctrico mundial se produce en centrales eólicas (en España el porcentaje sube hasta el 20%). (Area, 2015)

5.3.2 Energía Hidráulica / Hidroeléctrica.

Produce energía gracias al agua, aprovechando la energía cinética de mareas o corrientes. Esta forma de producir energía lleva siglos produciéndose, primero a pequeñas escalas con molinos de agua, ahora en grandes proporciones gracias a las centrales hidroeléctricas. (Area, 2015)

Los costos de la energía producida de esta manera permanecen además entre los más bajos y la misma energía puede producirse continuamente de una manera completamente natural. Esto se debe a que los costos de mantenimiento y operación también son relativamente bajos una vez que se construye la central eléctrica. (Area, 2015)

Es un tipo de energía limpia con numerosas ventajas como por ejemplo que es una fuente de energía absolutamente limpia y de cero emisiones, incluso el entorno que rodea a una planta hidroeléctrica es generalmente limpio, sin contaminación del aire. Sin embargo, también se conocen algunas desventajas como: una planta hidroeléctrica, por ejemplo, no puede construirse en ningún lugar porque se necesitan elementos contingentes en el territorio. (Area, 2015)

5.3.3 Energía Solar.

Es la que proviene de la radiación del sol. La energía solar puede aprovecharse de diferentes maneras: para producir calor, (calentar agua), para producir electricidad, la energía solar es una energía renovable y totalmente limpia. (Area, 2015)

❖ **Solar térmica:** La 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 y por conversión fotovoltaica. (Area, 2015)

❖ **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. (Area, 2015)

❖ **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). Esta es una energía no contaminante y proporciona energía barata, presenta algunos inconvenientes como: es una fuente energética intermitente, ya que depende del clima y del número de horas de sol al año. Además, su rendimiento energético es bastante bajo. (Area, 2015)

❖ **Solar Fotovoltaico:** Los procesos fotovoltaicos se llevan a cabo con paneles fotovoltaicos, que toman la luz del sol y la convierten en electricidad. El componente elemental del generador es la célula fotovoltaica en la que se produce la conversión de la radiación solar en corriente eléctrica. Consiste en una delgada porción de material semiconductor, generalmente silicio. Discutiremos esto con más detalle a continuación. (Area, 2015)

❖ **Termodinámica solar:** Las plantas de energía solar concentradas, generalmente referidas como CSP (Energía Solar Concentrada), son una de las tecnologías más recientes para la explotación de energía solar. La tecnología CSP aún no está completamente madura, pero tiene su punto fuerte en la posibilidad de suministrar electricidad independientemente del recurso. (Area, 2015)

❖ **Energía geotérmica:** Se produce a través de la extracción de calor del interior de la tierra. Se puede extraer el calor de los fluidos o de yacimientos en seco (magma). La temperatura aumenta a medida que nos acercamos al interior de la tierra, por lo que dependiendo de la profundidad de extracción se obtendrá más o menos energía. Así, se puede conseguir energía desde para poner un suelo radiante hasta para poner una planta eléctrica. (Area, 2015)

Típicamente, por su naturaleza, la tierra tiene un gradiente térmico que aumenta en promedio 3°C cada 100 metros de profundidad; cuanto más se profundiza, más aumenta la temperatura, la principal ventaja es que es una fuente de energía renovable y, por lo tanto, limpia, que no implica daño y contaminación al medio ambiente. También permite el reciclaje de residuos, lo que resulta en ahorros. Otra ventaja es su disponibilidad. Entre los inconvenientes, encontramos que las plantas geotérmicas producen un olor desagradable, y esto genera problemas para quienes viven cerca. Otra posible desventaja es el impacto del paisaje con estas plantas. (Area, 2015)

❖ **Energía mareomotriz:** La energía mareomotriz se produce gracias al movimiento generado por las mareas, esta energía es aprovechada por turbinas, las cuales a su vez mueven la

mecánica de un alternador que genera energía eléctrica, finalmente este último está conectado con una central en tierra que distribuye la energía hacia la comunidad y las industrias. (Area, 2015)

Al no consumir elementos fósiles ni tampoco producir gases que ayudan al efecto invernadero. Se le considera una energía limpia y renovable. Dentro de sus ventajas el ser predecible y tener un suministro seguro con potencial que no varía de forma trascendental anualmente, solo se limita a los ciclos de marea y corrientes. (Area, 2015)

La instalación de este tipo de energía se realiza en ríos profundos, desembocaduras (estuarios) del río hacia el océano y debajo de este último aprovechando las corrientes marinas. Participante de este efecto son el sol, la luna y la tierra. Siendo la más importante en esta acción la luna, por su cercanía, esta desigual atracción que produce la Luna sobre la Tierra es la que provoca las Mareas en el mar. Como la Tierra es sólida, la atracción de la Luna afecta más a las aguas que a los continentes, y por ello son las aguas las que sufren variaciones notorias de acuerdo a la cercanía de la Luna, existen tres métodos de generación los cuales se relacionan a continuación: (Area, 2015)

❖ **Generador de la corriente de marea:** Los generadores de corriente de marea hacen uso de la energía cinética del agua en movimiento a las turbinas de la energía, de manera similar al viento (aire en movimiento) que utilizan las turbinas eólicas. Este método está ganando popularidad debido a costos más bajos y a un menor impacto ecológico en comparación con las presas de marea. (Area, 2015)

- ❖ Presa de marea.

- ❖ Energía mareomotriz dinámica. (Area, 2015).

5.4 Marco Conceptual

5.4.1 Descripción de los elementos utilizados en el proyecto.

5.4.1.1 Panel Solar Fotovoltaico Policristalino.

Es un conjunto de células fotovoltaicas que se encuentran directamente interconectadas y encapsuladas como un único módulo dentro de un material que las protege de los efectos de la intemperie. Estos dispositivos lo que hacen es recoger la energía térmica o fotovoltaica del sol y convertirla o transformarla en un recurso que puede emplearse para producir electricidad.

Las celdas de estos paneles solares pueden estar construidas con silicio o arseniuro de galio. Para funcionar, deben estar en contacto directo con los rayos del sol. Gracias a la energía solar producida por los paneles es posible desde movilizar un automóvil hasta cocinar alimentos o iluminar un ambiente. Alemania, Italia, Japón y Estados Unidos están entre los países con mayor cantidad de paneles solares instalados y, por lo tanto, con mayor capacidad para generar energía solar



Figura 5. Panel solar de 130W Policristalino

Cuadro 2. Especificaciones técnicas del panel solar (Policristalino)

Instalación del sistema fotovoltaico con batería de 12 V - 55 Ah respaldo para una potencia de 414 W/h	
El proyecto podrá estar compuesto por diferente cantidad de paneles de acuerdo a l potencia que se utilice.	
Potencia del panel	Cantidad
130W	1
El panel de conexión a red tiene las siguientes especificaciones	
Potencia nominal	130 W/h
Eficiencia del modulo	Superior al 15%
Tipo de célula	Policristalino
peso del panel solar	Inferior a 20 Kg
Dimensiones	1640 mm x 992 mm x 40 mm
Marco del panel	Aleación de aluminio anodizado /Plata
Vida útil	25 - 30 Años

5.4.1.2 Inversor de voltaje

Es un dispositivo que convierte la corriente directa o continua CD en corriente alterna CA. La corriente continua es posible almacenarla, pero al transmitirla se pierde la energía, por lo que se requiere un cable de buen calibre.



Figura 6. Inversor de 1500W

5.4.1.3 Controlador o regulador de carga de 20 A.

El controlador de carga es un regulador de alta eficiencia, capaz de gestionar de forma automática y segura la energía desde el panel solar para el propósito de la carga de la mejor manera la batería de almacenamiento. La gestión de la carga se lleva a cabo a través de un microcontrolador programado para medir y leer continuamente los valores de voltaje y de corriente de salida del panel y por medio de un algoritmo llamado subida de pendiente



Figura 7. Controlador o regulador de carga de 20A

5.4.1.4 Batería de almacenamiento de 12 v / 55 A.

Es un artefacto que acumula energía a través de procesos electroquímicos. las baterías, también son conocidas como acumuladores, trabajan como generadores secundarios de electricidad ya que su funcionamiento depende de una carga eléctrica previa, para el proyecto se utilizó una batería de Litio o de descarga profunda.



Figura 8. Batería De Litio (Descarga Profunda) De 12 V / 55 A

5.4.2 Elementos que se requieren en la instalación de paneles solares.



Figura 9. Elementos necesarios para producir energía por medio de un panel solar

5.5 Antecedentes

Hoy en día, el uso de la energía solar se volvió más común y con mayor cantidad de aplicaciones en todo el mundo. El aprovechamiento de la energía del sol no es nuevo, pero la tecnología de los paneles solares sí es bastante moderna. Se considera al físico Alexandre Edmond Becquerel como uno de los primeros en reconocer el efecto fotovoltaico en 1839, ya que el estudio de la energía fotovoltaica, electricidad y la óptica generando importantes aportes científicos.

La primera celda solar fue diseñada y construida en 1883 por Charles Fritts con una eficiencia del 1%, la cual utilizaba como semiconductor el selenio con una capa delgada de oro. Como su costo era alto no se utilizó para generar electricidad sino para otros fines.

La energía solar para uso doméstico aparece en 1970 en una calculadora y algunos pequeños paneles para el techo. Recién en los años 80 se van conociendo más aplicaciones de la energía solar y se comienzan a utilizar en los techos de granjas y áreas rurales. Con la mejora de la eficiencia energética de los paneles solares y la disminución del costo hacen que sean más utilizados tanto en zonas rurales como urbanas y para actividades comerciales, así como también en viviendas particulares.

La generación de electricidad con energía solar empleando sistemas fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural, en donde los altos costos de generación originados principalmente en el precio de los combustibles, y los costos de operación y mantenimiento en las distantes zonas remotas, hacen que la generación solar resulte más económica en el largo plazo y confiable. Estas actividades surgieron con el Programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom a comienzos de los años 80, con la asistencia técnica de la Universidad Nacional. En ese programa se instalaron pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (Wp: vatio pico) para radioteléfonos rurales y ya en 1983 habían instalados 2950 de tales sistemas. El programa continuó instalando estos sistemas y pronto se escaló a sistemas de 3 a 4 kWp para las antenas satelitales terrenas.

Muchas empresas comenzaron a instalar sistemas para sus servicios de telecomunicaciones y actualmente se emplean sistemas solares en repetidoras de microondas, boyas, estaciones remotas, bases militares, entre otras aplicaciones. Estos sistemas son hoy esenciales para las telecomunicaciones rurales del país. (Rodríguez Murcia, 2017, pág. 84).

5.6 Marco Legal

En el año 2014, fue aprobada por el Congreso de la República de Colombia la Ley 1715, "Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional". A través de esta Ley se expide el marco normativo colombiano para la promoción y desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia. A la fecha el Gobierno y las entidades delegadas por la Ley para su reglamentación han expedido las siguientes normas:

5.6.1 Normatividad emitida por el Icontec.

El Icontec ha publicado un número relativamente amplio de normas sobre energía solar, la mayor parte de ellas enfocadas en procedimientos para realizar ensayos en estos sistemas. A continuación, se presenta un breve resumen de cada norma técnica colombiana, agrupándolas de acuerdo a su contenido: terminología, mediciones y ensayos, sistemas solares para calentamiento de agua, sistemas fotovoltaicos, eficiencia energética y especificaciones (Álvarez Álvarez & Serna Alzate, 2012, pág. 2).

5.6.2 Terminología.

Cuadro 3. Normatividad expedida por el Icontec.

Ítem	Fecha de expedición	Definición
1	NTC 1736 /2005	Energía Solar, Definiciones y Nomenclatura
2	NTC 2775/2005	Energía solar fotovoltaica. terminología y definiciones

5.6.3 Mediciones y Ensayos.

Esta norma describe los procedimientos de medida de la característica corriente-voltaje para celdas solares de silicio cristalino, empleando luz natural o simulada, la norma establece:

Cuadro 4. Normatividad expedida por el Icontec.

Ítem	Fecha de expedición	Definición
3	NTC 5513 (29/8/2007)	Dispositivos fotovoltaicos parte 1: medida de la característica intensidad tensión de los módulos fotovoltaicos
4	NTC 5678/24/6/2006	Campos fotovoltaicos de silicio cristalino medida en el sitio de características i-v
5	NTC 5512/29/8/2012	Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos

5.6.4 Normatividad Internacional.

Un buen número de las normas técnicas que se han tratado hasta aquí han tomado por referencia la norma europea de la International Electro Technical Commission – IEC, que cuenta con un comité dedicado a emitir normas internacionales sobre sistemas de energía solar (el comité TC 82).

6. METODOLOGÍA

Para la ejecución del proyecto, se utilizó el método de investigación documental, ya que se requiere del análisis de información contenida en la normatividad y que tenga relación con el tema del proyecto, de igual manera y tomando como apoyo la internet, se realizó una revisión bibliográfica sobre estudio ya realizados y relacionados con el tema planteado, factores que permiten contextualizar el trabajo, y en especial entender cómo se están realizando las instalaciones a nivel nacional, ya que esta tecnología va evolución casi a diario.

6.1 Tipo de investigación

En ningún momento se puede desconocer que aparte del método de investigación documental, se requiere una parte analítica, descriptiva y practica (instalación del proyecto inicialmente planteado).

6.2 Alcance

El proyecto consistente en implementación de un recurso renovable mediante el uso de un panel solar, sobre la placa maciza de un área construida y en la cual presta sus servicios la oficina de bienestar universitario, de universidad Minuto De Dios, sede Girardot, ubicada en el barrio Rosa Blanca, en esta oficina, se dejan funcionando los equipos de cómputo, se implementó el uso de luminarias led, elementos que van a funcionar siempre y cuando no se exceda la carga inicialmente planteada al momento de dar inicio al proyecto.

6.3 Limitaciones

Como novedad y debido a que es un proyecto piloto y por políticas internas de la universidad Minuto De Dios, sede Girardot, se ordenó el cambio de sede de la oficina de bienestar universitario para la sede García Herreros (otro lugar fuera de la universidad), ocupando el espacio de esta oficina radio y televisión, quienes cuentan con otros equipos totalmente diferentes a los relacionados cuando se realizó el cálculo de carga en la oficina de bienestar universitario.

Adicional a esto por parte de la universidad no se autorizó la manipulación de las redes existentes (tomacorrientes, aires acondicionados y luminarias) por tal motivo la implementación del sistema de energía solar se distribuyó mediante extensiones, de esta forma se ponen en funcionamiento cuatro (4) equipos de cómputo y una luminaria LED de dos (2) tubos. El desarrollo del proyecto tendrá una duración aproximada de 3 meses.

6.4 Fuentes de investigación

El proyecto se realiza a través de fuentes secundarias (pero con datos de fuentes primarias), y el origen serán en su mayoría páginas y portales de internet.

6.5 Técnicas de investigación

Para el proyecto de investigación se utilizó como técnica o procedimiento la revisión documental, la cual consiste en realizar una revisión de la información (documentos) que tengan relación con el proyecto que se encuentra ubicado en la oficina de bienestar universitario en la universidad Minuto De Dios, sede Girardot.

La población objeto (primeros beneficiarios) motivo de estudio y, para el proyecto es la “Universidad Minuto De Dios” personal que labora en la oficina y de forma pasiva toda la comunidad.

Cuadro 5. Acciones desarrolladas durante el proyecto.

Objetivos	Actividad	Fuente	Técnica empleada	Resultado
Definir cuál es el tipo de energía limpia más adecuado para ser implementado en la oficina de bienestar universitario de la universidad Minuto De Dios, sede Girardot	Realización de consultas, con apoyo de la internet	Páginas Web y especializadas en energías limpias o alternativas. Base de datos del Ministerio del medio ambiente, páginas de: ISAGEM y EEPM	Se realizó revisión de documentos obtenidos de internet	Documento resumen sobre tipos de energía limpia
Realizar un análisis de viabilidad y factibilidad del sistema de energía limpia basada en paneles solares para la oficina de bienestar universitario de la universidad.	Consulta por internet, análisis de la información obtenida	Consulta en páginas Web, especializadas en energías limpias o alternativas	Se realizó revisión de documentos obtenidos de internet	Documento resumen sobre viabilidad de utilización de paneles solares
Describir los componentes del sistema de energía limpia generada por la utilización de paneles solares	Realización de consultas, con apoyo de la internet	Consulta en páginas Web, especializadas en energías limpias o alternativas	Se realizó revisión de documentos obtenidos de internet	Documento resumen

Fuente. El autor.

7. DISEÑO COMPROBATORIO

Para realizar el proyecto consistente en convertir la energía solar a energía eléctrica, mediante la implementación de un panel solar, se escogió como sitio de prueba, la oficina de Bienestar universitario.

Por políticas internas de la universidad, fue escogida dicha oficina teniendo en cuenta los siguientes factores: debido a que la oficina de Bienestar universitario se encuentra en una zona alejada al área principal (aulas, laboratorios y área administrativa entre otros) y maneja un circuito eléctrico aparte, la demanda eléctrica es menor con relación al bloque en donde se encuentran las aulas, laboratorios o área administrativa, lo que facilita la ejecución del proyecto (Prueba piloto) y en caso de que llegase a ocurrir algún siniestro de tipo eléctrico, el daño eléctrico causado tendría menos repercusiones, al contar con la autorización se procede a realizar un censo de carga, para determinar las cargas que van a ser instaladas en el nuevo suministro de energía eléctrica.

Como resultado del estudio se establece la siguiente tabla, en donde se plasma la carga que, en el momento de la medición, tenía la oficina de Bienestar Universitario.

Cuadro 7. Cargas bienestar universitario.

CTO	Descripción	P/Unit (W)	Cantidad	P/Total	FP	P. Apa. V.A.	I_n A
1-2	A.A Mini Split	1500	1	1500	0,95	1579	7,6
3-4	A.A Ventana	746	1	746	0,85	878	4,2
3	PC Escritorio Lenovo	197	2	394	0.95	415	3.45
4	Lámparas Tubo Fluorescentes	78	2	156	0.5	312	2,6
4	Nevera de oficina	160	1	160	0,95	168	1,4

Fuente. El autor.

Después de hecho el cuadro de carga y, analizando que los aires acondicionados y nevera no son adecuados para instalarles sistemas de generación de energía basadas en energía solar (Debido que al momento del arranque exigen mucha corriente), se decidió que solamente se alimentaría lo que corresponde a computadores, inclusive en lo referente a la iluminación con tubos fluorescentes que está instalada en el momento, será reemplazada por iluminación LED.

Cuadro 8. Variables e indicadores de la suma de las cargas.

Descripción	Potencia - W	P. Aparente	I_n
PC Escritorio Lenovo	394	415	3.45
Lámparas Tubos Fluorescentes	156	312	2,6
Totales	350	727	6.05

Fuente. El autor.

Cuadro 9. Cargas oficina de Bienestar Universitario.

Descripción	Potencia - Wh	P. Aparente	I_n	Horas/día	Wh/d
PC Escritorio Lenovo	394	415	3.45	10	3940
Lámparas Tubos LED	20	21	0.18	10	200
Totales	414	436	3.63		4.140

Fuente. El Autor.

7.1 Procesos y procedimientos

Rendimiento de la instalación 75%

Total, consumos por día estimados (Cde) = 4140 Wh / día

Aplicamos un rendimiento de la instalación del 75% para calcular la energía total necesaria para abastecer la demanda:

Total, energía necesaria (Ten) = $Cde / 0,75 = 4140 Whd / 0,75 = 5520 Whd$

Rendimiento de trabajo del panel = 0.9

Potencia pico del pane(18 V × 8.038) ≈ 145 W

*# Páneles = (energía necesaria) / (HSP × rendimiento de trabaj
× potencia pico del módulo)*

$$\# \text{ P\`aneles} = 5520 / (5,5 \times 0,8 \times 145) = 8,65 \approx 9$$

Este c\`alculo ser\`ia si no tuvi\`eramos un soporte adicional como la bater\`ia.

Para la bater\`ia los c\`alculos ser\`ian los siguientes:

$$P_{TB} = V \times I = 12V \times 55A; 660Wh$$

$$P_{TBD} = P_{TB} \times 10h = 6600Wh/d\`ia$$

Como a plena carga (Escogida) se tiene un consumo de 5520 Whd

$$P_R = P_{Tbd} - P_R; P_R = 6600 Whd - 5520 Whd$$

$$P_R = 1080 Whd$$

$$E_{panel} = I_{panel} \cdot V_{panel} \cdot HSP \cdot 0,9 [Whd]$$

$$E_{panel} = 8,038 A \times 18 V \times 12hd \times 0,9 = 1,566 [Whd]$$

$$E_S = E_{panel} + P_R; E_S = 1,566 Whd + 1,080 Whd = 2,646 Whd$$

Para alimentar la carga completa que es de: 5520 Whd se necesitar\`ia de 2 paneles m\`as

El inversor de fase debe cumplir con la condici\`on de poder suministrar la suficiente energ\`ia para satisfacer las necesidades.

$$EE_{INV} = E_{INV} * 0,8; EE_{INV} = 1.500 W * 0,8; EE_{INV} = 1.200 W$$

Lo cual está muy por encima de la potencia de consumo (414 W)

Nota: la instalación debe hacerse con una carga del 100% de la batería.

Debido a que se cambiaron las condiciones tanto de carga como de posibilidades de intervenir la red eléctrica existente, se optó por instalar un sistema de energía solar provisional para alimentar la carga reflejada en el siguiente cuadro

Cuadro 10. Cargas laboratorio de comunicaciones.

Cto	Descripción	P/Unidad (W)	Cantidad	P/Total	FP	P. Apa. V.A.	I_n A	hd	Whd
1	Pc Escritorio Apple de 27"	240	1	240	0,95	253	2.1	8	1.920
2	Pc Escritorio Apple de 21.5"	160	1	160	0,95	168	1.4	8	1.280
3	Lámpara LED de dos tubos	10	2	20	0.95	21	0.18	8	160
	Totales			420		610	5		3.360

Fuente. (Apple.com, 2018)

Con estos nuevos datos, hay que corregir los anteriores cálculos.

$$\text{Total, energía necesaria } (Ten) = Cde / 0,75 = 3360 \text{ Whd} / 0,75 = 4.480 \text{ Whd}$$

$$\text{Rendimiento de trabajo del panel} = 0.9$$

$$\text{Potencia pico del p panel}(18 \text{ V} \times 8.038 \text{ A}) \approx 145 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ P paneles} &= (\text{energía necesaria}) / (\text{HSP} \times \text{rendimiento de trabajo} \\ &\quad \times \text{potencia pico del módulo}) \end{aligned}$$

$$\# \text{ P paneles} = 4.480 / (5,5 \times 0.8 \times 145) = 7.02 \approx 7 \text{ paneles}$$

Este cálculo ser a si no tuviéramos un soporte adicional como la batería.

Para la batería los cálculos ser an los siguientes:

$$P_{TB} = V \times I = 12 \text{ V} \times 55 \text{ A}; 660 \text{ Wh}$$

$$P_{TBD} = P_{TB} \times 10 \text{ h} = 6600 \text{ Wh/día}$$

Como a plena carga (Escogida) se tiene un consumo de 420 Wh lo que me da un remanente de:

$$P_R = P_{Tbd} - P_R; P_R = 6.600 \text{ Wh/día} - 3.360 \text{ Whd}$$

$$P_R = 2.940 \text{ Whd}$$

$$E_{panel} = I_{panel} \cdot V_{panel} \cdot \text{HSP} \cdot 0,9 [\text{Whd}]$$

$$E_{panel} = 8.0388 A \times 18 V \times 12hd \times 0,9 = 1454 [Whd]$$

$$E_S = E_{panel} + P_R; E_S = 1.454 Whd + 2.940 Whd = 4.894 Whd$$

Que nos alcanza para suplir la caga total del siguiente día de 3.360 Whd

8. RESULTADOS

Se puede hacer énfasis en varios aspectos que se obtienen al implementar el sistema de paneles solares, ellos son:

- ❖ Las construcciones internas que conforman la universidad (oficinas, laboratorios, aulas, etc.) no se encuentran diseñada técnica y térmicamente, además no cuentan con un espacio adecuado y seguro para la ubicación de los elementos que conforman el sistema, de igual forma carece de los ductos para introducir los cables que bajan del panel solar al regulador, lo que genera un sobrecosto al momento de implementar el sistema.

- ❖ Al implementar el uso de energías alternativas amigables, como manera de reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los combustibles fósiles, contribuye con la preservación del medio ambiente.

- ❖ El mantenimiento del sistema de paneles solares tiene un costo mínimo, ya que lo único que se requiere es de limpiar cada tres meses el panel solar, con agua y una bayetilla.

- ❖ Se está produciendo la energía eléctrica, que se necesita, para lograr el óptimo funcionamiento de los equipos electrónicos a través de una fuente de energía renovable.

- ❖ Hace que la generación solar resulte más económica en el largo plazo ya que representa un ahorro en dinero en el lugar en que es implementado el sistema.

Cuadro 11. Costos de materiales utilizados en el proyecto.

Cantidad	U. medida	Materiales	V. unitario	Valor Total
1	unidad	Panel solar de 12V - 130W	\$ 325.000	\$ 325.000
1	unidad	Batería de litio de 12V - 55 Amp	\$ 350.000	\$ 350.000
18	m	Cable # 10, vehicular de 32 hilos	\$ 3.000	\$ 54.000
2	unidad	Terminales de ojo de 1/4"	\$ 500	\$ 1.000
1	unidad	Inversor de fase de 1500W	\$ 369.900	\$ 369.900
2	unidad	Extensión multi tomas	\$ 20.000	\$ 40.000
2	rollo	Cinta aislante de 10 m	\$ 2.000	\$ 4.000
1	unidad	Controlador de carga de 20 Amp	\$ 85.000	\$ 85.000
12	Docena	Chazos plásticos con tornillo de 1/4"	\$ 200	\$ 2.400
1	unidad	Bisturí pequeño	\$ 3.000	\$ 3.000
12	Docena	Grapas plásticas de 3/8"	\$ 250	\$ 3.000
1	unidad	Caja de breakers de sobreponer	\$ 18.000	\$ 18.000
2	unidad	Breakers de 10 A	\$ 15.000	\$ 30.000
1	unidad	Extensión de 5 m	\$ 45.000	\$ 45.000
1	unidad	Extensión de 3 m	\$ 29.000	\$ 29.000
2	unidad	Luminarias LED de 10W 110V	\$ 10.000	\$ 20.000
Valor Total:				\$ 1.379.300

Cuadro 12. Valor total para instalación de equipo de energía solar.

Ítem	Descripción	Valor total
1	Costos de materiales utilizados en el proyecto	\$ 1.379.300
2	Viáticos 2 personas (compra de equipo en Bogotá)	\$ 80.000
3	Combustible vehículo para desplazamiento y compra de equipos en Bogotá	\$ 120.000
4	Refrigerio personal instalador (2 días)	\$ 20.000

Ítem	Descripción	Valor total
5	Honorarios por servicio de instalación (2 días - 2 personas)	\$ 300.000
6	Servicio de taxi(local) para compra de accesorios requeridos para la instalación del sistema	\$ 10.000
	Valor del proyecto	\$ 1.909.300

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir del resultado que obtenido, se acepta la hipótesis alternativa general, consistente en la implementación de energías alternativas amigables con el ambiente, como manera de reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los combustibles fósiles.

El resultado que se obtuvo, guarda relación con las energías renovables, las cuales deberán desempeñar un papel fundamental en el futuro sistema energético en Colombia, en cuanto a producción de electricidad se trata, entre los cuales se encuentra algunos como: el transporte, calefacción y refrigeración, instituciones educativas, viviendas, oficinas, etc. Siendo el proyecto acorde con el procedimiento que se realizó.

10. CONCLUSIONES

❖ El consumo energético de la oficina de Bienestar universitario de la Universidad Minuto de Dios, sede Girardot se estableció en 414W, con el sistema implementado se logra suplir la demanda energética de la oficina, tanto así que, aun registrándose cambios inesperados de última hora, se implementó el sistema en la nueva oficina, cuyo consumo en tan solo algunos elementos electrónicos es de: 420W, lo que permitió que el sistema funcione sin inconvenientes.

❖ Determinar el panel solar idóneo para alimentar las cargas de diseño, teniendo en cuenta que los paneles solares producen energía eléctrica según su tamaño, eficiencia y cuánta luz solar reciban, en el mercado existen varias clases de paneles solares, aunque a simple vista todos son iguales en tamaño, en color, no lo son, la principal diferencia se refleja en la calidad, Monocristalino y Policristalino o multicristalino, (la diferencia radica en el proceso de transformación del mineral puede dar lugar a Silicio Monocristalino o Policristalino. Los paneles solares pueden ser fabricados a partir de estos dos tipos de Silicio), siendo los Policristalinos de mejor calidad, adicional a esto se diferencian en la cantidad de Vatios (W) que pueden generar, algunos producen 100W, 120W, 130W, 150W y hasta 1000W, dependiendo el uso que se les vaya a dar, para el proyecto se utilizó un Policristalino de 130W, él es proporcional al consumo de 414 Wh establecido en la oficina de bienestar universitario,

❖ Al valorar los beneficios económicos de la implementación del sistema diseñado, no se puede establecer claramente, ya que por políticas internas de la universidad no fue posible que acceder a los recibos de pago del servicio de energía de los últimos 2 años, para poder crear un

Histograma de consumos, lo que hubiese facilitado hacer un cuadro comparativo para establecer si se presentó alguna reducción en el consumo mensual en la oficina de bienestar universitario de la universidad Minuto De Dios, sede Girardot.

❖ Al ejecutar y evaluar el sistema diseñado se establece que el uso e implementación de esta energía trae consigo beneficios tanto: medioambientales, educativos, económicos y sociales. Pero también es cierto que el costo de inversión inicial es un poco alto y, que por medio del sol se logra mejorar la calidad de vida, a través de su transformación en electricidad, calor etc., en los lugares en que es implementado, una característica importante del sistema es la capacidad de almacenamiento de la energía en baterías para su futura utilización, cosa que no es posible con las otras formas de generación de energía, una de las aplicaciones más importantes del sistema es la electrificación de zonas rurales, en las cuales no es posible hacer llegar la red de energía eléctrica convencional. Es importante que consideremos el uso de energía alternativa para el desarrollo de sistemas electrónicos ya que de esta forma ayudamos a la preservación de nuestro medio ambiente mediante la utilización de sistemas de generación de energía con mínima contaminación; al mismo tiempo que damos la posibilidad a la población de gozar de un recurso que poco a poco se ha vuelto parte fundamental de nuestra vida diaria.

11. RECOMENDACIONES

Con la ejecución e implementación del proyecto se hace énfasis en que los diseñadores, ingenieros civiles, arquitectos y demás personas que intervienen en el ramo de la construcción, tomen conciencia de que se hace necesario incluir dentro del diseño de construcción, un espacio adecuado para la implementación de la energía solar, el espacio debería de estar ubicado entre la placa o cubierta y el cielorraso (una placa similar a la que se utiliza para ubicar los tanques plásticos de almacenamiento de agua). En los proyectos de vivienda se debe de tener en cuenta que también se debe dejar como alternativa, la tubería para poder realizar la instalación entre el panel solar y el regulador de energía, de igual forma a que se deje instalada una caja auxiliar de circuitos junto a la caja principal de circuitos, lo anterior con el fin de ahorrar costos al momento de realizar la compra del cable requerido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Álvarez, C. A., & Serna Alzate, F. J. (9 de Noviembre de 2012). *Normatividad sobre Energía Solar Térmica y Fotovoltaica*. Obtenido de <http://www.publicacionescidet.com/wp-content/uploads/2016/11/NORMATIVIDADenergiaSolar.pdf>

Apple.com. (3 de Enero de 2018). *Información sobre el consumo energético y la potencia térmica de la iMac*. Obtenido de <https://support.apple.com/es-co/HT201918>

Area, G. (19 de 07 de 2015). *Energías limpias*. Obtenido de <http://greenarea.me/es/92393/energias-limpias/>

Carlos Arturo Flórez Piedrahita, C. C. (2005). *Atlas de radiacion solar en Colombia*. Obtenido de <https://biblioteca.minminas.gov.co/pdf/Atlas%20de%20radiaci%C3%B3n%20solar%20Colombia.pdf>

Garcia, F. D. (31 de 05 de 2018). *Variables e indicadores de la oficina de bienestar universitario de la universidad Minuto De Dios Girardot Cund. Girardot*.

Hernández Vidal, J. (24 de Octubre de 2017). *MARCO JURÍDICO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA*. Obtenido de

<http://estudiolegalhernandez.com/noticias/marco-jur%C3%ADdico-de-las-energ%C3%ADas-renovables-en-colombia>

Instituto de Hidrología, M. y. (2014). *Indicadores y variables ambientales nacionales del IDEAM*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/condiciones-y-terminos-de-uso-de-la-informacion>

maps, G. (05 de 06 de 2018). *Ubicacion universidad Minuto De Dios Girardot Cundinamarca*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Uniminuto/@4.3102606,-74.8053382,18z/data=!4m5!3m4!1s0x8e3f28c75e0326e7:0x9366b274749f05b5!8m2!3d4.3102606!4d-74.8042439>

Peralta, R. E. (Marzo de 2011). *La energia solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/1085/LadinoPeraltaRafaelEduardo2010.pdf?sequence=1>

Rodríguez Murcia, H. (15 de Mayo de 2017). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12.pdf>

ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Poda de los árboles y aseo del sector



Soldadura de cable al panel solar



Instalación del regulador



Instalación de batería



Ubicación del panel solar



Datos del regulador (energía que produce el panel)



Datos del regulado (Voltaje de la batería)



Datos del regulador (temperatura)

ANEXO B. CD CON VIDEO