

**ESTUDIO DE VIABILIDAD OPERATIVA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR  
FOTOVOLTAICO PARA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA DE LA ESTACIÓN  
DE SERVICIO COOTRANSIGIGANTE LTDA.**

**Angel Humberto Hernández Urriago**

**Ingeniería Industrial**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA**

**NEIVA, JUNIO DE 2019**

**ESTUDIO DE VIABILIDAD OPERATIVA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR  
FOTOVOLTAICO PARA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA DE LA ESTACIÓN  
DE SERVICIO COOTRANSIGIGANTE LTDA.**

**Angel Humberto Hernández Urriago**

**Trabajo De Grado Para Lograr El Título  
De Ingeniero Industrial**

**Asesora**

**Jennifer Tovar Quintero**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA  
NEIVA, JUNIO DE 2019**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Neiva, Junio de 2019**

## **DEDICATORIA**

A toda mi familia, madre, padre y hermana por todo el apoyo que me brindaron en el proceso académico adelantado, sus consejos de ánimo han sido los principales forjadores de mis objetivos, su amor, entereza y voluntad me han permitido llegar a cumplir tan anhelado sueño.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo a Dios, por brindarme siempre su bendición y a toda mi familia, a nuestra docente por haber compartido sus conocimientos los cuales fueron claves para el desarrollo del presente proyecto, por su apoyo incondicional y por todo lo que me brindó para alcanzar esta meta.

## Tabla De Contenido

Resumen .....	10
Abstract .....	11
Introducción.....	12
1. Planteamiento Del Problema .....	13
2. Objetivos .....	14
2.1 Objetivo general .....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. Justificación.....	15
4. Marco Referencial .....	16
5. Marco Teórico .....	18
5.1 Importancia en la optimización de procesos .....	18
5.2 Energía solar fotovoltaica .....	19
5.3 Energías renovables.....	20
5.4 Aspectos positivos de la implementación de un modelo de energía fotovoltaica en una empresa en Colombia. ....	21
5.4.1 <i>Financieros.</i> .....	22
5.4.2 <i>Ambientales.</i> .....	23
6. Marco Contextual .....	24
7. Marco Metodológico .....	25
7.1 Investigación: Aplicada .....	25
7.2 Enfoque de la investigación: Tipo Mixto (cuantitativa y cualitativa) .....	25
7.2.1 <i>Fase 1.</i> .....	28
7.2.2 <i>Fase 2.</i> .....	28
7.2.3 <i>Fase 3.</i> .....	28
7.2.4 <i>Fase 4.</i> .....	28
8. Desarrollo Del Proyecto .....	29
8.1 Análisis de la demanda de energía que requiere la empresa Cootransgigante Ltda para su operación.....	29
8.1.1 <i>Áreas operativas.</i> .....	29
8.1.2 <i>Áreas administrativas.</i> .....	30
8.1.3 <i>Elementos de consumo.</i> .....	31
8.1.4 <i>Zona de monta llantas.</i> .....	34
8.1.5 <i>Oficina de transporte operaciones.</i> .....	36
8.1.6 <i>Bodega.</i> .....	37
8.1.7 <i>Zona de abastecimiento de combustible.</i> .....	38

8.1.8	Áreas administrativas. ....	39
8.1.9	Auditorio.....	44
8.2	Proyección de la demanda requerida por Cootransgigante LTDA, y definición de la capacidad requerida: .....	48
8.3	Realizar un análisis del recurso solar disponible en la zona de implementación del sistema de energía solar fotovoltaica y la viabilidad para su captación.....	51
8.4	Análisis del recurso solar disponible en la zona y la viabilidad para su captación .....	58
8.4.1	Calculo solar. ....	62
8.4.2	Datos para utilizar.....	62
8.5	Investigación de costos, evaluación de las cotizaciones y definición de la propuesta más viable de implementación. ....	64
8.6	Descripción de los equipos.....	69
8.7	Realizar análisis coste beneficio de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica. ....	71
8.7.1	Análisis recuperación de la inversión mediante VPN y TIR. ....	71
9.	Glosario .....	73
10.	Cronograma .....	75
11.	Conclusiones.....	77
12.	Recomendaciones.....	79
	Referencias .....	80

## Listado De Tablas

Tabla 1. Tabla comparativa estimación de consumos. ....	48
Tabla 2. Definición capacidad requerida .....	50
Tabla 3 Promedio de horas sol día Estación Gigante Fuente IDEAM .....	57
<b>Tabla 4.</b> Energía diaria consumida.....	61
<b>Tabla 5.</b> Factor de energía.....	61
Tabla 6. Valor consumo energía eléctrica año 2018.....	71
Tabla 7. Costo – Beneficio.....	72

## Listado De Figuras

Figura 1. Refrigerador tipo pantalla 185W .....	31
Figura 2. Refrigerador tipo pantalla 400W .....	32
Figura 3. Congelador de compuerta deslizante 715W .....	32
Figura 4. Televisor de marca SONY de 32' .....	33
Figura 5. Tubos halógenos de 36 W marca Philips .....	33
Figura 6. Compresor WINDING WIRE .....	34
Figura 7. Maquina monta llantas .....	34
Figura 8. Bombillo led de 12 W.....	35
Figura 9. Mangueras de aceite y agua.....	35
Figura 10. Compresor POWER SPRAYER .....	35
Figura 11. Computadores portátiles marca TOSHIBA.....	36
Figura 12. Impresora marca RICOH Aficio MP301.....	36
Figura 13. Plafones cuadrados con tecnología LED de 18 W .....	37
Figura 14. Computador portátil marca LG .....	37
Figura 15 Luminarias halógenas marca Philips.....	38
Figura 16. Surtidores de combustible .....	39
Figura 17. Plafones redondos con tecnología LED .....	39
Figura 18. Computador portátil marca TOSHIBA .....	40
Figura 19. Computador marca JANUS.....	40
Figura 20. Impresora marca Aficio MP4001 .....	41
Figura 21. Aire acondicionado marca Samsung .....	41
Figura 22. Plafones tubos con tecnología LED de 18 W .....	42
Figura 23. Computador marca Pavilion .....	42
Figura 25. Computador marca LENOVO.....	43
Figura 24. Computador marca ACER.....	43
Figura 26. Computador portátil marca ASUS.....	43
Figura 27. Aire acondicionado marca Samsung .....	44
Figura 28. Luminarias tipo tubo halógeno con tecnología LED.....	44
Figura 29. Televisor marca LG.....	45
Figura 30. Aire acondicionado marca TRANE.....	45
Figura 31. Aire acondicionado marca KOLER.....	45
Figura 32. Luminarias tipo tubo halógeno con tecnología LED.....	46
Figura 33. Factura electro Huila Consumos Cootransgigante LTDA (1).....	47
Figura 34. Factura electro Huila Consumos Cootransgigante LTDA (2).....	47
Figura 35. Evolución consumo energía eléctrica anual. ....	49
Figura 36 Estaciones meteorológicas región andina fuente IDEAM.....	53
Figura 37 Estación Meteorológica Gigante Huila Fuente IDEAM .....	54
Figura 38 Distribución Brillo solar medio en el Huila Fuente IDEAM .....	55
Figura 39. Herramienta de consulta RETS CREEN Fuente de Minister of Natural resorces 1997 – 2019.....	58
Figura 40. Datos estadísticos Radiación solar diaria horizontal Fuente de Minister of Natural resorces 1997 – 2019. ....	59
Figura 41. Gráfico de datos recurso solar disponible en la zona Fuente de Minister of Natural resorces 1997 – 2019. ....	60

Figura 42. Horas pico de sol diaria en el Departamento del Huila dato estadístico obtenido por parte de IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.....	63
Figura 43 Cotización empresa TECNOVIDA C&V S.A.S .....	65
Figura 44. Cotización empresa ECO SMILE Ingeniería sostenible .....	66
Figura 45 Panel Solar Mono cristalino JINKO 340W .....	69
Figura 46 Inversor monofásico On-Grid Gela – Gener .....	69
Figura 47 Kit paralelo 5KVA .....	69
Figura 48 Transformador de aislamiento puro de 15 KVA .....	70
Figura 49 Cajas de protección sistema 50X40X20.....	70
Figura 50 Cables reticulados de haz de electrones con doble aislamiento .....	70
Figura 51 Cable N°10 cobre 7 hilos .....	70

## **Resumen**

El desarrollo del presente proyecto aplicado pretende establecer la viabilidad operativa en la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico en la estación de servicio Cootransgigante LTDA, teniendo en cuenta la demanda de energía que requiere para su funcionamiento, logrando desarrollar un enfoque de gestión de costos que permita a la empresa una operación más eficaz atendiendo los requerimientos económicos que marcaran un beneficio fundamental dentro del flujo de caja en sus asientos contables, así mismo adoptar una cultura que traiga consigo beneficios para el medio ambiente.

De igual manera se evalúa el costo que se debe incurrir en la instalación del sistema fotovoltaico, donde se establecen los recursos que se deben invertir y la recuperación del dinero aportado a este proyecto en el tiempo, evaluando la relación costo beneficio que se genera para la empresa en términos de eficiencia en el futuro y además su contribución con el medio ambiente al utilizar energía generada a partir de recursos renovables.

De este modo se evaluará como la implementación de un sistema de energía alterna al sistema que se tiene actualmente, contribuirá a mejorar las inversiones y todos aquellos egresos para las operaciones de la empresa, permitiendo una mejor eficiencia en la obtención de utilidades que permita la recuperación de la inversión, también evaluando el impacto positivo sobre el medio ambiente evitando el uso de energía producida a través de recursos no renovables.

## **Abstract**

The development of this applied project requires establishing the operational viability in the implementation of a photovoltaic solar energy system at the Cootransgigante LTDA service station, taking into account the energy demand required for its operation, managing to develop a cost management approach which allows the company a more efficient operation attending to the economic requirements that mark a benefit for the company, as well as adopting a culture that brings benefits for the environment.

Likewise, the cost that must be incurred in the installation of the photovoltaic system is evaluated, where the resources that must be invested and the recovery of the money contributed to this project can be modified over time, evaluating the cost-benefit ratio that is generated for the company in terms of efficiency in the future and also its contribution to the environment by using energy generated from renewable resources.

In this way, it will be evaluated as the implementation of an alternative energy system to the system that is currently available, will contribute to improve the costs and operating costs of the company, may improve efficiency in obtaining utilities that allow the recovery of the investment, also evaluating the positive impact on the environment avoiding the use of energy produced through non-renewable resources.

## **Introducción**

El avance de la sociedad ha venido conquistando enormes desafíos tecnológicos producto de cada una de las necesidades y expectativas de las personas y en este caso específico las empresas, quienes buscan ser competitivas para ser susceptibles a los diferentes cambios que se presentan en la actualidad, debido a esto se crea la idea del proyecto: Estudio de Viabilidad Operativa de un Sistema de Energía Solar Fotovoltaico para la Sostenibilidad Energética de la Estación de Servicio Cootransgigante Ltda.

Dentro de los aspectos fundamentales de este proyecto se tiene catalogado el reemplazo del consumo de energía eléctrica convencional por medio de la instalación de módulos de abastecimiento energético con celdas solares, tomando como referencia los distintos consumos a los cuales se le atribuyen los aspectos técnicos, operativos y económicos, los cuales requiere la empresa para el normal desarrollo de sus operaciones.

Por medio de las fuentes de información obtenida se pretende desarrollar un análisis que nos dé como resultado, el aprovechamiento de la energía solar en toda su eficacia, teniendo en cuenta que es un recurso inagotable fundamental para disminuir el consumo de energía eléctrica, la cual forma parte de los combustibles fósiles que intentan contribuir a mejorar las condiciones en cuanto aspectos tecnológicos que utilizan las empresas para prestar el servicio al cliente, abastecer las necesidades energéticas que sean menos propensas a afectar el medio ambiente, y disminuir costos que representan los altos consumos de energía eléctrica convencional, de tal manera que se logre evidenciar optimizar procesos, ahorrar recursos y la organización de equipos en la empresa.

## **1. Planteamiento Del Problema**

El valor elevado de la energía eléctrica en Colombia es bastante superior a los de la mayoría del resto de países en el mundo, ya que se ha evidenciado un aumento en los costos en un 11% de acuerdo a lo que explica la doctora María Luisa Chiappe, presidenta del gremio de consumidores de energía Asoenergía, lo que implica invertir demasiado capital en un recurso que es necesario para llevar a cabo las operaciones en la estación de servicio Cootransgigante LTDA del municipio de Gigante Huila, ya que es un recurso que al considerarse indispensable para cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la empresa, puede aumentar en gran manera los costos en la producción, representando hasta un 25% de capital invertido, lo que resta competitividad a la organización, ya que requiere de esta fuente de transmisión para la operación de los diferentes equipos con los cuales se presta el servicio al cliente.

Por tal motivo, lo que se busca de una estrategia notable y competitiva, es que permita ser más eficiente y cumpla con las condiciones de operaciones que se requieran para su entorno, en este aspecto las acciones tendientes a optimizar los costos de operaciones son claves en el mejoramiento de la capacidad financiera lo que permite analizar opciones de inversión reales para mejorar las condiciones de operación actuales. De este modo, la estación de servicio Cootransgigante Ltda, debe alinear estrategias adecuadas para mejorar su eficiencia y gestión de costos y gastos para así evaluar la implementación de proyectos orientados a disminuirlos ya que a su vez, reducen la rentabilidad obtenida por la empresa y limitan la realización de proyectos de inversión que se pueden traducir en mejoras en la prestación del servicio al cliente y en nuevas líneas de negocio para lograr un crecimiento económico.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Desarrollar un estudio operativo y organizacional para determinar la viabilidad de un sistema de energía solar fotovoltaica que permita la sostenibilidad energética de la estación Cootransgigante Ltda, del municipio de Gigante – Huila.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analizar la demanda energética de la empresa para su operación.
- Proyectar la demanda energética de la empresa con el fin de cotizar el sistema de energía solar con base a la capacidad requerida para analizar y comparar el más adecuado.
- Realizar un análisis del recurso solar disponible en la zona y la viabilidad para su captación.
- Investigar costos, evaluar cotizaciones y definir la propuesta más viable para su implementación.
- Realizar análisis coste-beneficio de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica.

### **3. Justificación**

El proyecto se sustenta en la necesidad de implementar acciones para la mejora continua dentro de la organización y con una apreciación sobre mejorar la gestión en el control de gastos y costos orientados a que la empresa sea más competitiva y pueda establecer estrategias encaminadas al desarrollo, estas con el fin de mejoras en la prestación del servicio, en la infraestructura actual o en nuevas líneas de negocio.

La implementación del sistema de energía solar fotovoltaica se enfoca en un sistema que busca la reducción de costos asociados a la energía eléctrica que consume la empresa para su operación; teniendo en cuenta que un sistema como este no genera un costo periódico por el uso del servicio, permite una recuperación de la inversión y una reducción importante en las erogaciones necesarias para la operación lo que contribuye a la empresa a contar con más recursos para inversión en el corto y largo plazo.

El sistema de energía propuesto en comparación con los sistemas actuales de producción de energía tiene muchas ventajas debido a que el sistema de producción de energía fotovoltaica puede ser previsible y panificable, únicamente sobre la base de las inversiones necesarias para su explotación y no del costo de la materia prima, además de presentar mayores facilidades en su implementación, pues en la actualidad existen diferentes proveedores en el mercado que ofrecen todos los materiales, maquinaria y servicios de implementación para dichos sistemas a precios muy competitivos y acordes a las condiciones de flujo que pueda tener la empresa.

#### **4. Marco Referencial**

De acuerdo a información suministrada por la Agencia Internacional de Energía (AIE), argumenta la fortuna que se goza en Colombia es producto de la alta producción interna de hidrocarburos, lo negativo de este aspecto se basa en la disponibilidad de este recurso el cual no es renovable y está llegando a su colapso a raíz de la explotación masiva en las diferentes regiones de nuestro país, situación alarmante y preocupante al igual que las cifras que demuestran en la mayoría de países del mundo nuestra sociedad depende del 80% de los hidrocarburos y productos derivados de la petroquímica, así mismo a medida que se van pasando los años las nuevas tecnologías producto de las diversas innovaciones en la industria y el aumento acelerado de la población han hecho que aumente el consumo de energía eléctrica. (AIE, 2002).

Según los estudios realizados por el ministerio de educación en Colombia, la generación de energía convencional resulta producto de la operación exhaustiva de las centrales hidroeléctricas que actualmente se encuentran en funcionamiento, debido a la riqueza del recurso hídrico que logramos identificar en las diferentes regiones de nuestro país, dentro del esquema secundario encontramos aquellas reservas comúnmente llamados combustible fósil entre estos se encuentran el (petróleo, el carbón mineral o el gas natural), reservas que se consideran como recurso limitado y con el transcurrir de los años está destinado a desaparecer debido a la exhaustiva explotación que se ha realizado durante años y hoy en día no ha cesado. Es por tal razón que los entes gubernamentales a nivel nacional e internacional han puesto en marcha acciones tendientes a la innovación y desarrollo de nuevas tecnologías para la obtención de energía limpia, las cuales funcionan por medio del aprovechamiento de recursos renovables los cuales son aportados por el medio ambiente en que vivimos, con esto se pretende corregir la crisis que se está viviendo en

materia de energía a nivel mundial contribuyendo de tal manera a la conservación del medio ambiente y cada uno de los recursos que se están agotando y en un futuro serían muy diferentes las condiciones de vida que hoy en día gozamos. (Ministerio de educación de Colombia, 2013).

Las energías renovables se han convertido en modelos alternativos a las actuales fuentes de generación que se tienen en Colombia, teniendo en cuenta que la energía solar hace parte de un recurso renovable el cual es considerado como una fuente de energía continua e inagotable, por ende es pertinente analizar un modelo basado en este tipo de energía, la cual a su vez representa unas mayores ventajas en términos de costos, mantenimiento e impacto ambiental. Colombia por su ubicación geográfica presenta un gran potencial en términos de radiación solar y el departamento del Huila también cuenta con estos recursos a pesar de estar ubicado dentro de la región Andina, la cual presenta las mayores precipitaciones dentro del país.

## **5. Marco Teórico**

### **5.1 Importancia en la optimización de procesos**

Cualquier empresa de servicios, comercial, industrial y demás siempre debe trabajar en un crecimiento basado en la optimización de sus procesos para lograr que dichos beneficios sean tangibles y generalmente se traduzcan en términos económicos.

En el marco del desarrollo del trabajo de proyecto aplicado mediante el desarrollo y análisis inherente a los procesos utilizados en la empresa Cootransgigante Ltda, se analizan los gastos o costos derivados de la utilización de energía eléctrica logrando establecer el alto impacto a nivel porcentual dentro de los costos o gastos en los que incurre la empresa para la realización de su operación diaria.

Tomando como referencia las aplicaciones en el entorno de la ingeniería industrial, el desarrollo de un proyecto de este tipo cumple con tres premisas muy importante para las empresas y sobre las cuales esta profesión es responsable, se habla de que los objetivos principales en el cambio del modelo de energía utilizado en la operación de la empresa se basan en optimizar procesos, ahorrar recursos y la organización de equipos.

El análisis de procesos en ingeniería industrial es muy importante para conocer aspectos en los cuales una empresa puede mejorar, en este sentido y teniendo como fundamento la energía solar fotovoltaica, la cual hoy en día representa una opción muy dinámica de reemplazar los actuales

sistemas de energía que representan altos costos para las empresas, además del impacto ambiental generado por el consumo de recursos no renovables.

De este modo, podemos establecer la relación de un nuevo modelo como proceso de optimización amparado de las causas que nos llevaron a pensar en la energía fotovoltaica como una posible solución y teniendo en cuenta las condiciones de favorabilidad en su implementación consultada en diferentes bibliografías que tratan de manera amplia este tipo de alternativas.

## **5.2 Energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica se considera como el resultado de la transformación de los rayos solares, por medio de un efecto llamado fotoeléctrico en el cual se obtiene energía eléctrica limpia. Para lograr este proceso se deben contar con elementos que cuenten con propiedades de atraer fotones y así mismo transferir electrones. Al ser estos atrapados de manera correcta podríamos utilizar este mecanismo para abastecer corriente eléctrica como energía convencional (Sunedison 2010).

Para que se logre la obtención de la energía solar fotovoltaica, se debe contar con materiales compuestos por células que están fabricadas por una serie de láminas que cuentan con propiedades semiconductoras, dentro de la mayoría se encuentra el silicio recubierto por un vidrio cristalino que fácilmente deja penetrar los rayos solares para que no se presenten pérdidas.

Las células se aglomeran en patrones para su combinación en celdas fotovoltaicas, a los cuales se les tienen catalogado una vida útil de treinta años y su capacidad de funcionamiento óptimo posteriormente a los 25 años puede llegar a presentar un rendimiento efectivo del 80%, pero aún se sigue indagando para aumentar la capacidad de eficacia. (Sunedison 2010).

Como se mencionaba anteriormente, los rayos generados por la radiación solar son transformados en energía eléctrica convencional a través de células fotovoltaicas, utilizando de manera eficiente la composición de la materia prima (silicio) que se traslada hacia elementos semiconductores.

En el caso de requerir de energía eléctrica en horas de la noche, los sistemas fotovoltaicos deben mantenerse cargados por medio de baterías en las cuales se almacena energía solar convertida en electricidad por medio de las celdas solares, la cual ha sido captada durante el día. Es por esto que se deben tener en cuenta los diversos tipos de sistemas a instalar de acuerdo a las necesidades explícitas en cada caso, ya que en la actualidad se están implementando instalaciones solares fotovoltaicas que van instaladas de manera directa a la red eléctrica, para que se logre utilizar la energía que se está generando de manera inmediata.

### **5.3 Energías renovables**

Cuando hablamos de fuentes renovables para la generación de energía, nos dirigimos directamente a cada uno de los sistemas y períodos originarios que forman parte del ecosistema de la naturaleza de nuestro planeta. Cuentan con la propiedad de regenerarse y las encontramos en verdadera abundancia que aun así siendo aprovechada por el ser humano, puede seguir durando por muchísimos años si adoptamos una conciencia responsable que impida la destrucción del medio ambiente, toda vez que estamos aprovechando recursos renovables tales como el sol, el viento, los desechos agrícolas y orgánicos; si bien es cierto al hacer uso de estas energías

renovables se lograra construir un futuro con una sociedad fundamentada en una cultura sostenible productora de energía limpia que reduzca las emisiones masivas de CO2.

La energía eléctrica obtenida a base de recursos renovables es una estrategia central y efectiva, basada en contribuir a la disminución de todo tipo de afectación a los recursos naturales de nuestro planeta, luchar de manera frontal con el calentamiento global producto de los aspectos e impactos ambientales que como seres humanos le generamos a diario, permitiendo a muchas personas que viven o se encuentran alojadas en municipios, veredas, ciudades o zonas apartadas o retiradas de los perímetros urbanos cuenten con los servicios básicos entre estos electricidad, servicio de agua potable, los cuales no pueden ser suministrados de manera convencional.

En la actualidad no se hace necesario si no obligatorio para todas las personas y empresas, incluir dentro de todo tipo de actividad, la adopción de prácticas responsables en el uso de energías renovables, teniendo en cuenta el panorama ambiental que se está evidenciando en la actualidad, toda vez que si se aplican tecnologías nuevas de forma progresiva que son un respaldo para el desarrollo de la economía será mucho más fácil que se mejore la calidad de vida de toda la población a nivel mundial.

#### **5.4 Aspectos positivos de la implementación de un modelo de energía fotovoltaica en una empresa en Colombia.**

El uso de este tipo de sistemas plantea beneficios que son muy importantes para las empresas, evidenciando en aspectos fundamentales como la economía y la conservación ambiental, se proyectan como la adopción más eficiente y amigable con el planeta, pues se considera como la generación de energía limpia.

#### **5.4.1 Financieros.**

Ahorro significativo en el consumo y disminución de costos reflejados en la factura de energía eléctrica, atribuyéndose su proyección o vida útil de 25 años de acuerdo a las características de cada sistema, entendiéndose que toda la generación de energía fotovoltaica se utilizaría de manera automática y de manera instantánea o por el contrario se podrían incluso vender los sobrantes que no sean utilizados a la red o compañía que distribuya la energía eléctrica para asegurar un equilibrado balance neto en nuestras finanzas. Todas las regulaciones para definir las condiciones de la venta de este recurso se definen por medio del Ministerio de Minas y la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG.

Para las empresas o personas que estén obligadas declarar tributaciones, se disminuye el impuesto a la renta en un porcentaje hasta del 50% sobre la inversión realizada en un sistema solar fotovoltaico por un periodo continuo de 5 años de acuerdo a lo consagrado en el (artículo 11 de la ley 1715 de Mayo 2014). Para que se logre ser cobijado de esta ley es necesario adelantar los procedimientos y protocolos establecidos los cuales son indispensables para que se otorgue el respectivo certificado de patrocinio ambiental expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Reducción de los impuestos hasta en un 100% por medio del método de la depreciación acelerada en la adquisición de equipos y maquinaria necesaria para llevar a cabo las labores de tecnologías renovables, (según artículo 14 de la ley 1715 de Mayo 2014).

En el tema de valorizaciones se evidenciara un notorio aumento el valor del capital en lo que respecta a la infraestructura, ya que al hacer uso en la adopción de nuevas tecnologías que son amigables con el medio ambiente, la instalación de los llamados sistemas solares fotovoltaicos, trae consigo el impulso a la competitividad, desarrollo económico y la innovación.

#### **5.4.2 Ambientales.**

Disminución considerable de la huella de carbono producto de todas aquellas emisiones contaminantes que estan acelerando el calentamiento global en nuestro planeta, ya que se empezara a producir energía eléctrica por medio de la transformación de recursos renovables, en reemplazo del aprovechamiento de fuentes habituales y que son limitadas.

La instalación de sistemas de energía solar fotovoltaica se realiza principalmente sobre los techos que en muchas ocasiones no son aprovechados para ningún tipo de actividad en una empresa o vivienda, por lo que no se tendría que repercutir en un costo adicional para desarrollar este tipo de proyectos, así mismo serian interesante la oportunidad de disminuir el uso de postes y un sin número de cableados que obstaculizan el espacio público.

## **6. Marco Contextual**

La estación de servicio Cootransgigante LTDA, está ubicada en zona urbana del municipio de Gigante Huila, más exactamente en la dirección calle 4 No. 7-32 inicia sus servicios en el año 1975 mediante entidad de economía solidaria bajo el nombre o razón social Cooperativa de Transportadores de Gigante LTDA otorgado por DANCOOP.

Teniendo en cuenta que en es necesaria la utilización de energía eléctrica convencional para el desarrollo de cada una de sus actividades administrativas y operativas, las cuales oscilan entre un promedio que va desde los 3566 Kwh hasta 4875 Kwh, es indispensable adoptar un sistema solar fotovoltaico que proporcione la capacidad requerida y que dé respuesta a cada uno de los equipos y maquinaria que son empleados para llevar acabo cada una de las operaciones que se requieren en la estación de servicio.

La pesquisa y la obtención de la información se realizarán mediante investigación de campo en la que se plasma de manera directa en el medio donde se presenta la problemática a solucionar.

## **7. Marco Metodológico**

De acuerdo con los objetivos establecidos para el desarrollo del proyecto, y los elementos con los que se cuenta para materializarlos, son el alcance, el tipo y el proceso de investigación de tipo Aplicada.

### **7.1 Investigación: Aplicada**

Es el tipo de investigación en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas.

### **7.2 Enfoque de la investigación: Tipo Mixto (cuantitativa y cualitativa)**

“Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008).

En este caso mencionamos que la investigación es de tipo mixta teniendo en cuenta que se involucran y se combinan los enfoques de tipo cuantitativo, el cual pretende explorar y dar a conocer a lector los resultados de cada uno de los análisis estadísticos que se tuvieron en cuenta para la materialización de este proyecto y el enfoque cualitativo con el cual se interpretan de manera detallada las actividades y los objetivos que motivan a desarrollar cada una de las fases que fueron propuestas para darle la estructura al proyecto planteado, de tal forma que se logre darle mayor profundidad al análisis que se ha enfocado.

Por tal motivo dentro de los métodos cuantitativos que se aplicaron dentro de este proyecto, se logra evidenciar datos estadísticos de cada una de las especificaciones técnicas del consumo eléctrico de los equipos del area administrativa y operativa de la estación, los cuales son representados en Watios, lo que servirá para determinar el consumo total general que le representa a la empresa la utilización de dichos mecanismos en cada uno de los puestos de trabajo.

Así mismo encontraremos allí los antecedentes históricos del consumo de energía eléctrica por medio de la consulta de las facturas de Electro Huila, en la cuales encontramos la trazabilidad de los consumos de forma mensual expresados en KWH y los costos que le representa a la empresa en términos económicos el uso de esta fuente de electricidad, de tal manera que se logre realizar los comparativos en las respectivas tablas donde se especificara los promedios mensuales y la capacidad requerida del sistema solar fotovoltaico a diseñar.

Por otro lado se evidencia el método cuantitativo en la información que se indago en los documentos y fuentes del IDEAM, allí se logra obtener los promedios de brillo solar diario y la radiación solar promedio en los diferentes meses del año por medio de la herramienta de consulta RETS CREEN, información que será procesada y tenida en cuenta para los respectivos cálculos que arrojaran como resultado el tipo de sistema fotovoltaico.

Por último se ilustra un aspecto fundamental cifras en dinero o capital invertido, el cual será recobrado utilizando el método de la recuperación de la inversión, lo que le será de gran utilidad a la empresa ya que en un tiempo estimado se contribuirá a la optimización de los procesos, valorización de los equipos y maquinaria e infraestructura, como también alcanzar un flujo de caja neto que pueda ser invertido en otro tipo de actividades económicas y la conservación de los aspectos ambientales.

Dentro del enfoque cualitativo hacemos énfasis en la puesta en marcha de cada una de las actividades que dieron paso a la materialización del presente proyecto, el objetivo o idea central por la cual se surgió la idea de adaptarlo a las necesidades de la estación de servicio Cootransgigante LTDA, en base a ello se aplica este modelo para abordar de manera sistemática los componentes que hacen parte del proceso para un diseño adecuado del sistema solar fotovoltaico.

Al aplicarlo de manera directa sobre el proyecto, se logra evidenciar en forma ordenada la manera de recolectar y analizar la información de las diferentes fuentes de estudio, ya que se tuvo en cuenta el descubrimiento y la exploración en las diferentes áreas operativas y administrativas de la empresa, interviniendo y extrayendo los datos de manera observaría, la recopilación de los datos por medio de los antecedentes que reposaban en los diferentes documentos que fueron facilitados para realizar el estudio, así la indagación de las fuentes de las entidades encargadas de hacer seguimiento a este tipo de comportamientos meteorológicos, por último se pone a prueba la experiencia en campo de las empresas del sector fotovoltaico, las cuales suministraron información y cotizaciones respectivas para adoptar el sistema más acorde de acuerdo a la necesidad energética planteada.

Población: Instalaciones empresa Cootransgigante Ltda.

Muestra: Maquinaria y equipos que funcionan a partir de energía eléctrica. Una vez terminado los seguimientos mencionados se determinará los procesos dependiendo de cada operación por área a fin de que cada área pueda establecer según la cantidad de equipos y paramentos de operación.

### **7.2.1 Fase 1.**

Análisis necesidades energéticas para realizar actividades operativas propias de la estación: Se evaluarán las instalaciones para tomar los datos necesarios para establecer la demanda de consumo de energía para lo cual se establece la necesidad de contar con un computado y un medidor de energía eléctrica además de una metodología para la realización de la medición basada en las condiciones de operación de la empresa.

### **7.2.2 Fase 2.**

Proyección energía requerida y analizar para determinar sistemas más adecuados: Análisis de la capacidad requerida del sistema para su implementación, estudio de la demanda de energía requerida por la empresa para su funcionamiento, establecimiento de intervalo de confianza para evaluar la demanda requerida.

### **7.2.3 Fase 3.**

Analizar niveles de irradiación y viabilidad para su captación: Determinar la capacidad requerida, para evaluar el recurso solar disponible en la ubicación de la empresa. Se evalúan los límites críticos y la disponibilidad para la captación del recurso tanto para un día como para todo el mes.

### **7.2.4 Fase 4.**

Análisis costo beneficio y para determinar el valor del retorno de la inversión: Cotización y análisis comparativo de ofertas de proveedores para definir la propuesta viable para implementación, estudio de recuperación de la inversión e identificación de los beneficios económicos futuros.

## **8. Desarrollo Del Proyecto**

### **8.1 Análisis de la demanda de energía que requiere la empresa Cootransgigante Ltda para su operación.**

La investigación y el levantamiento de la información se realizaron mediante la técnica de observación, pues esta es un elemento fundamental de todo proyecto, la idea principal es apoyarse en ella para obtener el mayor número de datos, con los cuales se pueda esclarecer y obtener como resultado una información confiable con la cual se pueda proceder a diseñar el sistema solar fotovoltaico.

Por tal motivo se realizaron las visitas a los sitios involucrados en cada proceso, determinando cada objeto, situación, registrando los datos observados, evaluando cada uno de los equipos que requieren energía eléctrica para su funcionamiento, analizando e interpretando los datos para consolidar los registros necesarios para establecer la demanda de consumo de energía de acuerdo a las características que cada uno de estos presenta.

Se dio paso al análisis de los consumos de energía eléctrica en las facturas datos elementales en los cuales se vio a detalle el consumo real y total en general de todos los equipos que conforman la estación, siendo este un insumo elemental para estructurar los cálculos que permitan el diseño de acuerdo a las necesidades específicas y reales, así mismo el apoyo de las empresas del Huila las cuales han realizado instalaciones fotovoltaicas de todo tipo y cuentan con la experiencia en este tipo de actividad económica , en este caso brindaron la asesoría y las cotizaciones que se adaptan a este caso en particular.

#### **8.1.1 Áreas operativas.**

##### **8.1.1.1 Restaurante y cafetería.**

En la cual se logran identificar 1 enfriador de Postobón, 1 enfriador de cocacola, 1 enfriador marca Inducol, 1 televisor marca Sony, y un total de 6 luminarias tipo tubo halógeno.

#### **8.1.1.2 Zona de monta llantas.**

Se evidencia 1 compresor marca Warner, 01 maquina monta llanta ACE-190IT y 1 bombillo led.

#### **8.1.1.3 Zona de lubricación y lavadero.**

Cuentan con 2 compresor marca Power Sprayer Supplier equipo con el cual se da la presión necesaria para poder utilizar la engrasadora y las mangueras de lavado de los vehículos.

#### **8.1.1.4 Oficina de transporte operaciones.**

Cuentan con 2 computadores portátiles marca Toshiba, 1 computador portátil marca DELL, 1 impresora marca Aficio MP301, la iluminación se establece por medio de paneles en el techo de láminas de escayola marca Philips.

#### **8.1.1.5 Bodega.**

Cuenta con un computador marca LG y un total de 7 1 bombillos led.

#### **8.1.1.6 Zona de abastecimiento de combustible.**

Se encuentran disponibles 5 surtidores entre ellos gasolina corriente (doble manguera), surtidor de ACPM (doble manguera), surtidor de gasolina corriente/extra (doble manguera), surtidor de gasolina corriente/ ACPM (doble manguera).

### **8.1.2 Áreas administrativas.**

#### **8.1.2.1 Oficina de gerencia.**

Cuenta con 1 computador marca HP, 1 COMPUTADOR PORTATIL MARCA Toshiba, 1 computador de mesa marca Samsung, 1 impresora marca Aficio MP4001, 1 Computador de mesa marca JANUS, 1 AIRE ACONDICIONADO MARCA Samsung.

### **8.1.2.2 *Secretaria, talento humano, contabilidad y área ambiental.***

1 computador portátil marca ASUS, 4 computadores de mesa marca Pavilion 20, 1 computador de mesa marca Lenovo y 1 AIRE ACONDICIONADO MARCA Samsung, 8 luminarias tipo tubo halógeno.

### **8.1.2.3 *Auditorio.***

1 televisor marca LG, 02 aire acondicionado marca Samsung y 4 LUMINARIAS. Teniendo en cuenta estas revisiones por medio de un equipo de cómputo se realizó la medición basada en las condiciones de operación de la empresa.

## **8.1.3 Elementos de consumo.**

### **8.1.3.1 *Restaurante y cafetería.***

Análisis de cada elemento de consumo presente en la estación, de manera independiente:

Refrigerador tipo pantalla. Consta de una sola puerta es de uso exclusivo para refrescos pequeño tamaño (Fig.1). La potencia de esta nevera según las características de fabricación, se encuentran alrededor de unos 185 W el requerimiento de energía y la temperatura exterior, determinará el número total de horas en activo a lo largo del día.



**Figura 1. Refrigerador tipo pantalla 185W**

Refrigerador de una sola pantalla en el cual se almacenan productos y refrescos más grades (Fig.2). Su potencia está determinada según su fabricación entre los (400 W) ya que la temperatura requerida debe ser inferior. El consumo de energía depende de los mismos factores que el anterior refrigerador.



**Figura 2. Refrigerador tipo pantalla 400W**

Congelador de compuerta deslizante (Fig.3) En este caso, el compresor estará activo un número mayor de horas ya que está este tipo de equipos están principalmente diseñados para congelar los productos, por lo tanto, el promedio de horas de funcionamiento estimadas no dependerá del consumo, sino de la temperatura exterior de cada mes, La potencia de este tipo de refrigerador en promedio es de 715 W.



**Figura 3. Congelador de compuerta deslizante 715W**

En esta cafetería, podemos encontrar un televisor de marca SONY con un tamaño de 32' (Fig.4), el cual permanece en funcionamiento desde la apertura del local hasta su cierre todos los días. Teniendo en cuenta que se enciende en torno a las 6:00 am y se apaga en torno a las 18:00 pm, este permanece en funcionamiento aproximadamente 12 horas diarias durante todo el año y gastando 55 W de energía cada hora.



**Figura 4. Televisor de marca SONY de 32'**

La iluminación al interior de la cafetería se encuentra formada por 10 paneles ubicados en el techo, cada uno de estos con 2 tubos halógenos de 36 W marca Philips (Fig.5) suelen estar activos habitualmente ya que se encienden solo cuando es muy necesario. La energía gastada por estos elementos dependerá de los horarios de comienzo y termino de labores (de 6:00 a 22:00 para todos los meses). De día, estos elementos no suelen estar encendidos al completo, mientras que de noche si pasan a estar encendidos en su totalidad.



**Figura 5. Tubos halógenos de 36 W marca Philips**

#### **8.1.4 Zona de monta llantas.**

Compresor WINDING WIRE de aire (Fig.6) de alrededor de 3 cv de potencia (2,2 kW) que está destinado al hinchado de neumáticos por parte de los clientes. La estimación de este será acorde a las veces que sea accionado el compresor para tener almacenado aire, dependiendo del flujo de usuarios que hagan uso de él cada mes.



**Figura 6. Compresor WINDING WIRE**

Maquina monta llantas (Fig.7) la cual funciona a base de la presión de aire que proporciona el compresor, su consumo es muy bajo debido que solo consume alrededor de 86 W por hora.



**Figura 7. Maquina monta llantas**

Para la iluminación se encuentran un bombillo led de 12 W de potencia (Fig.8) este permanece activo un tiempo promedio de 5 horas diarias todos los días del mes teniendo en cuenta que se enciende entre las 16:00 a las 21:00 horas.



**Figura 8. Bombillo led de 12 W**

Compresor POWER SPRAYER (Fig.10) con el cual se da la presión necesaria para las mangueras de aceite y agua (Fig.9) con la cual se lubrican y se lavan los vehículos gastando un promedio de 1470 W de energía cada hora.



**Figura 9. Mangueras de aceite y agua**



**Figura 10. Compresor POWER SPRAYER**

### **8.1.5 Oficina de transporte operaciones.**

En esta area, podemos encontrar dos computadores portátiles marca TOSHIBA y uno marca LED, con un tamaño de 14' (Fig.11) los cuales permanece en funcionamiento desde la apertura de la empresa hasta su cierre todos los días. Teniendo en cuenta que se enciende en torno a las 8:00 am y se apaga en torno a las 18:00 pm, este permanece en funcionamiento aproximadamente 12 horas diarias durante todo el año y gastando 28 W de energía cada hora.



**Figura 11. Computadores portátiles marca TOSHIBA**

Igualmente, una impresora marca RICOH Aficio MP301 (Fig.12) la cual consume un promedio de 1110 W por hora, se enciende en torno a las 8:00 am y se apaga en torno a las 18:00 pm, este permanece en funcionamiento en torno a 12 horas diarias durante todo el año.



**Figura 12. Impresora marca RICOH Aficio MP301**

Además, para el sistema de iluminación encontramos 2 plafones cuadrados con tecnología LED de 18 W de potencia (Fig13). Debido al reducido consumo de estos, permanecen en activo casi a lo largo de todo el horario de apertura, independientemente de la cantidad de luz que haga en el exterior.



**Figura 13. Plafones cuadrados con tecnología LED de 18 W**

#### **8.1.6 Bodega**

En esta área, podemos encontrar un computador portátil marca LG con un tamaño de 14' (Fig.14) el cual permanece en funcionamiento desde la apertura del local hasta su cierre todos los días. Teniendo en cuenta que se enciende en torno de 8:00 am a 18:00 pm, este permanece en funcionamiento aproximadamente 12 horas diarias durante todo el año y gastando 30 W de energía cada hora.



**Figura 14. Computador portátil marca LG**

Igualmente, se observan 6 luminarias halógenas marca Philips (Fig.15) se enciende en torno a las 8:00 am y se apaga a las 18:00 pm, este permanece en funcionamiento aproximadamente 12 horas diarias por lo que consumen alrededor de 36 W.



**Figura 15 Luminarias halógenas marca Philips**

#### **8.1.7 Zona de abastecimiento de combustible.**

En lo que respecta a los surtidores, la estación de servicio se encuentra dotada de 5 puestos de abastecimiento (Fig.16) los cuales surten gasolina corriente (doble manguera), ACPM (doble manguera), gasolina corriente/extra (doble manguera), gasolina corriente/ ACPM (doble manguera).

Las maquinas con las que se distribuye la gasolina y ACPM para vehículos tienen una actividad bastante concurrida, en cada una de ellas encontramos un Display que indica los galones y el valor seleccionado, así como una bomba de extracción que se encarga de succionar el combustible desde los depósitos subterráneos por la manguera seleccionada. La potencia consumida por este mecanismo cuando está activo se encuentra en torno a los 750 W, y la potencia consumida a lo largo del mes dependerá de la estimación de clientes que visitan la gasolinera.



**Figura 16. Surtidores de combustible**

Para el tema de iluminación, se logran observar 10 plafones redondos con tecnología LED de 18 W de potencia (Fig.17) los cuales permanecen en activo a lo largo del día y la noche ya que la estación trabaja las 24 horas diarias durante todo el año.



**Figura 17. Plafones redondos con tecnología**

### **8.1.8 Áreas administrativas.**

#### **8.1.8.1 Oficina de gerencia.**

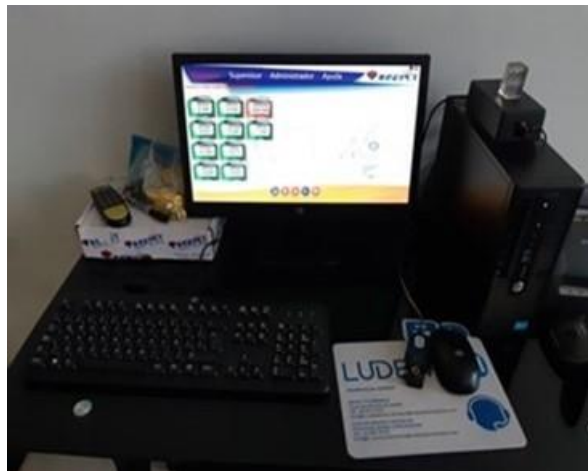
En esta area, podemos encontrar un computador portátil marca TOSHIBA con un tamaño de 14' (Fig.18) el cual permanece en funcionamiento desde la apertura de las instalaciones hasta su cierre todos los días. Teniendo en cuenta que se enciende en torno a las 6:00 am y se apaga a las

06:00 pm, este permanece en funcionamiento alrededor de 12 horas diarias durante todo el año y gastando 28 W de energía cada hora.



**Figura 18. Computador portátil marca TOSHIBA**

Igualmente, un computador marca JANUS con un tamaño de 14' (Fig.19) el cual permanece en funcionamiento desde la apertura de las instalaciones hasta su cierre todos los días. Teniendo en cuenta que se enciende en torno a las 8:00 am y se apaga a las 18:00 pm gastando 27 W de energía cada hora.



**Figura 19. Computador marca JANUS**

Impresora marca Aficio MP4001 (Fig.20) permanece en funcionamiento desde la apertura de las instalaciones hasta su cierre todos los días. Teniendo en cuenta que se enciende en torno a las 8:00 am y se apaga a las 18:00 pm gastando 1370 W de energía cada hora.



**Figura 20. Impresora marca Aficio MP4001**

Aire acondicionado marca Samsung con una cortina de aire cuya potencia es de 1000 W (Fig.21) y la cual suele activarse durante los días más cálidos, Por lo tanto, el consumo de este equipo depende del número de horas que esté en funcionamiento.



**Figura 21. Aire acondicionado marca Samsung**

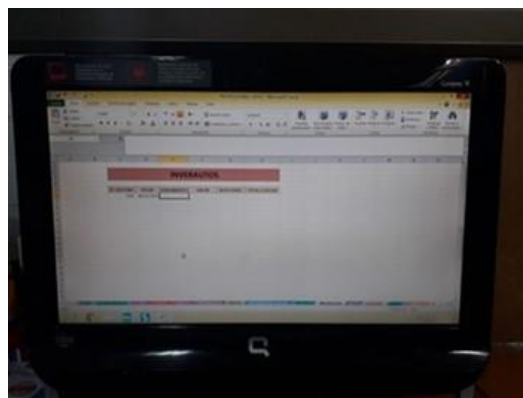
Por ultimo, 02 plafones tubos con tecnología LED de 18 W de potencia (Fig.22) Debido al reducido consumo de estos, permanecen en activo casi a lo largo de todo el horario de apertura, independientemente de la cantidad de luz que haga en el exterior.



**Figura 22. Plafones tubos con tecnología LED de 18 W**

#### ***8.1.8.2 Oficinas: secretaria, talento humano, contabilidad y area ambiental.***

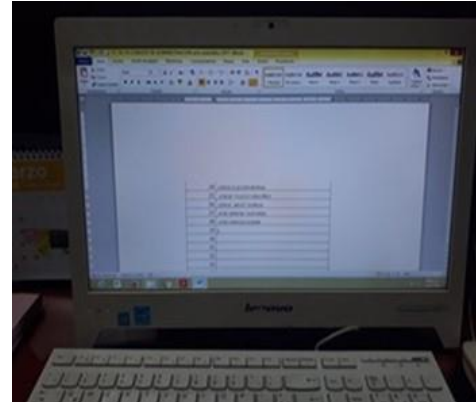
Se logra observar 03 Computadores de mesa, marca Pavilion (Fig.23), HACER (Fig.24) y Lenovo con un tamaño de 14' (Fig.25) el cual permanece en funcionamiento desde la apertura de las instalaciones hasta su cierre todos los días. Teniendo en cuenta que se enciende en torno a las 8:00 am y se apaga a las 18:00 pm, su funcionamiento es alrededor de 12 horas diarias durante todo el año y gastando 28 W de energía cada hora.



**Figura 23. Computador marca Pavilion**



**Figura 25. Computador marca ACER**



**Figura 24. Computador marca LENOVO**

Se observa un computador portátil marca ASUS (Fig.26) el cual permanece en funcionamiento desde la apertura de las instalaciones hasta su cierre todos los días. Se enciende en torno a las 8:00 am y se apaga a las 18:00 pm, este permanece en funcionamiento aproximadamente 12 horas diarias durante todo el año gastando 28 W de energía cada hora.



**Figura 26. Computador portátil marca ASUS**

Por otro lado, se observa un aire acondicionado marca Samsung (Fig.27) con una cortina de aire cuya potencia es de 1000 W y la cual suele activarse durante determinado número de horas en los días más cálidos.



**Figura 27. Aire acondicionado marca Samsung**

Por último, encontramos ocho luminarias tipo tubo halógeno con tecnología LED de 18 W de potencia (Fig.28) debido al reducido consumo de estos, permanecen activos a lo largo de todo el horario de apertura, independientemente de la cantidad de luz que haga en el exterior.



**Figura 28. Luminarias tipo tubo halógeno con tecnología LED**

### **8.1.9 Auditorio.**

Se observa un televisor marca LG, con un tamaño de 55' (Fig.29) el cual es utilizado para visualizar las presentaciones, capacitaciones y charlas en días programados de la semana; gasta un promedio de 75 W de energía cada hora.



**Figura 29. Televisor marca LG**

Por otro lado, se observa un aire acondicionado marca TRANE (Fig.30) con una cortina de aire cuya potencia es de 1000 W y la cual suele activarse durante determinado número de horas en los días más cálidos.



**Figura 30. Aire acondicionado marca TRANE**

También se observa un aire acondicionado marca KOLER (Fig.31) con una cortina de aire cuya potencia es de 1000 W y la cual suele activarse durante determinado número de horas en los días más cálidos.



**Figura 31. Aire acondicionado marca KOLER**

Por último, se logra observar ocho luminarias tipo tubo halógeno con tecnología LED de 18 W de potencia (Fig.32) las cuales son encendidas momentos en los que se utiliza únicamente el auditorio para reuniones y otros eventos.



**Figura 32. Luminarias tipo tubo halógeno con tecnología LED**

De los anteriores datos provenientes de los equipos, se logra determinar el consumo de energía en el recibo de servicios públicos el cual se anexa a continuación (Fig.33,34) allí se suma el total de Kwh total por mes, el cual es necesario para llevar a cabo cada una de las operaciones tanto administrativas como operativas de la estación evidenciándose así una notable demanda energética teniendo en cuenta la gran variedad de equipos y herramientas que necesitan de electricidad para su operación, de tal forma que se interpretan datos estadísticos que serán claves para analizar la capacidad de nuestro sistema solar fotovoltaico.



Figura 33. Factura electro Huila Consumos Cootransigante LTDA (1)

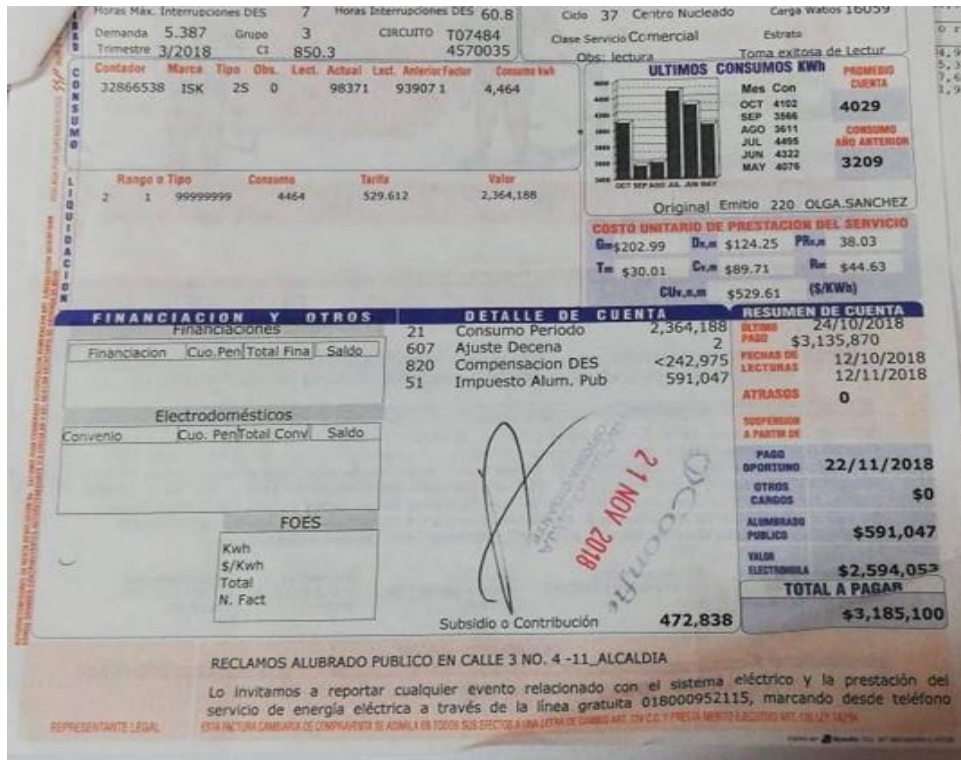


Figura 34. Factura electro Huila Consumos Cootransigante LTDA (2)

## 8.2 Proyección de la demanda requerida por Cootransgigante LTDA, y definición de la capacidad requerida:

### Tabla comparativa de estimación de consumos.

En la siguiente tabla, se logra observar la estimación perteneciente a cada mes, teniendo en cuenta las condiciones propias de cada uno de estos. A continuación, se recogen los resultados obtenidos y se contrasta con los facilitados en forma de factura bimestral por el gerente de la estación para un año laboral ver (tab1).

**Tabla 1. Tabla comparativa estimación de consumos.**

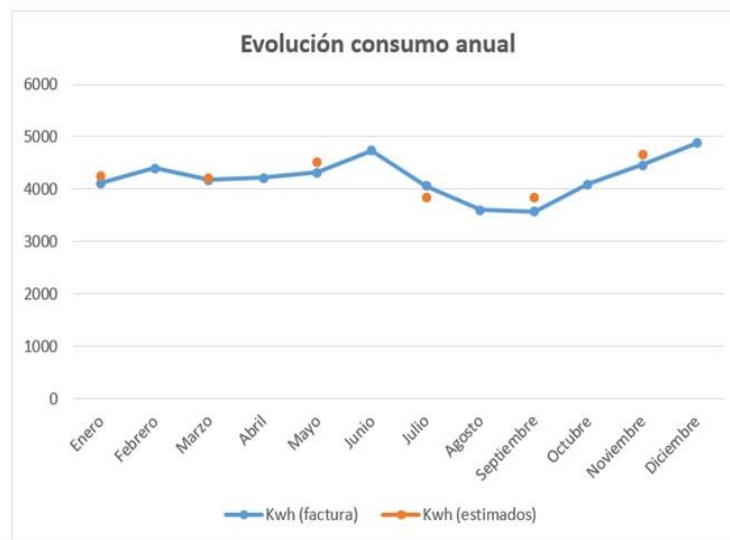
	<b>Kwh (factura)</b>	<b>Kwh (estimados)</b>
<b>Enero</b>	4115	4257
<b>Febrero</b>	4399	
<b>Marzo</b>	4174	4195
<b>Abril</b>	4215	
<b>Mayo</b>	4376	4349
<b>Junio</b>	4322	
<b>Julio</b>	4495	4053
<b>Agosto</b>	3611	
<b>Septiembre</b>	3566	3834
<b>Octubre</b>	4102	
<b>Noviembre</b>	4464	4670
<b>Diciembre</b>	4875	

*Fuente: Elaboración propia*

Así pues, en la siguiente gráfica se muestra el comparativo entre ambas series de datos, donde logramos evidenciar, los datos estadísticos del consumo de energía eléctrica en Kwh los cuales los más representativos o elevados en esta tabla se reflejan en los meses de vacaciones como Enero - Febrero, Mayo - Junio - Julio, Noviembre y Diciembre (navidades).

Teniendo en cuenta las variaciones reflejadas en los meses de Agosto y Septiembre, según las facturas se producía un pico muy alto en Julio, mientras que en Agosto y septiembre el consumo es bajo (Fig.35) de acuerdo a esto, se puede deducir que posiblemente se está presentando un fallo en algún elemento de consumo, ya que no es razonable ese cambio tan brusco de un mes a otro en el cual el consumo debería de ser igual y no mayor.

Por lo tanto, para realizar los cálculos respectivos que nos den con gran exactitud los Kwh/ necesarios para adaptar el sistema fotovoltaico que supla las necesidades energéticas con total eficacia, tanto para el resto de los meses como para la variación presentada en los meses de Agosto y Septiembre se tendrá en cuenta estas estadísticas que han sido extraídas y se procederá a realizar la definición de la capacidad requerida.



**Figura 35. Evolución consumo energía eléctrica**

Una vez definidos estos criterios podemos concluir que la capacidad requerida en promedio está dada bajo las condiciones de los consumos referidos o extraídos de las facturas y la media que

se obtuvo en la tabla 1 y grafica (Fig.35) por lo cual, en el siguiente recuadro se evidencia dicha capacidad en Kwh y la potencia o carga total requerida en Watos.

**Tabla 2. Definición capacidad requerida**

En la siguiente tabla se presenta la capacidad requerida estimada con respecto al promedio entre los criterios de Kwh (factura) frente a Kwh (estimados) ver (tab2).

	<b>Kwh (factura)</b>	<b>Kwh (estimados)</b>	<b>Potencia Watos (Requerida)</b>
<b>Enero</b>	4115	4257	16050
<b>Febrero</b>	4399		
<b>Marzo</b>	4174	4195	
<b>Abril</b>	4215		
<b>Mayo</b>	4376	4349	
<b>Junio</b>	4322		
<b>Julio</b>	4495	4053	
<b>Agosto</b>	3611		
<b>Septiembre</b>	3566	3834	
<b>Octubre</b>	4102		
<b>Noviembre</b>	4464	4670	
<b>Diciembre</b>	4875		
<b>Promedio</b>	<b>4226</b>	<b>4226</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

Partiendo de los datos obtenidos en la tabla 2, se logra evidenciar un promedio que oscila entre los 4226 Kwh, así mismo, de acuerdo a lo referente en capacidad total en Watos necesitaremos un sistema que cumpla con una potencia de 16050 watt según lo observado en la figura No. 33 y 34 Factura electro Huila Consumos Cootransgigante LTDA, por consiguiente, se hace necesario identificar el sistema más acorde a ello.

### **8.3 Realizar un análisis del recurso solar disponible en la zona de implementación del sistema de energía solar fotovoltaica y la viabilidad para su captación**

Para lograr obtener unos datos estadísticos que sean acordes a lo que se pretende investigar en el presente proyecto, se realizaron las consultas pertinentes por medio de fuentes de información obtenida del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), los cuales nos proporcionan las bases y las investigaciones necesarias en lo que respecta a la disponibilidad de energía solar en las diferentes regiones de Colombia, los diferentes comportamientos de rayos ultravioleta, las variaciones que presentan en los 12 meses del año, con el fin se tenga claridad sobre la utilidad y aprovechamiento que le podremos dar a nuestro sistema de energía solar fotovoltaico.

Por medio de la consulta de esta información se facilitara la identificación exacta del recurso solar disponible en la zona, con el cual daremos solución a las necesidades energéticas de la estación de servicio Cootransgigante LTDA, toda vez que es una investigación exhaustiva y confiable en conjunto con unidad de planeación minero energética (UPME), los cuales evidencian con total claridad los datos históricos comparados con los que se obtuvieron en la actualidad.

Dentro de estos conceptos se tuvo a la importancia que tienen las fuentes renovables de energía, toda vez que estos recursos han promovido el avance científico y tecnológico, transmitido en la estructuración de nuevos sistemas que permiten un planeta más sostenible, teniendo en cuenta que el sol ocupa un porcentaje del 99.9 % en cada uno de los procesos que dan generación de energía a nuestro planeta y son indispensables para el equilibrio sistemático de las diferentes regiones de nuestro país (IDEAM 2017).

Es de vital importancia la información que se ilustra en este proyecto tomando como referencia que el IDEAM, en nuestro país se caracteriza por su rol de autoridad meteorológica a nivel nacional, encargada de crear conocimiento claro, preciso y veras de las condiciones meteorológicas y ambientales de nuestro país, impulsando de tal forma el desarrollo y la aplicación del uso inteligente que den paso a la producción de energía por medio del uso de fuentes no convencionales (IDEAM 2017).

La metodología utilizada por el IDEAM se llevó a cabo por medio de una serie de etapas en las cuales se evaluó y proceso la información meteorológica, de cada uno de los datos que arrojaron los estudios previos:

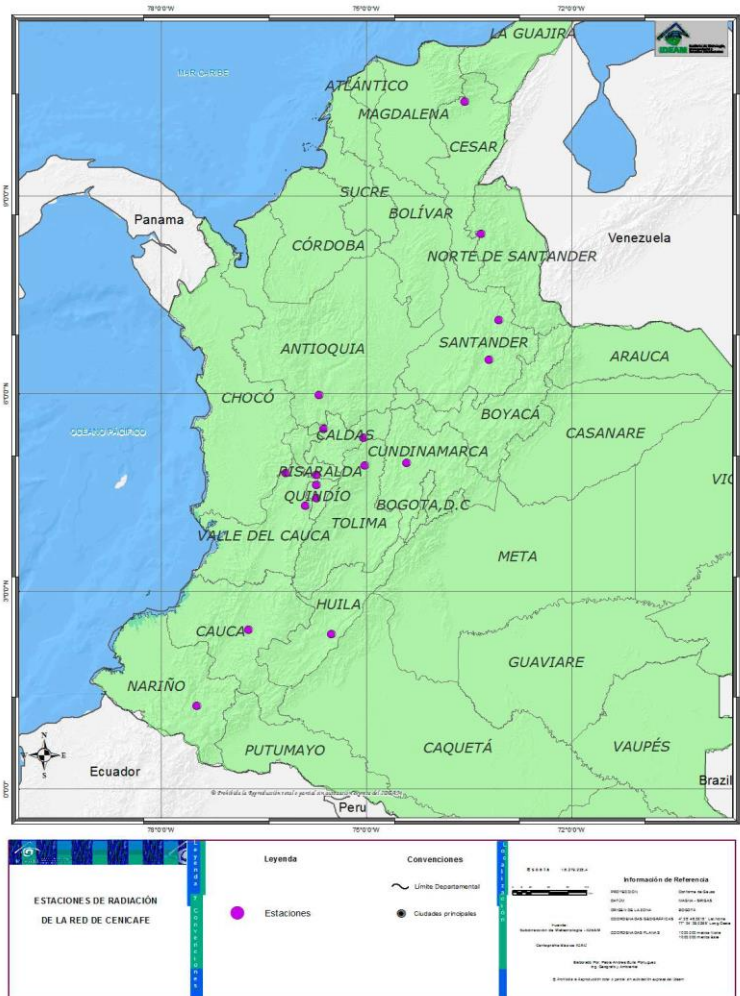
En la primera fase se evaluó la información meteorológica en donde se tuvo en cuenta el número de estaciones examinadas, sobre el total de estaciones contenidas en el atlas (IDEAM 2017).

En la segunda fase se llevó a cabo un proceso de modelación en el cual se aplican ecuaciones tales como (Modelo Angstrom-Prescott) para obtener la radiación global horizontal de cada región y la (Ecuación de Lambert-Beer) para obtener la Radiación ultravioleta (IDEAM 2017).

En la tercera fase fueron generados los mapas apoyado de las aplicaciones tecnológicas tales como ArcGis (versión 10) y utilizando coordenadas de orden geográfico se dio uso al sistema oficial que maneja Magna Sirgas (IDEAM 2017).

En la cuarta y última fase se analizan los datos finales en la cual se tuvo como resultado los Mapas, tablas, gráficos, histogramas, análisis regionales y a escala global y promedios horarios de cada una de las variables estudiadas (IDEAM 2017).

Teniendo en cuenta lo anterior se toma como base la investigación realizada por parte del centro nacional de investigaciones de café (Cenicafé), la cual se encuentra dentro del atlas del IDEAM y dispone de 17 estaciones meteorológicas, quienes han reportado la radiación global horizontal acumulada diaria hasta el año 2011, ubicadas más exactamente en lo que respecta a la región andina ver (Fig.36).



**Figura 36 Estaciones meteorológicas región andina fuente IDEAM**

Así mismo logramos evidenciar en la siguiente imagen las estaciones instaladas alrededor del año 1991, en los diferentes municipios y departamentos que han traído consigo datos históricos hasta el año 2012 y dentro de estos encontramos al municipio de Gigante Huila ver (Fig.37).

Estación	Municipio	Departamento	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Años Analizados
Rosario	Venecia	Antioquia	5,97	-75,70	1635	1991-2012
Santa Helena	Marquetalia	Caldas	5,32	-75,05	1395	1997-2009
Rafael Escobar	Supia	Caldas	5,45	-75,63	1307	1997-2005
Manuel Mejia	El Tambo	Cauca	2,40	-76,73	1735	1991-2008
Pueblo Bello	Pueblo Bello	Cesar	10,42	-73,57	1124	1996-2010
Santa Bárbara	Sasaíma	Cundinamarca	4,93	-74,42	1478	1997-2010
Jorge Villamil	Gigante	Huila	2,33	-75,52	1420	1992-2012
Ospina Pérez	Consaca	Nariño	1,25	-77,48	1603	1997-2010
Convención G.M. Barriga	Convención	Norte de Santander	8,42	-73,33	1261	1997-2010
Paraguaicito	Buenavista	Quindío	4,40	-75,73	1203	1997-2011
Maracay	Quimbaya	Quindío	4,60	-75,73	1402	1997-2011
Catalina	Pereira	Risaralda	4,75	-75,73	1321	1997-2011
San Antonio	Florida-blanca	Santander	7,10	-73,07	1539	1997-2010
Alberto Santos	Socorro	Santander	6,50	-73,22	1499	1998-2011
Trinidad	Libano	Tolima	4,90	-75,03	1456	1996-2011
Albán	El Cairo	Valle del Cauca	4,78	-76,18	1510	1997-2010
La Sirena	Sevilla	Valle del Cauca	4,28	-75,90	1519	1997-2012

**Figura 37 Estación Meteorológica Gigante Huila Fuente IDEAM**

Por medio del uso de estas herramientas es que se logra determinar la radiación solar que se recibe en estas regiones del país de forma directa y por medio de los radiómetros y la puesta en marcha de ecuaciones por medio de los modelos matemáticos se estima la relación indirecta o directa que se tiene sobre la radiación global con el brillo solar.

Dando continuidad a la indagación de la información se obtuvo como referencia el total de horas de sol diaria que se presentan en la región andina de Colombia, la cual demuestra sectores con promedios entre 5 y 6 horas diarias de rayos solares, dentro de estos se encuentran el

departamento del Huila en donde más exactamente es nuestro interés por ser donde se encuentra ubicado nuestro proyecto fotovoltaico.

En la siguiente imagen logramos observar la distribución del brillo solar medio diario anual que se presenta exactamente en el departamento del Huila, compuesto por la ciudad principal Neiva y los municipios que hacen parte de la región sur, entre estos se resalta el municipio de Gigante Huila el cual oscila entre las 3 y 4 horas de sol diario, notando que su disponibilidad del recurso solar que se cuenta en los diferentes meses del año, es notoria resultando un dato muy significativo para dar viabilidad a la instalación de nuestro sistema fotovoltaico, teniendo en cuenta que se cumple con uno de los requisitos más importantes como lo es la fuente que será convertida en energía eléctrica hablamos de los rayos solares ver (Fig.38).

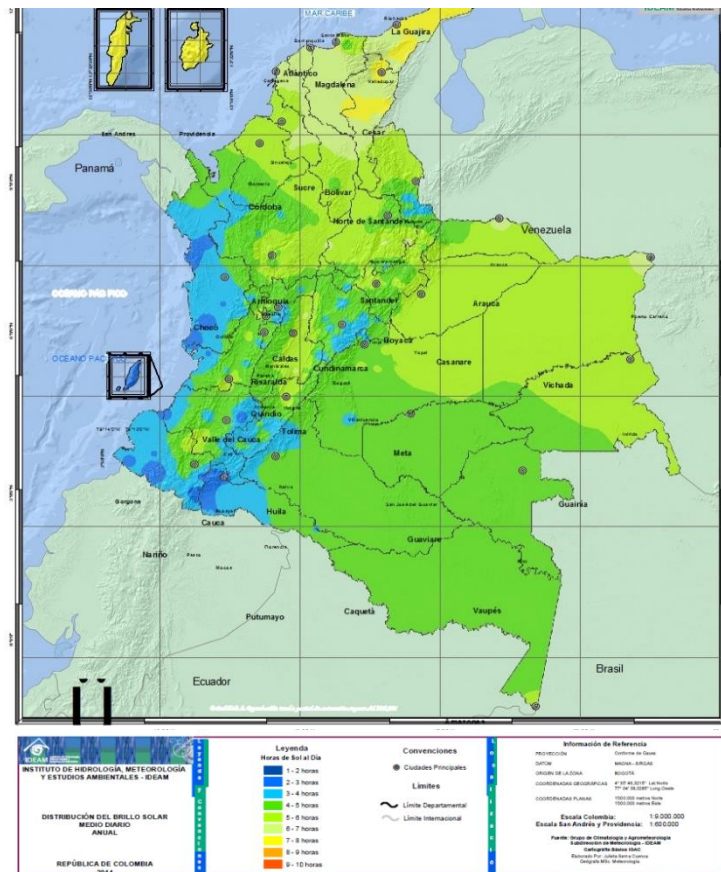


Figura 38 Distribución Brillo solar medio en el Huila Fuente IDEAM

Para el caso de la disponibilidad de recurso solar disponible logramos encontrar en esta investigación del atlas realizado por parte del IDEAM, unos datos estadísticos con los cuales se puede demostrar las cifras en cuanto a brillo solar durante los 12 meses del año, información que nos permitirá sentar las bases y los diferentes procedimientos para llevar a cabo la instalación del sistema solar fotovoltaico más acorde, de acuerdo a las condiciones climáticas, horas de sol durante el día entre otras, lo que permitirá un aprovechamiento más eficiente de este recurso, toda vez que estamos contando con históricos de indagaciones obtenidas durante los años 1979 hasta 2015, que dan fe absoluta de lo que se evidencia, teniendo en cuenta las rigurosas actividades y la metodología utilizada por parte de esta entidad Meteorológica, la cual le ha hecho seguimiento a todas las entidades encargadas de realizar estos estudios en los diferentes departamentos y municipio de Colombia, datos que fueron extraídos de las diferentes estaciones las cuales se encuentran en puntos estratégicos para que pueda ser claras las muestras, así mismo los equipos y las herramientas que se utilizaron fueron debidamente revisados, calibrados y puestos a prueba antes de iniciar con cada sesión, de tal manera que las fases que se mostraron anteriormente, fueron la estrategia puntual para que se logre materializar dichas estadísticas las cuales más adelante serán confrontadas con una herramienta que en la actualidad es utilizada para realizar estudios previos para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos, hablamos de la herramienta de consulta REETS CREN la cual una vez demostrado las cifras que registro el atlas, se realizara una comparación a fin de determinar los promedios que se utilizaran para el presente proyecto.

En la tabla 3 podemos evidenciar de las 497 estaciones que fueron puestas a prueba en este estudio, seleccionamos las de nuestro interés particular y nos ubicamos dentro de la tabla en lo que respecta al departamento del Huila y centramos nuestra visión en el municipio de Gigante,

lo cual se demuestran cada uno de los datos arrojados en los 12 meses del año, de lo cual se obtuvo un promedio de 3,7 horas de brillo solar para (radiación solar día) ver (Tab.3).

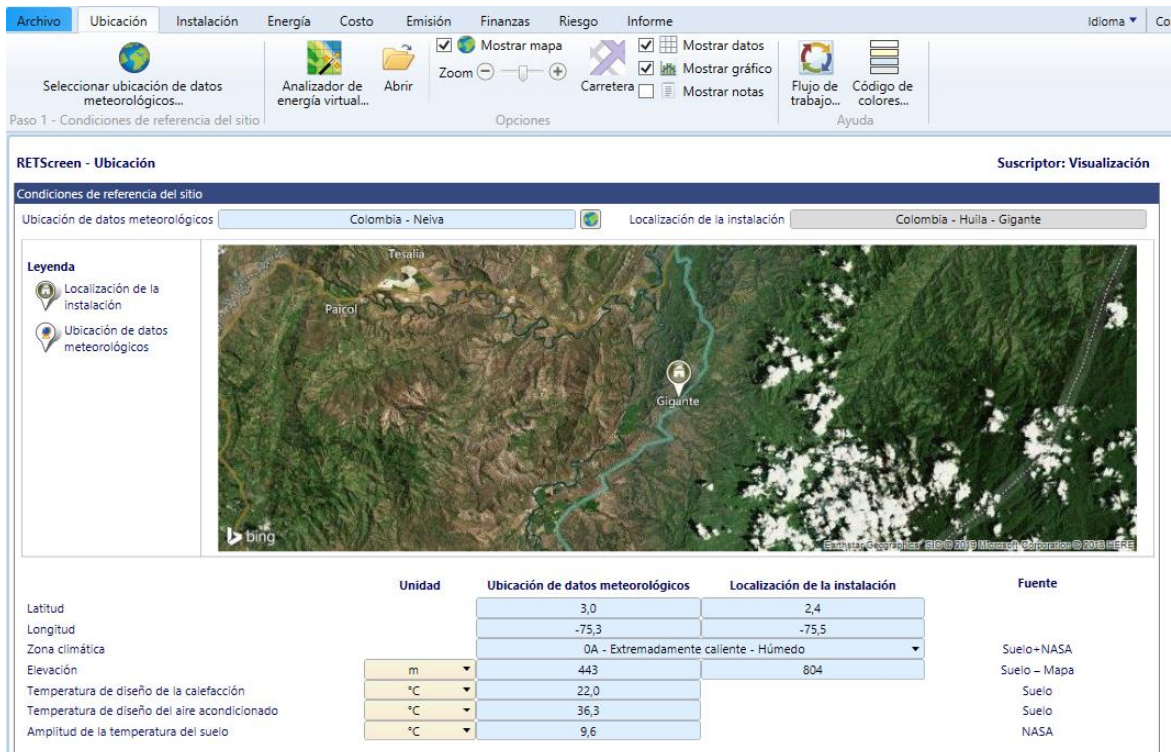
**Tabla 3 Promedio de horas sol día Estación Gigante Fuente IDEAM**

TOTAL ESTACIONES: 21							Valor promedio (Horas de Sol al Día)												Promedio Anual	Años de Información	Fecha Inicio	Fecha Final
Código	Estación	Municipio	Departamento	Latitud	Longitud	Elevación (m.s.n.m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC				
21035030	Cueva Los Guácharos	Acevedo	Huila	1,58	-76,00	2225	3,6	3,2	2,3	2,5	3,0	2,5	2,7	2,9	2,9	3,0	2,7	3,4	2,9	9	ene-79	ago-87
21105030	Algeciras	Algeciras	Huila	2,52	-75,32	1155	5,0	4,0	3,6	3,6	3,8	3,5	3,8	4,0	3,9	3,8	3,9	4,5	4,0	9	ene-79	abr-12
21025020	Altamira	Altamira	Huila	2,07	-75,80	1352	5,5	4,7	3,9	4,0	4,7	4,5	4,0	4,0	4,5	4,8	4,9	5,6	4,6	16	abr-79	ene-95
21025030	Altamira El Grifo	Altamira	Huila	2,07	-75,73	1368	5,3	4,8	3,7	4,0	4,1	4,4	4,4	4,8	4,5	4,6	4,6	5,2	4,5	16	ene-96	dic-12
21105050	Los Rosales	Campoalegre	Huila	2,60	-75,42	553	5,7	5,1	4,1	4,2	4,4	4,6	4,6	4,6	4,4	4,8	4,8	5,1	4,7	34	ene-79	dic-12
21145070	La Legiosa	Colombia	Huila	3,30	-74,70	1476	5,3	4,7	3,4	3,1	3,0	2,4	2,8	3,6	4,6	4,4	4,2	4,8	3,9	34	ene-79	dic-12
21065040	Zuluaga	Garzón	Huila	2,25	-75,52	1270	4,1	3,6	2,7	2,5	2,8	2,8	3,0	2,9	3,2	3,1	3,3	3,7	3,1	34	ene-79	dic-12
21065030	Jorge Villamil	Gigante	Huila	2,37	-75,55	1500	3,6	3,8	3,9	3,8	3,7	3,4	3,8	3,4	3,9	3,8	3,7	3,6	3,7	9	ene-84	dic-94
21035020	Resina	Guadalupe	Huila	1,90	-75,67	2102	3,7	3,5	2,9	2,9	3,1	3,5	3,3	3,6	3,8	3,3	2,9	3,4	3,3	28	ene-79	sep-07
21085020	Íquira	Íquira	Huila	2,65	-75,62	1095	5,3	4,8	3,9	4,4	4,5	4,9	4,4	5,0	4,9	4,8	4,2	4,7	4,7	18	feb-84	mar-10
21055020	Escuela Agr La Plata	La Plata	Huila	2,37	-75,88	1070	4,9	4,5	3,7	3,7	4,0	3,9	3,9	4,1	4,2	4,3	4,3	4,8	4,2	34	ene-79	dic-12
21115020	Aeropuerto Benito Salas	Neiva	Huila	2,93	-75,28	439	6,6	5,7	4,9	5,0	5,3	5,5	5,5	5,6	5,4	5,5	5,5	6,0	5,5	33	mar-78	dic-12
21115100	Palacio-Vega larga	Neiva	Huila	2,93	-75,05	1100	5,1	4,5	3,7	3,6	4,0	4,4	4,6	4,7	4,2	3,8	3,7	4,5	4,2	32	ene-79	dic-12
21115150	Villaranza	Neiva	Huila	2,93	-75,20	740	5,7	5,0	4,8	4,7	5,8	4,9	5,1	5,1	5,0	4,6	5,2	6,2	5,2	5	jun-83	dic-87
21095010	El Juncal	Palermo	Huila	2,82	-75,32	460	6,4	5,6	4,6	4,7	5,2	5,5	5,5	5,5	5,1	5,2	5,5	6,1	5,4	32	abr-81	dic-12
21015020	Sevilla	Pitalito	Huila	1,82	-76,12	1320	4,8	4,1	3,2	3,5	3,9	3,8	3,7	3,9	4,2	4,2	4,3	4,7	4,0	33	ene-79	dic-12
21015030	Parque Arqueológico	San Agustín	Huila	1,88	-76,28	1800	5,1	4,5	3,6	3,7	4,0	3,6	3,5	3,8	4,3	4,5	4,7	5,1	4,2	34	ene-79	dic-12
21125010	Santa María	Santa María	Huila	2,93	-75,58	1300	5,2	4,8	3,9	3,8	4,5	4,8	4,8	4,8	4,7	4,0	4,0	4,7	4,5	30	ene-79	dic-12
21085030	San Rafael	Teruel	Huila	2,75	-75,57	1030	5,0	4,4	3,7	3,8	4,0	4,3	4,0	4,1	4,4	4,2	3,8	4,2	4,2	22	ene-86	dic-12
21115120	La Boca	Villa vieja	Huila	3,18	-75,27	420	6,8	6,5	5,9	6,1	6,6	6,0	6,2	6,5	6,3	6,2	6,4	7,3	6,4	9	sep-81	jul-89
21145040	San Alfonso	Villa vieja	Huila	3,37	-75,10	440	5,1	4,8	4,1	4,6	5,0	5,0	5,3	5,4	5,1	4,8	4,5	4,3	4,8	33	ene-79	may-12

Con los datos obtenidos en nuestro punto de interés municipio de Gigante departamento del Huila, se optó por utilizar una herramienta académica de consulta RETS CREEN con la cual se dará paso a obtener la Radiación solar diaria horizontal en promedio para determinar el sistema de energía solar más apropiado de acuerdo a nuestras características y lugar geográfico de ubicación.

#### 8.4 Análisis del recurso solar disponible en la zona y la viabilidad para su captación

Para la obtención de los niveles de radiación periódicos se determinó utilizar la herramienta de consulta RETS CREEN (Fig.39), con la cual se analizara la viabilidad para nuestro proyecto de eficiencia energética y su rendimiento, con lo que se pretende demostrar estos datos y entre otros muchos, además para el ángulo que sea indicado. En el presente caso debido a la localización geográfica y al uso anual dado de la instalación, estos datos han sido obtenidos para el ángulo óptimo.



**Figura 39. Herramienta de consulta RETS CREEN Fuente de Minister of Natural resources 1997 – 2019.**

Una vez realizado la consulta en la herramienta de consulta RETS CREEN, en la siguiente grafica logramos evidenciar ubicación de datos meteorológicos, localización de la instalación en la cual se describe la latitud, la longitud, zona climática, elevación, temperatura de diseño de calefacción entre otros que son indispensables para obtener las medidas de irradiación que se esperan para adaptar el mejor sistema de energía solar fotovoltaico ver (Fig.40).

	Unidad		Ubicación de datos meteorológicos		Localización de la instalación		Fuente	
Latitud			3,0		2,4			
Longitud			-75,3		-75,5			
Zona climática			0A - Extremadamente caliente - Húmedo					Suelo+NASA
Elevación	m		443		804			Suelo - Mapa
Temperatura de diseño de la calefacción	°C		22,0					Suelo
Temperatura de diseño del aire acondicionado	°C		36,3					Suelo
Amplitud de la temperatura del suelo	°C		9,6					NASA

Mes	Temperatura del aire °C	Humedad relativa %	Precipitación mm	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m <sup>2</sup> /d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Grados-días de calefacción 18 °C °C-d	Grados-días de refrigeración 10 °C °C-d
Enero	27,7	78,5%	88,66	4,69	85,2	1,9	20,0	0	549
Febrero	27,9	77,6%	108,92	4,72	85,2	2,1	20,3	0	501
Marzo	27,8	79,8%	141,98	4,75	85,2	2,1	20,3	0	552
Abril	27,4	82,7%	149,10	4,58	85,2	2,2	19,8	0	522
Mayo	27,4	83,2%	126,79	4,78	85,3	2,2	19,3	0	539
Junio	27,6	81,8%	78,30	4,58	85,4	2,4	18,8	0	528
Julio	28,2	78,7%	62,31	5,00	85,4	2,5	18,9	0	564
Agosto	28,7	74,4%	46,50	4,86	85,4	2,6	20,0	0	580
Setiembre	28,9	71,8%	66,00	4,81	85,3	2,5	20,8	0	567
Octubre	27,5	76,2%	141,98	4,86	85,2	2,0	20,5	0	543
Noviembre	26,9	81,7%	175,50	4,69	85,2	1,7	19,7	0	507
Diciembre	27,0	82,1%	121,83	4,72	85,2	1,8	19,5	0	527
<b>Anual</b>	<b>27,7</b>	<b>79,0%</b>	<b>1.307,87</b>	<b>4,75</b>	<b>85,3</b>	<b>2,2</b>	<b>19,8</b>	<b>0</b>	<b>6.479</b>
<b>Fuente</b>	Suelo	NASA	NASA	Suelo	NASA	NASA	NASA	Suelo	Suelo

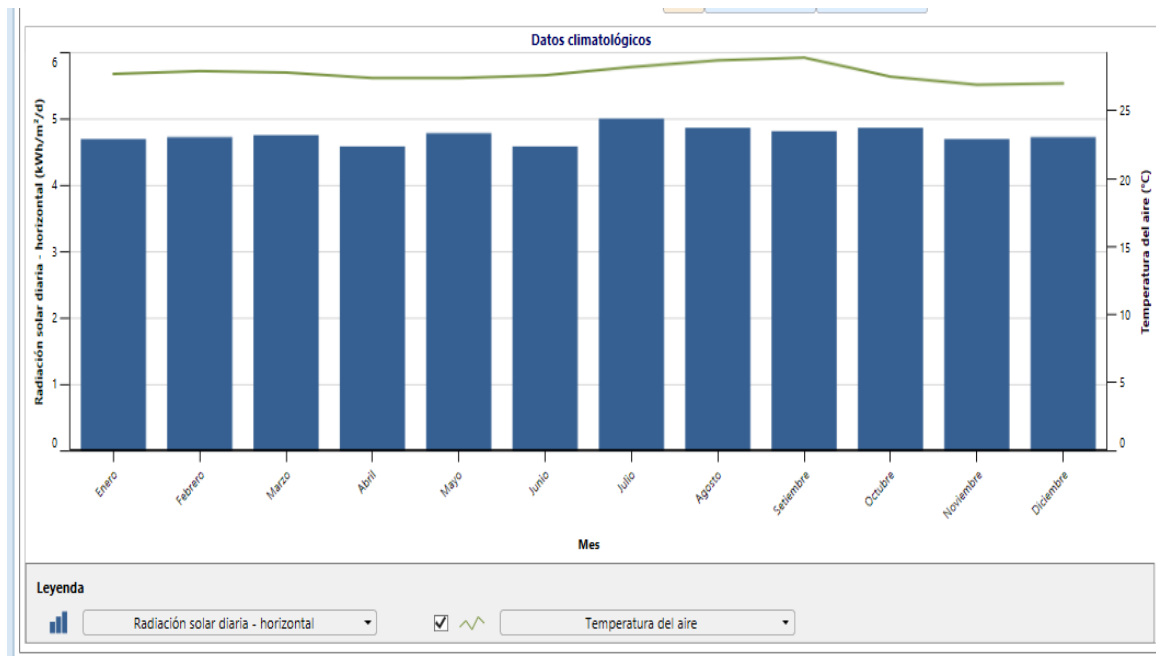
Medido a m 10 0

**Figura 40. Datos estadísticos Radiación solar diaria horizontal Fuente de Minister of Natural resorces 1997 – 2019.**

De igual forma como datos estadístico, logramos encontrar un aspecto muy significativo y con el cual se trabajara más adelante para establecer el sistema para la estación de servicio, hablamos de la radiación solar diaria horizontal la cual se logra notar que nos muestra las variaciones obtenidas durante los meses de enero a diciembre un año completo, en el cual se puede encontrar cifras muy positivas y que son de un margen apto para establecer la viabilidad de apropiar los recursos para direccionar los costos que pueda generar la adaptación de un sistema solar fotovoltaico, teniendo en cuenta que los niveles de irradiación comparados con otros países entre

ellos Alemania, de acuerdo a los estudios realizados por la periodista Elizabeth Ruiz James, este país cuenta con una radiación promedio mensual de (3.2kWh/m<sup>2</sup>), aun así se ha convertido en uno de los más importantes generadores de energía solar, aunque no evidencia las mejores condiciones climáticas para aprovechar esta fuente renovable de energía. En los cuales se han implementado este tipo de sistemas.

Para el caso de nuestra ubicación se cuenta con un margen de 4.75kWh/m<sup>2</sup>/d de Radiación solar diaria horizontal en promedio, lo que hace que sea totalmente viable la adaptación de un sistema solar que supla de manera eficaz la demanda energética de la estación, teniendo en cuenta que adaptar los equipos y el número de paneles adecuado, será un sistema optimo que podrá satisfacer cada uno de los requerimientos de energía limpia que esta requiere para su operación, por consiguiente se muestra la siguiente grafica donde se puede evidenciar el comportamiento de los promedios diario de Radiación ver (Fig.41).



**Figura 41. Gráfico de datos recurso solar disponible en la zona Fuente de Minister of Natural resorces 1997 – 2019.**

**Tabla 4.** Energía diaria consumida

Mes	Radiación (Kwh/m2)	Energía consumida Kwh (factura)	# de días	Energía diaria consumida
Enero	4,69	4115	31	132,7419355
Febrero	4,72	4399	28	157,1071429
Marzo	4,75	4174	31	134,6451613
Abril	4,58	4215	30	140,5
Mayo	4,78	4376	31	141,1612903
Junio	4,58	4322	30	144,0666667
Julio	5,00	4495	31	145
Agosto	4,86	3611	31	116,483871
Septiembre	4,81	3566	30	118,8666667
Octubre	4,86	4102	31	132,3225806
Noviembre	4,69	4464	30	148,8
Diciembre	4,72	4875	31	157,2580645

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla No. 4 se logra obtener la energía diaria consumida en la estación de servicio Cootransgigante LTDA, a partir de dividir el consumo mensual que se evidencio en la factura entre los días que comprenden cada mes del año de tal forma que se presenta un factor individual con el cual estimaremos el cálculo siguiente:

**Tabla 5.** Factor de energía

Mes	Radiación (Kwh/m2)	Energía consumida Kwh (factura)	# de días	Energía	Factor de Energía
Enero	4,69	4115	31	132,7419355	0,035331713
Febrero	4,72	4399	28	157,1071429	0,030043192
Marzo	4,75	4174	31	134,6451613	0,035277911
Abril	4,58	4215	30	140,5	0,032597865
Mayo	4,78	4376	31	141,1612903	0,033861974
Junio	4,58	4322	30	144,0666667	0,031790838
Julio	5,00	4495	31	145	0,034482759
Agosto	4,86	3611	31	116,483871	0,041722515
Septiembre	4,81	3566	30	118,8666667	0,040465508
Octubre	4,86	4102	31	132,3225806	0,036728425
Noviembre	4,69	4464	30	148,8	0,031518817
Diciembre	4,72	4875	31	157,2580645	0,030014359

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla No. 5 se evidencia el factor de energía que se obtiene a partir de dividir la Radiación (Kwh/m<sup>2</sup>) por la energía diaria consumida, de tal forma que logremos establecer el factor de energía menor el cual vemos que es el mes de Diciembre en comparación con los demás es el más pequeño, lo que quiere decir o me indica es el peor mes en términos de consumo de energía pues es el más elevado a diferencia de los demás, por lo cual hay mayor exigencia del sistema solar fotovoltaico a implementar.

#### **8.4.1 Cálculo solar.**

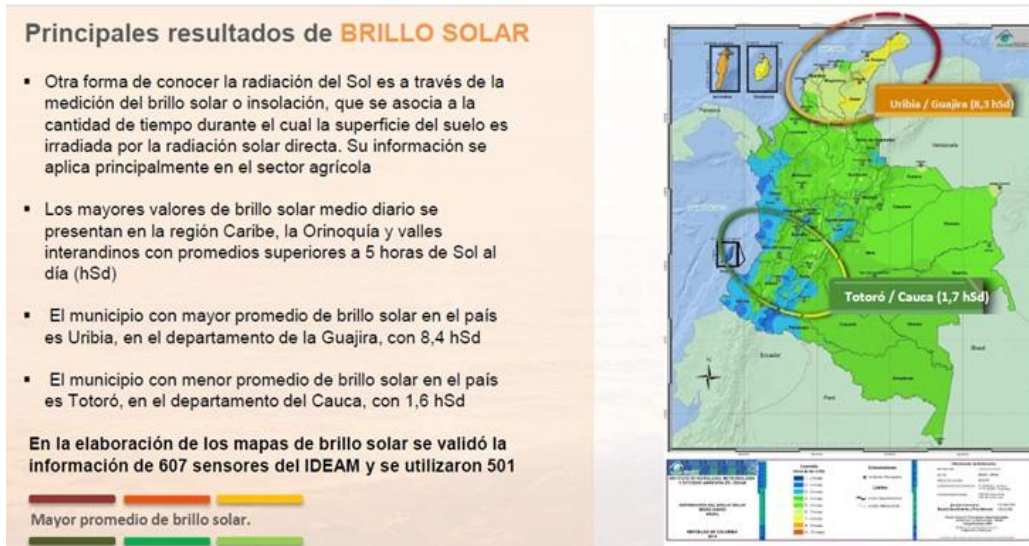
En este caso para calcular la cantidad de paneles solares que debemos adaptar a nuestro sistema solar fotovoltaico, utilizaremos los datos obtenidos a partir de la Tabla comparativa estimación de consumos y definición de la capacidad requerida una vez analizadas las facturas de consumo de energía eléctrica mensual en promedio, los resultados obtenidos producto de la investigación realizada por parte del IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y un panel solar de 340W Mono cristalino.

#### **8.4.2 Datos para utilizar.**

Consumo de energía eléctrica mensual promedio: 4226 Kwh (estimados).

Promedio horas solar pico durante el día: 5 horas de Sol al día (hSd) se presentan en la región Caribe, la Orinoquía y valles interandinos, ver (Fig.42) de acuerdo a estudios realizados por parte de IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Se realiza lo siguiente:



**Figura 42. Horas pico de sol diaria en el Departamento del Huila dato estadístico obtenido por parte de IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.**

*E = Consumo diario*

*Hsp = Horas solar pico*

*Wp = Potencia del Panel*

*Factor de seguridad = 1,3*

$$E = \frac{4226 \text{ Kwh}}{30 \text{ días}} = 140,8 \text{ Kwh}$$

$$E = 140,800 \text{ wh}$$

$$Hsp = 5 \text{ horas de Sol al día (hSd)}$$

$$Wp = 340 \text{ wh}$$

$$\frac{140,800 \text{ wh} \times 1,3}{5 \text{ horas} \times 340 \text{ wh}}$$

$$\frac{183,040 \text{ wh}}{1,700} = 107 \text{ paneles solares de } 340 \text{ wh}$$

## **8.5 Investigación de costos, evaluación de las cotizaciones y definición de la propuesta más viable de implementación.**

En este caso se solicitó la intervención de las empresas TECNOVIDA C&V S.A.S y ECO SMILE Ingeniería sostenible, las cuales desarrollan proyectos sostenibles con sistemas solares fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica, con base en las características que procuran la conservación del medio ambiente y la disminución del impacto global, producto de la huella de carbono, que generamos al producir electricidad convencional.

Dichas empresas intervinieron de manera física las instalaciones, equipos y herramientas con las que cuenta la estación de servicio Cootransgigante LTDA y requieren de energía eléctrica para su funcionamiento, se tuvieron en cuenta las características del fabricante, amperajes, voltios y consumo de cada uno de estos, así mismo los antecedentes de consumo en los recibos de energía eléctrica del año anterior, con lo que se determinó las necesidades energéticas y la potencia requerida para el normal desarrollo de las operaciones de la estación; en base a ello se expidió cotización respectiva la cual se ajusta al modelo o diseño adecuado para suplir las necesidades de generación de energía eléctrica que se busca en este proyecto.

Es de anotar en dichas cotizaciones se aplicó el número de paneles solares que se requieren para la generación del recurso eléctrico, tomando como base los antecedentes antes mencionados, el informe técnico que elaboraron las empresas, las cuales han tenido la experiencia de diseñar e implementar sistemas solares fotovoltaicos para viviendas, estaciones de servicio y otras actividades económicas, por lo cual se anexan dichos esquemas con el fin de elegir la propuesta más viable en este caso.

En la siguiente imagen se logra evidencia la cotización realizada por parte de la empresa TECNOVIDA, la cual una vez identificados cada uno de los aspectos que hicieron parte del estudio entregó su apreciación de precios y productos necesarios para desarrollar la instalación (Fig.43).



CONTRIBUYENDO AL MEDIO AMBIENTE

10 Abril de 2019

Señores.  
COOTRANSIGIGANTE

Asunto: COTIZACION: COOG-01

Apreciados Señores

Nos complace presentarles la siguiente Cotización con relación a los distintos Componentes de Sistema con Energía Fotovoltaica "Paneles Solares" Con altos estándares de calidad y precios Competitivos para el Soporte de energía en las Instalaciones de COOTRANSIGIGANTE. Previo estudio al consumo evidenciado en su recibo de luz.

Requerimiento en (Wp) 18050 Wp

ITEN	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO SIN IVA	
1	PANELES SOLARES MONOCRISTALINO DE 340W 24V	107	\$ 457.000	\$ 48.899.000
2	INVERSOR 230 VAC/5000VA	3	\$ 4.317.000	\$ 12.951.000
3	KIT PARALELO 5KVA	3	\$ 360.000	\$ 1.080.000
4	TRANSFORMADOR AISLAMIENTO PURO DE 15 KVA	1	\$ 3.630.000	\$ 3.630.000
5	CAJAS DE PROTECCION SISTEMA 50X40X20	3	\$ 1.200.000	\$ 3.600.000
6	CABLE SOLAR 6MM	60	\$ 7.200	\$ 432.000
7	CABLE Nº10 COBRE 7 HILOS	20	\$ 1.800	\$ 36.000
SUB TOTAL				\$ 70.628.000
IVA 19%				\$ 13.419.320
TOTAL				\$ 84.047.320

La instalación va por separado y tiene un valor de \$ 9.380.000. Que cubre Transporte del sistema, Transporte del personal, parrilla, Sistema, Polo a Tierra, y demás retenciones de Ley.

El total de Proyecto tiene un valor de \$ 93.427.320 NOVENTA Y TRES MILLONES CUATROCIENTOS VEINTISIETE MIL TRESCIENTOS VEINTE PESOS.MTE.

1 Celulares: 317 8864817- – 3202697097  
Teléfonos: (5)2811338 Sincelajo, Sucre  
Correo: [tecnovida@outlook.es](mailto:tecnovida@outlook.es) - [yilberan@hotmail.com](mailto:yilberan@hotmail.com)

Figura 43 Cotización empresa TECNOVIDA

En la siguiente imagen se logra evidencia la cotización realizada por parte de la empresa ECOSMILE, la cual igualmente entrego su apreciación de precios y productos necesarios para desarrollar la instalación (Fig.44)

					
<b>CLIENTE</b> COOTRANSIGIGANTE <b>CONTACTO</b> COOTRANSIGIGANTE <b>DIRECCION E-MAIL</b> <a href="mailto:COOTRANSIGIGANTE@HOTMAIL.COM">COOTRANSIGIGANTE@HOTMAIL.COM</a> <b>TELEFONO</b> No. COTIZACION REFERENCIA FECHA MEDIOS DE PAGO CONDICIONES DE PAGO VALIDEZ DE LA OFERTA FECHA DE ENTREGA SITIO DE INSTALACION	COOTRANSIGIGANTE COOTRANSIGIGANTE <a href="mailto:COOTRANSIGIGANTE@HOTMAIL.COM">COOTRANSIGIGANTE@HOTMAIL.COM</a> 789 SISTEMA SOLAR INTERCONECTADO. 30/04/2019 CONSIGNACION TRANSFERENCIA BANCARIA 50% ANTICIPO 50% PREVIA ENTREGA 30 DIAS A CONVENIR GIGANTE	Ecosmile SAS Ingenieria Sostenible Nit. 900561937-7  Av. La Toma. Calle 13-No 5-111 Local 2 (Oficina). Av. 19 Sur. 6a-45 Zona Industrial (Planta). Neiva Huila.  Ecosmilesas@gmail.com Fb. Ecosmile SAS Cel. 3103752881-313878632			
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
<b>SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA SOLAR INTERCONECTADO A LA RED 2500kwh/año</b>					
1	PANEL SOLAR DE 270WP	135	UND	\$710.000	\$95.850.000
2	CABLE SOLAR 6MM GENERAL CABLE	80	M	\$5.000	\$400.000
3	TERMINAL HEMBRA SIMPLE MC4	3	UND	\$50.000	\$250.000
4	TERMINAL MACHO SIMPLE MC4	3	UND	\$50.000	\$250.000
5	CONECTOR ( HEMBRA) Y 1 Negativo / 2 Positivo	3	UND	\$50.000	\$250.000
6	CONECTOR ( MACHO) Y 1 Negativo / 2 Positivo	3	UND	\$50.000	\$250.000
7	INVERSOR FRONIUS IG Plus V3.1( 3000W TRIFASICO 208V 240V)	1	UND	\$15.000.000	\$15.000.000
8	INSTALACION KIT ENERGETICO ( INCLUYE ESTRUCTURA, PERSONAL, TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES)	1	GLB	\$12.000.000	\$12.000.000
<b>ESQUEMA DE SISTEMA SOLAR INTERCONECTADO A LA RED ON GRID</b> 				<b>SUBTOTAL</b>	\$124.250.000
				<b>TOTAL</b>	\$124.250.000
<b>CARACTERISTICAS</b>	El sistema Interconectado a la Red Eco-Int 3.0KW, consta de 135 Paneles Solares JINKO Instalados de 270WP, 1 Inversor Fronius IG Plus 3000W, Terminales Hembra y Macho Mc4, Cable Solar e instalacion del Sistema se entrega Aterrizado y Operativo. Se instala Main Storage PCL Manual de Operacion. Capacitacion Teorico-Practica Uso Sistema Solar OnGrid. Garantia en Sitio. #YoSoyEcoyTu #ReciclaSoloPorHoy		<b>GARANTIA.</b> 15 años en Paneles solares, 3 años Inversor, 2 Mantenimientos Preventivos Anuales. Equipos y Accesorios Repuestos incluidos en caso de falla operabilidad. <b>NOTA.</b> Capacitacion teorico-Practica Uso del Sistema Solar OnGrid. <b>DESCRIPCION FORMA DE PAGO.</b> * Favor Consignar Cuentas Corriente * Segun Condicion Banco de Occidente. No. 383004199.		
ECO-COT-ES 03 -V3 DIC. 2017 					

Figura 44. Cotización empresa ECO SMILE Ingeniería

Una vez analizadas las propuestas de los diseños e implantación del sistema solar fotovoltaico interconectado de acuerdo a las necesidades energéticas que requiere la estación de servicio Cootransgigante LTDA, se logra observar una gran diferencia en términos de costos ya que al realizar el comparativo la empresa TECNOVIDA C&V S.A.S presenta una oferta con un valor total de \$ 93.427.320 millones de pesos incluida la instalación, transporte del equipo, transporte del personal, sistema polo a tierra y demás retenciones de ley, mientras que la empresa ECO SMILE Ingeniería sostenible presenta una cotización que presenta un valor comercial de \$124.250.000 millones de pesos instalación kit energético ( incluyendo la estructura, personal, transporte de equipos y materiales).

Analizando el tema de costo beneficio y una vez se determinaron cada uno de los criterios y el concepto de la Gerencia de la empresa Cootransgigante LTDA, se opta por elegir los productos y las garantías que ofrece la empresa TECNOVIDA C&V S.A.S ya que en términos de calidad de equipos y la capacidad de los paneles podemos observar lo siguiente:

1. Los paneles solares que ofrece la empresa ECO SMILE Ingeniería sostenible tienen un capacidad de 270WP, comparado con los de la empresa TECNOVIDA C&V S.A.S, estamos hablando de características de panel solar Monocristalino de 340w 24v, con un valor comercial por debajo del primero de los mencionados; si eligiéramos el de la empresa ECO SMILE en lo concerniente al tema de capacidad se incrementaría el número de paneles solares de acuerdo a los cálculos realizados en un número total de 135 unidades, lo que incrementaría los costos y la inversión, así mismo el espacio pues necesitaríamos más superficie a ocupar teniendo en cuenta este criterio.

2. En el tema de garantía la empresa ECO SMILE Ingeniería sostenible, ofrece una cobertura de 15 años, mientras la empresa TECNOVIDA C&V S.A.S, brinda soporte de calidad y durabilidad una vida útil de 25 años lo que prolongaríamos 10 años más el flujo de caja y el retorno a la inversión, posicionándose como un negocio más rentable en términos de durabilidad y costos en la inversión.
  
3. Además de capacitar en el tema de sistemas solares fotovoltaicos a los funcionarios que tendrán contacto directo con los equipos, ofrece 5 mantenimientos preventivos anuales lo que aseguraría un margen de tiempo prolongable en el cual se obtendría la experiencia y el conocimiento empírico necesario para operar de manera adecuada esta tecnología.

## 8.6 Descripción de los equipos



Panel Solar Mono cristalino Marca JINKO 340W su garantía de funcionamiento está proyectada para una vida útil de 25 años ver (Fig.45).

**Figura 45 Panel Solar Mono cristalino JINKO 340W**



Inversor monofásico On-Grid Gela – Gener Solar V 5KW, Max PV Input 5000W, MPP Voltage range 250VDC ~ 450VDC, Max input current 1\*18A, Normal AC voltage, 230VAC, 50Hz / 60Hz ver (Fig.46).

**Figura 46 Inversor monofásico On-Grid Gela – Gener**



Kit paralelo 5KVA Accesorio que permite a los inversores expandir la potencia del sistema solar, juntando en paralelo como varios inversores, hasta un máximo de 6 unidades, de tal forma que se puede configurar el sistema de 2 modos diferentes 1 operación en paralelo y la 2 operación trifásica ver (Fig.47).

**Figura 47 Kit paralelo 5KVA**



Transformador de aislamiento puro de 15 KVA, el cual sirve para aislar las conexiones de entrada y salida de energía, asegurando que de manera independiente queden cada uno de los suministros internos y externos de energía eléctrica ver (Fig.48).

**Figura 48 Transformador de aislamiento puro de 15 KVA**



Cajas de protección sistema 50X40X20, se utiliza generalmente para controlar explosiones del sistema en caso de alguna falla mecánica, son elaboradas en aluminio y posee tornillos de acero ver (Fig.49).

**Figura 49 Cajas de protección sistema 50X40X20**



Cables reticulados de haz de electrones con doble aislamiento para aplicaciones de energía fotovoltaica. El cable fotovoltaico se utiliza principalmente en los sistemas de equipos fotovoltaicos de línea de línea con una tensión de CC máxima de 1.8 kV con clase de seguridad II. Debe ser compatible con el sistema estándar de unión y conexión ver (Fig.50).

**Figura 50 Cables reticulados de haz de electrones con doble aislamiento**



Cable N°10 cobre 7 hilos fabricado en cobre, actúa como aislador y mantiene las temperaturas de los sistemas energizados 75°C ver (Fig.51).

**Figura 51 Cable N°10 cobre 7 hilos**

## 8.7 Realizar análisis coste beneficio de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica.

### 8.7.1 Análisis recuperación de la inversión mediante VPN y TIR.

En la tabla número 6 se logra evidenciar cada uno de los valores del consumo de energía eléctrica durante la vigencia del año 2018, los cuales teniendo en cuenta su consumo son bastante elevados.

**Tabla 6.** Valor consumo energía eléctrica año 2018

<b>Periodo</b>	<b>Valor consumo 2018</b>
Enero	\$ 3.167.380
Febrero	\$ 3.398.190
Marzo	\$ 3.168.670
Abril	\$ 3.244.747
Mayo	\$ 3.132.830
Junio	\$ 3.268.185
Julio	\$ 3.399.759
Agosto	\$ 2.730.545
Septiembre	\$ 2.696.517
Octubre	\$ 3.101.827
Noviembre	\$ 3.375.562
Diciembre	\$ 3.686.350
<b>Total</b>	<b>\$ 38.370.562</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla No. 7 realizamos la operación por medio del método de la tasa interna de retorno y el valor presente neto, de tal manera que logremos identificar los tiempos de la recuperación de la inversión, y la tasa de oportunidad que será reflejado en el flujo de caja que le generara a la empresa para oro tipo de actividades.

**Tabla 7.** Costo – Beneficio.

Periodo	Ingresos	Tasa de oportunidad	19%	EA	Flujos Netos a Vp	Acumulado con tasa de oportunidad (DBP)
		Egresos	Neto	Acumulado sin tasa de oportunidad (PB)		
0		\$ 93.427.320,00	-\$93.427.320	\$93.427.320	\$93.427.320	\$93.427.320
1	\$ 38.370.562,00		\$ 38.370.562	\$55.056.758	\$32.244.170	\$61.183.150,25
2	\$ 38.370.562,00		\$ 38.370.562	\$16.686.196	\$27.095.941	\$34.087.209,29
3	\$ 38.370.562,00		\$ 38.370.562	\$21.684.366	\$22.769.698	\$11.317.511,00
4	\$ 38.370.562,00		\$ 38.370.562	\$60.054.928	\$19.134.200	\$7.816.689,25
5	\$ 38.370.562,00		\$ 38.370.562	\$98.425.490	\$16.079.160	\$23.895.849,11
		<b>VPN</b>	<b>\$23.895.849</b>			
		<b>TIR</b>	30%	EA		
		<b>RI</b>	19%	EA		
		<b>TIRM</b>	25%	EA		
		<b>PB</b>	2,4	Años		
		<b>DBP</b>	3,26	Años		

*Fuente: Elaboración propia*

Tomando como punto de análisis el costo del proyecto y el pago mensual que realizan por concepto de pago de energía eléctrica a ELECTROHUILA. Que es de \$ 38.370.562 mensual en promedio. Estaría retornando el dinero invertido en el proyecto en 2 años y 4 meses.

## 9. Glosario

Energía solar fotovoltaica: Es el producto de la conversión de los rayos que genera el sol en energía eléctrica renovable, por medio de dispositivos fotovoltaicos.

Recurso renovable: Son directamente los acervos que se disfrutan de la naturaleza, sin que interceda la manipulación de los seres humanos. Estos recursos los encontramos en el aire que respiramos, el recurso hídrico, y cada uno de los componentes de nuestro ecosistema, los cuales son indispensable para que haya vida en nuestro planeta.

Recursos no renovables: cada una de las bondades que nos brinda la naturaleza los cuales no son regenerativos, pues son limitados y con el transcurrir de los años está destinado a desaparecer.

KW: Unidad que se utiliza para medir la potencia eléctrica.

W: equivale a la potencia capaz de conseguir la producción de energía

KWH: unidad de medida que se expresa en potencia x tiempo, es decir, es una unidad que mide la energía.

RETS CREEN: Sistema de programación académica con el cual se logra analizar cada una de las características que definen la posibilidad de un proyecto que sea fundamentado por medio del uso de recursos renovables.

Radiación solar: Es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas que son proporcionadas directamente por los rayos del sol.

Proyectos sostenibles: Actividad o ejercicio que garantiza los propósitos trazados dentro de un proyecto que se torna duradero aun luego de su etapa de conclusión y genera beneficios económicos a los que en estos intervienen.

Impacto global: Cambios evidenciados producto de cada una de las actividades del ser humano, que desencadenan desequilibrio en el ecosistema.

Panel solar: Dispositivo tecnológico que está constituido por celdas o módulos solares, los cuales convierten este recurso en energía eléctrica sostenible.

Flujo de caja: Cantidad de liquidez o dinero que puede ser proyectado a largo, mediano o corto plazo en los proyectos de una organización.

Inversor monofásico: Dispositivo que se utiliza para convertir energía continua en corriente alterna.

Kit de paralelo: Equipo o accesorio que permite la conexión de varios sistemas para las sumas de corriente o energía que requiera una instalación eléctrica.

Transformador de aislamiento puro: Aíslan, filtran y suprimen ruido eléctrico en la red de alimentación. Además tienen una pantalla electrostática entre el primario y secundario aislando las cargas que se encuentran al equipo de señales indeseables que se generan o transmiten por la red eléctrica.

Cajas de protección sistema: Dispositivo que interrumpen un circuito cuando se sobrepasa a un valor preestablecido de corriente. Protege de manera confiable a los equipos y cableado del sistema FV.

VPN: Valor presente neto con el cual se evalúan proyectos con una inversión a largo plazo.

TIR: Tasa interna de retorno permite identificar o calcular los flujos de caja ingresos menos gastos descontando la tasa de interés que se haya generado en el proyecto.

## 10. Cronograma

<b>Proyecto de grado</b>	<b>Estudio de viabilidad operativa de un sistema de energía solar fotovoltaico para la sostenibilidad energética de la estación de servicio cootransgigante LTDA.</b>					
<b>Alumno</b>	Angel Humberto Hernández Urriago	<b>Modelo de gestión organizacional</b>				
<b>Objetivo General</b>	Desarrollar un estudio operativo y organizacional para determinar la viabilidad de un sistema de energía solar fotovoltaica que permita la sostenibilidad energética de la estación Cootransgigante Ltda, del municipio de Gigante – Huila.	<b>Duración en semanas</b>				
<b>Objetivo específico 1</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
Analizar la demanda energética de la empresa para su operación.	Evaluar instalaciones y los equipos que consumen energía eléctrica dentro de la estación, con el fin de tomar los datos necesarios para establecer la demanda de consumo de energía.	Angel Hernández				
<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
Realizar un análisis del recurso solar disponible en la zona y la viabilidad para su captación.	Determinar la capacidad requerida, para evaluar el recurso solar disponible en la ubicación de la empresa.	Angel Hernández				
<b>Objetivo específico 3</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
Proyectar la demanda energética de la empresa, con el fin de	Estudio de la demanda de energía requerida por la empresa para su	Angel Hernández				

cotizar el sistema de energía solar con base a la capacidad requerida, analizar y comparar el más adecuado.	funcionamiento, establecimiento de intervalo de confianza para evaluar la demanda requerida.					
<b>Objetivo específico 4</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
Investigar costos, evaluación de las cotizaciones y definición de la propuesta más viable de implementación.	Cotización y análisis comparativo de ofertas de proveedores para definir la propuesta viable para implementación.	Angel Hernández				
<b>Objetivo específico 5</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
Realizar análisis coste beneficio de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica.	Estudio de recuperación de la inversión e identificación de los beneficios económicos futuros. Socialización resultados obtenidos de la investigación.	Angel Hernández				

## 11. Conclusiones

Una vez desarrollado el presente documento, se logra desarrollar cada una de las actividades propuestas en el plan de trabajo presentado en la fase preliminar de este proyecto, de tal manera que a partir de la asesoría del tutor encargado de guiar este proceso, se estructuran una serie de evidencias que soportan el estudio de factibilidad de un diseño de energía solar fotovoltaica para la estación de servicio Cootransgigante LTDA.

Se desarrolló un análisis respectivo del recurso solar disponible en la zona de estudio, utilizando un software o herramienta de consulta RETS CREEN, la cual nos arrojó cada una de las estadísticas de irradiación con las cuales se cuenta en la zona donde se pretende adaptar el sistema de energía solar fotovoltaica, evidenciándose la factibilidad de hacer uso de paneles solares para su captación, debido a que en promedio se obtienen estadísticas de radiación solar de  $[[4,75 \text{ Kwh/m}]^2/\text{d}$ .

Se logró determinar la demanda energética de la estación a partir del seguimiento de cada uno de los sistemas, equipos herramientas y maquinaria necesaria para llevar a cabo las actividades administrativas y operativas de la Estación, de tal manera que se estima la proyección para el cálculo del sistema más adecuado de acuerdo a las necesidades energéticas para las operaciones diarias.

A partir de cada una de las propuestas estudiadas, se identifican los equipos y la cotización más conveniente, con la cual se pretende optimizar los recursos y disminuir los gastos que representa adaptar un sistema tecnológico como lo son los sistemas solares fotovoltaicos.

Mediante un análisis VPN (Valor presente Neto) y TIR (Tasa interna de retorno), se logra demostrar el tiempo en la recuperación de la inversión y el porcentaje de optimización en las ganancias que representaría frente a la disminución del consumo de energía eléctrica, generando así un flujo de caja muy tentador para la organización.

## **12. Recomendaciones**

Las instalaciones solares fotovoltaicas son un medio de producir energía eléctrica muy recomendable, pues sin duda en las prácticas y cada una de las experiencias a nivel mundial es evidente la disminución de la contaminación producto de la explotación de los recursos renovables, es un medio que está encaminado a proteger el medio ambiente, ahorrar en costos y pagos de facturas, y como forma de optimizar los procesos e innovar tecnológicamente dentro de la organización.

Es muy importante antes de instalar un sistema solar fotovoltaico, realizar cada uno de los análisis desde el punto de vista económico, tipo de sistema acorde al lugar, ubicación, de tal manera que la viabilidad de este sea sustentable en la medida que se cumplan las características necesarias para su diseño e implementación, de tal manera que así se logra una buena rentabilidad.

Es de notar que existen un sinnúmero de sistemas solares fotovoltaicos, de acuerdo a nuestra necesidad debemos adoptar los equipos y las capacidades establecidas para que no exceda o se limite la capacidad requerida en nuestro campo.

Es de vital importancia realizar los cálculos de manera exacta para evitar posibles problemas que puedan incurrir en un mal funcionamiento de la instalación.

## Referencias

Correa, J. S.-J. (11 de 07 de 2013). Revista eólica y del vehículo eléctrico. Recuperado el 10 de 05 de 2018, de <https://www.evwind.com/2013/07/11/para-detener-el-cambio-climatico-se-deben-sustituir-los-combustibles-fosiles-por-energias-renovables-eolica-termosolar-fotovoltaica-geotermica/>

Cruz, J. C. (21 de 07 de 2013). Estímulos para la implementación de energías renovables. Recuperado el 15 de 05 de 2018, de <https://www.asuntoslegales.com.co/analisis/julian-camilo-cruz-506421/estimulos-para-la-implementacion-de-energias-renovables-2043323>

Estévez, R. (16 de 10 de 2016). ¿Avanza la implantación de las energías renovables? Recuperado el 19 de 05 de 2018, de <https://www.ecointeligencia.com/2016/10/implantacion-energias-renovables-2016/>

Silva, G. G. (03 de 09 de 2017). Implementación de Energías Renovables en Colombia. Recuperado el 17 de 05 de 2018, de <http://senaboyaca.esiga.info/wp-content/uploads/2017/09/3.Implementaci%C3%B3n-de-Energ%C3%ADas-Renovables-en-Colombia-.compressed.pdf>

Brisas, L. (01 de 11 de 2018). Las Brisas. Obtenido de <http://carnelasbrisas.com/index.php/donde-comprar>

CHAPARRO, G. P. (20 de 05 de 2015). TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE UNA INVERSIÓN. Recuperado el 03 de 05 de 2019, de <https://www.youtube.com/watch?v=mg75SRSJA4Y>

DISTRIBUCION, M. D. (01 de 11 de 2018). MODELOS DE DISTRIBUCION. Obtenido de <https://www.mindmeister.com/es/799450158/modelos-de-distribucion>

Energetico, A. (01 de 01 de 2017). PANEL SOLAR MONOCRISTALINO JINKO 340W | AHORRA EN LA FACTURA DE ENERGÍA. Recuperado el 20 de 04 de 2019, de <http://aliadoenergetico.com/producto/panel-solar-monocristalino-jinko-340w/>

Ferrer, M. P. (2001). Métodos de recuperación secundaria. Obtenido de <https://www.lacomunidadpetrolera.com/2008/12/mtodos-de-recuperacin-secundaria.html>

Goncalves, C. J. (2008). Los manuales administrativos. Obtenido de [http://www.mnve.mil.ve/web/index2.php?option=com\\_content&task=emailform&id=110&itemid=96](http://www.mnve.mil.ve/web/index2.php?option=com_content&task=emailform&id=110&itemid=96)

Heredia, F. (2013). 5 pasos para hacer un Manual de Procedimientos. Obtenido de <https://www.pymempresario.com/2013/07/5-pasos-para-hacer-un-manual-de-procedimientos/>

incertidumbre, T. d. (01 de 11 de 2018). Toma de decisiones estratégicas bajo incertidumbre. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/toma-decisiones-estrategicas-bajo-incertidumbre/>

Inventario, L. M. (01 de 11 de 2018). LCS Modelo de Inventarios. Obtenido de [https://www.emagister.com/uploads\\_user\\_home/Comunidad\\_Emagister\\_6561\\_inventario.pdf](https://www.emagister.com/uploads_user_home/Comunidad_Emagister_6561_inventario.pdf)

K.M, D. (2011). El manual como herramienta de comunicación. Obtenido de [http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/est\\_sis/12.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/est_sis/12.pdf)

L, M. V. (2016). Cómo elaborar un marco conceptual. Obtenido de [http://comunicacionacademica.uc.cl/images/recursos/espanol/escritura/recurso\\_en\\_pdf\\_extenso/15\\_Como\\_elaborar\\_un\\_marco\\_conceptual.pdf](http://comunicacionacademica.uc.cl/images/recursos/espanol/escritura/recurso_en_pdf_extenso/15_Como_elaborar_un_marco_conceptual.pdf)

Latina, G. E. (2017). GENEROSOLAR V 5KW. Recuperado el 25 de 04 de 2019, de <https://www.greenenergy-latinamerica.com/gela/>

libre, M. (02 de 05 de 2019). Transformador De Aislamiento Titan Ea De 10kva Trifasico C. Obtenido de [https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-457828106-transformador-de-aislamiento-titan-ea-de-10kva-trifasico-c-\\_JM?quantity=1](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-457828106-transformador-de-aislamiento-titan-ea-de-10kva-trifasico-c-_JM?quantity=1)

localización, M. d. (01 de 11 de 2018). Modelos de localización. Obtenido de <http://tisconsulting.org/es/blog/plant-location-models/>

localizacion., F. q. (01 de 11 de 2018). Factores que afectan las decisiones sobre localizacion. Obtenido de [http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14\\_localizacion\\_instalaciones.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14_localizacion_instalaciones.pdf)

Logística, R. e. (01 de 11 de 2018). Ruteo en Logística. Obtenido de <http://www.logictracker.com/ruteo-logistica.html>

M, A. A. (2010). Manual de procesos y procedimientos de la Dirección General de Salud Pública Municipal . Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20215/capitulo2.pdf>

Microlocalización: Factores, P. Q. (01 de 11 de 2018). Microlocalización: Factores, Para Qué Sirve y Ejemplos. Obtenido de <https://www.lifeder.com/microlocalizacion-proyecto-empresa/>

Murcia, H. R. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas . Revista de Ingeniería, 86-87.

PONDERADOS, M. D. (01 de 11 de 2018). MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS.

Obtenido de [https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod\\_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf](https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf)

Puente, W. (2009). Rrppnet. Obtenido de <http://www.rrppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>

Rodríguez Valencia, J. (1999). El sistema de planeacion. Obtenido de [https://docplayer.es/6683525-Capitulo-9-el-sistema-planeacion.html#show\\_full\\_text](https://docplayer.es/6683525-Capitulo-9-el-sistema-planeacion.html#show_full_text)

S.L, E. I. (2015). Kit Paralelo. Recuperado el 26 de 02 de 2019, de <http://bateriasypaneles.com/accesorios-inversores-convertidores/135-kit-paralelo-axpert-ks-mks-5kva.html>

Tesis.uson. (13 de 03 de 2012). Tesis.uson.mx. Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22008/capitulo2.pdf>

UNAD, S. (2015). Universidad Nacional Abiera y a Distancia Unad. Obtenido de Listado maestro de formatos - SIG UNAD: <https://sig.unad.edu.co/documentacion/listados-maestros/listado-maestro-formatos>

URIBE, Y. R. (2013). stadium.unad.edu.co. Obtenido de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/1244/1/6805703.pdf>

Valencia, J. R. (2012). Cómo elaborar y usar los manuales administrativos. Obtenido de [https://issuu.com/cengagelatam/docs/como\\_elaborar\\_manuales\\_administrativos\\_rodriguez\\_v/4](https://issuu.com/cengagelatam/docs/como_elaborar_manuales_administrativos_rodriguez_v/4)

Vallejo, N. (2017). Cómo redactar los objetivos de aprendizaje perfectos. Obtenido de <https://ojulearning.es/2017/06/como-redactar-los-objetivos-de-aprendizaje-perfectos/>

ICDE. (01 de 01 de 2017). Atlas climatológico de viento y radiación solar en Colombia. Obtenido de <http://www.icde.org.co/noticia/atlas-climatologico-viento-radiacion-solar-colombia>

IDEAM. (01 de 01 de 1981). Atlas Climatológico de Colombia. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>

IDEAM. (01 de 01 de 2005). Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

PÉREZ, S. S. (01 de 01 de 2005). Atlas climatologico de Colombia. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019711/preliminares.pdf>