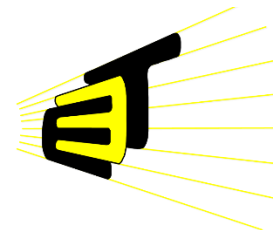


**ENERGIZACIÓN CON PANELES SOLARES: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
PARA LA ENERGIZACIÓN RURAL EN EL MAGDALENA MEDIO (PUERTO
WILCHES), PARA ZONAS NO INTERCONECTADA (ZNI)**

**JESUS GUALDRON FLOREZ
JORGE ANDRES CHINCHILLA VILLABONA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAICAS
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2015**

**ENERGIZACIÓN CON PANELES SOLARES: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
PARA LA ENERGIZACIÓN RURAL EN EL MAGDALENA MEDIO (PUERTO
WILCHES), PARA ZONAS NO INTERCONECTADA (ZNI)**

**JESUS GUALDRON FLOREZ
JORGE ANDRES CHINCHILLA VILLABONA**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

**Director
DR. GERARDO LATORRE BAYONA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRONICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

Dios te agradezco el haber permitido que en mi vida hayan seres tan extraordinarios como mi madre Isabel, mi compañera –esposa y complice Wendy Jahel y mis hijos Jesusito y chikis quienes siempre me han apoyado en las iniciativas de vida que he tenido; familia sin su apoyo, comprensión, complicidad, compañía, incondicionalidad no hubiese sido posible cumplir esta meta trazada, GRACIASSS LOS AMO.....

Rodrigo y Maritza mis amigos y socios les agradezco por entenderme , acompañarme y apoyarme en este reto que fue estudiar de nuevo.

A todas las personas y grandes amigos que conocí en esta segunda etapa universitaria, Jaime-Dairon- Kike-Stefany-Carolina-Camilo- Leidy-Yuri-Carlos-Tinoco-Catherine-Jorge O-Jorge G-Catherine, pero especialmente al gordiño Jorge Andres chinchilla por ser mi compañero , complice y amigo.

Doy gracias a Dios por permitirme culminar mi carrera, por regalarme la vida, por iluminarme y orientarme para poder completar esta etapa tan importante en mi vida.

A mis familiares en especial a mis padres Jorge Edgardo y Ana Inés, y mis hermano Ana carolina y cesar, por estar conmigo incondicionalmente sin importar los obstáculos que se nos presentaron en la familia, por apoyarme, guiarme, comprenderme y por todo su amor brindado.

A mis compañeros de apartamento Brandon, Jaime Y Enrique porque siempre nos acompañamos en las buenas y en las malas.

A mis amigos y compañeros de carrera Jesús Gualdron, Stefany Agamez, Andrea Alfonso y Dairon Monsalve, porque gracias a todo el apoyo compartido y experiencias compartidas en todas las reuniones de estudio y demás, permitieron hacer muy agradable todo este proceso de aprendizaje. Especialmente a Jesús Gualdron el gordiño porque a lo largo de las materias compartidas y la realización nuestra tesis, creamos un lazo de amistad muy grande.

Exitos y bendiciones a todos mis familiares amigos y compañeros.

Jorge Andrés Chinchilla Villabona

AGRADECIMIENTOS

Damos agradecimientos a Dios por permitirnos formarnos en esta profesión y acompañarnos constantemente en el cumplimiento de nuestras metas para la realización de nuestro proyecto de grado. A nuestras familias por los esfuerzos realizados, y el apoyo incondicional brindado. A todas las personas que de una u otra forma nos colaboraron amablemente ante cualquier necesidad que se nos presentó durante el desarrollo del mismo.

Al Doctor Gerardo Latorre, Director del proyecto, por atender nuestras inquietudes con la mayor disposición y orientarnos en el camino de la formación profesional.

A todos los docentes de la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica que hicieron parte de nuestra formación académica.

A la Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones por brindarnos una excelente formación profesional.

Jorge Andrés Chinchilla Villabona

Jesús Gualdron Flórez

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. OBJETIVOS	20
1.1 OBJETIVO GENERAL	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
3. MARCO TEÓRICO	22
3.1 PROYECTO	22
3.2 ESTUDIO PRE-FACTIBILIDAD	23
3.2.1 Estudio Técnico	24
3.2.2 Estudio Ambiental	25
3.2.3 Estudio Financiero	26
3.2.4 Estudio económico	27
3.2.5 Estudio legal	27
3.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO	28
3.3.1 Modulo o panel solar	29
3.3.2 Controlador de carga o Regulador	29
3.3.4 Inversor	29
3.3.5 Días de Autonomía	30
3.4 ESQUEMA DE SOSTENIBILIDAD	30
3.4.1 Formulación Costo Variable de la Tarifa	30
3.4.2 Formulación Costo Fijo de la Tarifa	31

3.5 METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE PROYECTOS PÚBLICOS - METODOLOGIA GENERAL AJUSTADA (MGA)	32
3.6 FONDO DE APOYO FINANCIERO PARA LA ENERGIZACIÓN DE LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS (FAZNI)	33
4. ANTECEDENTES: CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	34
4.1 RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN	35
4.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO	38
4.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACION RECOPIADA	39
5. ESTUDIO TECNICO	41
5.1 MACRO Y MICRO LOCALIZACION	41
5.2 DISEÑO ELÉCTRICOS	43
5.2.1 Parametrización del Sistema	43
5.2.1.1 Panel solar	43
5.2.1.2 Baterías	44
5.2.1.3 Tensión en DC y AC	45
5.2.1.4 Radiación Solar y Horas pico Solares (HPS)	45
5.2.1.5 Días de Autonomía	47
5.2.2 Ingeniería y Memorias de Cálculo	47
5.2.2.1 Factor de perdidas	48
5.2.2.2 Demanda y Corriente Maxima	48
5.2.2.2 Cálculo de Paneles en Serie y Paralelo	49
5.2.2.3 Cálculo de Baterías en serie y en Paralelo	51
5.2.2.4 Calculo de regulador e inversor	52
5.2.2.5 Cálculo del conductor para la acometida	53
5.2.2.6 Protección de la acometida	54
5.2.2.7 Protección de las cargas: Breaker Tablero de Distribución	54
5.2.2.8 Selección del DPS	55
5.2.2.9 Cuadro Resumen Diseño	57

5.2.2.10 Plano eléctrico del Diseño	58
5.3 PRESUPUESTO	59
5.3.1 Especificaciones técnicas	60
5.3.2 Tabla Salarial	60
5.3.3 Análisis de Precios Unitarios (APUs)	62
6. ESTUDIO FINANCIERO	68
6.1 METODOLOGÍA GENERAL AJUSTADA (MGA)	68
6.2 ESQUEMA DE SOSTENIBILIDAD	70
6.2.1 Cálculo Cargo Generación y cargo variable tarifario	71
6.2.2 Cálculo cargo fijo tarifario	73
6.2.3 Cálculo Tarifa total	73
6.2.4 Esquema de subsidio al consumo	74
6.2.5 Resumen de tarifa y valor a pagar por usuario	76
6.3 ADMINISTRACION OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	77
6.4 HERRAMIENTA ASPES (ASISTENTE DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR)	79
7. ESTUDIO AMBIENTAL Y LEGAL	80
7.1 ESTUDIO AMBIENTAL	80
7.2 ESTUDIO LEGAL	80
8. CONCLUSIONES	82
9. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXOS	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Prefactibilidad	23
Figura 2. Estudio Técnico	24
Figura 3. Estudio Ambiental	25
Figura 4. Estudio Financiero	26
Figura 5. Estudio Económico	27
Figura 6. Diagrama componentes sistema fotovoltaico	28
Figura 7. Mapa ubicación Puerto Wilches.	34
Figura 8. Registro fotográfico viviendas aisladas de red	38
Figura 9. Mapa de Macro localización de las Veredas	42
Figura 10. Mapa de radiación Solar UPME	46
Figura 11. Plano eléctrico del sistema fotovoltaico	58
Figura 12. Diagrama de Causas-Problema central-Efectos	69

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Formulación Costo Variable de la Tarifa	30
Tabla 2. Formulación Costo Fijo de la Tarifa	31
Tabla 3. Tabulación de encuesta parte 1	35
Tabla 4. Tabulación encuesta Parte 2.	37
Tabla 5. Georreferenciación de las veredas	42
Tabla 6. Cuadro de carga	43
Tabla 7. Comparativo de Paneles solares	44
Tabla 8. Batería	44
Tabla 9. Radiación registrada por la nasa	45
Tabla 10 Parámetros seleccionados cálculo DPS	55
Tabla 11 Selección Corriente cortocircuito DPS	56
Tabla 12. Resumen Diseño Eléctrico	57
Tabla 13. Resumen	59
Tabla 14. Tabla para el cálculo del factor multiplicador	61
Tabla 15. Especificaciones del generador Eléctrico	70
Tabla 16. Resumen costos alternativa generador	70
Tabla 17. Parámetros para cálculo de costo de generación	71
Tabla 18. Parámetros cargo fijo tarifario	73
Tabla 19. Cuadro resumen AOM	78

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. MODELO ENCUESTA	88
ANEXO B. CALCULOS COMPARACION DE DISEÑOS	91
ANEXO C. ESPECIFICACIONES TECNICAS	111
ANEXO D. DATASHEETS	119
ANEXO E. RESULTADOS MGA	127
ANEXO F. HERRAMIENTA ASPES	152
ANEXO G. RESPUESTA CAS	153
ANEXO H. FLUJO DE FONDOS	154

RESUMEN

TÍTULO: ENERGIZACIÓN CON PANELES SOLARES: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA ENERGIZACIÓN RURAL EN EL MAGDALENA MEDIO (PUERTO WILCHES), PARA ZONAS NO INTERCONECTADA (ZNI)*.

AUTORES: CHINCHILLA VILLABONA, JORGE ANDRÉS
GUALDRON FLÓREZ, JESÚS**.

PALABRAS CLAVES: Off-Grid, Georeferenciación, FAZNI, IPSE, CREG.

DESCRIPCIÓN:

El presente proyecto presentar un estudio técnico, financiero, legal y ambiental a nivel de Prefactibilidad para energizar usuarios con sistemas solares fotovoltaicos Off-Grid que se encuentran en zonas no interconectadas del área rural perteneciente al municipio de Puerto Wilches Santander.

Dentro del desarrollo del estudio de Prefactibilidad se encontrara la caracterización de la zona, la georeferenciación de las veredas del proyecto; también contiene el diseño eléctrico con el dimensionamiento de cada uno de sus componentes: paneles solares, banco de baterías, controlador de carga e inversor junto con el cálculo del conductor de la acometida, protecciones termo-magnéticas en DC y AC y la selección del dispositivo de protección contra tensiones transitorias (DPS).

El estudio financiero de este proyecto contempla el presupuesto y los análisis de precios unitarios de cada una de las actividades concernientes a este proyecto. Para la evaluación financiera y social se utilizó la metodología general ajustada (MGA) de la dirección nacional de planeación de Colombia, ya que por ser un proyecto que busca ser financiado por el gobierno nacional a través del Fondo de Apoyo para las Zonas no Interconectadas (FAZNI), adscrito al Ministerio Minas y Energías.

Por otra parte se realizó un estimado del costo la administración operación y mantenimiento para un proyecto de este tipo.

Finalmente en el proyecto se hace una revisión sobre las normas legales y ambientales que lo pueden afectar o beneficiar

* Proyecto de grado

** Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Director LATORRE BAYONA, Gerardo.

ABSTRACT

TITLE: ENERGIZATION WITH SOLAR POWER: FEASIBILITY STUDY FOR RURAL ENERGIZATION IN MIDDLE MAGDALENA (PUERTO WILCHES) FOR NON CONNECTED ZONES (ZNI)*.

AUTHORS: CHINCHILLA VILLABONA, Jorge Andrés
GUALDRON FLÓREZ, Jesus**.

KEYWORDS: Off-Grid, georeferencing, FAZNI, IPSE, CREG.

DESCRIPTION:

This project present a technical, financial, legal and environmental study from a prefeasibility level to energize users with Off-Grid photovoltaic solar systems that are in non interconnected areas of the rural area in the municipality of Puerto Wilches Santander.

Within the development of the pre-feasibility study, it is found the characterizing of the area , the georeferencing of the paths of the project; it also contains the electrical design with the design of each of its components: solar panels, battery bank, charge controller and inverter together with the calculation of the driver rush, thermo-magnetic protection in DC and AC and device selection protection against transient voltages (DPS).

The financial study of this project includes the budget and analysis of unit of each of the activities concerning this project. For financial and social assessment, it was used the general methodology set (MGA) of the national leadership planning of Colombia, due that this is a project to be funded by the national government through Support Fund for non-interconnected areas (FAZNI) under the Ministry of Mines and Energy.

Moreover an estimated cost operation and maintenance management for a project of this type was performed.

Finally in the project a review of the legal and environmental standards that may affect or benefit is made.

* Degree Draft

** Industrial University of Santander. Faculty of physicomechanical Engineering. Director LATORRE BAYONA, Gerardo

INTRODUCCIÓN

Por estos tiempos dos conceptos han tomado fuerza a nivel mundial: el primero de ellos es el **Desarrollo Sostenible**, que se define como la posibilidad de mejorar la calidad de vida, de un modo que sea sostenible social, económica y ambientalmente, a largo plazo, con el respaldo de la estructura institucional. El segundo y más reciente de ellos es la **Pobreza Energética**, definiéndose como la incapacidad de un hogar para acceder a una cantidad mínima de energéticos para satisfacer sus necesidades básicas¹.

Las áreas rurales continúan soportando un déficit en el suministro y el aprovechamiento de energía para encarar un proceso de desarrollo socioeconómico sostenible. La carencia de infraestructura energética ha sido un factor limitante, entre otros, para el desarrollo local de actividades productivas que agreguen valor a los bienes que estas comunidades generan, contribuyendo a restringir sus niveles de ingresos. Por otra parte, los energéticos en el medio rural tradicional se refieren a la leña para la cocción de alimentos; gasolina, ACPM, queroseno o velas para la iluminación; y la energía solar natural para secado de semillas. Esas aplicaciones son bastante rudimentarias y poco aportan al desarrollo rural sostenible.

Aunque a nivel mundial, y en Colombia, se ha logrado un crecimiento económico, la desigualdad y las necesidades básicas insatisfechas a nivel rural son las más marcadas. Para mitigar el problema, el gobierno nacional hace esfuerzos por mejorar la cobertura en electrificación rural; pero aún existen miles de viviendas

¹ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (s.f.). Actualizada: 2012. [Fecha de consulta: 10 julio de 2014]. Disponible en <http://www.fao.org/home/es/>

que se encuentran alejadas de la red, y los programas actuales del gobierno - como el de puntas y colas - no alcanzan a cubrirlas por estar tan distantes del Sistema Interconectado Nacional.

La energía solar fotovoltaica día a día gana terreno y se convierte en una de las soluciones más viables para la energización rural y el desarrollo agrícola; ya que sus costos han disminuido, su eficiencia ha aumentado y el gobierno nacional cada vez orienta directrices para motivar su uso. Adicionalmente, la problemática nacional ha motivado la asignación de recursos estatales en fondos como el FAZNI, bajo leyes, resoluciones, beneficios tributarios y arancelarios que abren la puerta para que la inversión pública y privada se sumen al desarrollo rural y agrícola para las zonas no interconectadas.

Aunque si bien es cierto el desarrollo agrícola debería incluir sistemas de bombeo de agua e industrialización de procesos, la energización de las viviendas es un primer paso; ya que las familias pueden acceder a servicios de comunicación, información y acceso a la iluminación en la noche – lo que redundaría en el mejoramiento de la calidad de vida.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un Estudio técnico, financiero, legal y ambiental a nivel de pre-factibilidad para un **proyecto público** de energización rural con paneles solares fotovoltaicos en zonas no interconectadas del municipio de Puerto Wilches.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar los diseños y cálculos eléctricos para suplir la necesidad de energía eléctrica de una vivienda en una zona no interconectada (ZNI).
- Evaluar financieramente el proyecto en su fase de prefactibilidad tomando los lineamientos y recomendaciones de la metodología general ajustada (MGA) y del FAZNI.
- Establecer un listado que contenga todos los requerimientos ambientales y legales para desarrollar un proyecto de energización rural con paneles solares fotovoltaicos Off-Grid.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el estado enfrenta un problema social que retrasa el progreso rural y aumenta los índices de necesidades básicas insatisfechas. Dicho problema radica en que gran cantidad de colombianos no cuentan con el servicio de energía eléctrica, lo cual lo hace fallar en el cumplimiento de sus objetivos sociales. El planteamiento de este proyecto - incluyendo un esquema de sostenibilidad - abre la puerta a que proyectos de energización con fuentes no convencionales vayan tomando relevancia en el ámbito nacional y sean viables y sostenibles en el largo plazo.

3. MARCO TEÓRICO

Los conceptos que a continuación se relacionan en este apartado del libro, buscan orientar al lector dentro del marco del desarrollo de este trabajo de grado. Las definiciones que se presentan en el capítulo son puntuales, para facilitar el entendimiento de los temas que serán abordados en los capítulos siguientes.

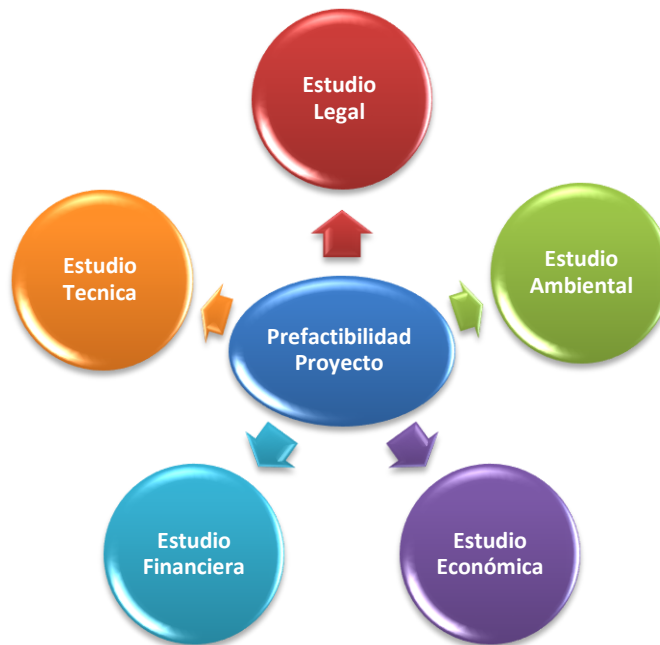
3.1 PROYECTO

Un Proyecto es un esfuerzo temporal de elaboración gradual, que se emprende para crear un entregable singular. Es temporal ya que tiene un fin y comienzo definidos; el inicio se da cuando es aprobado y el fin cuando termina, ya sea que se logren o no se logren los objetivos. Crea un entregable singular que es único en su género, diferente en forma perceptible de los demás entregables y que no ha sido hecho anteriormente exactamente de la misma forma y es de elaboración gradual, progresiva y realizada mediante incrementos²

² THOMPSON Janneth. Valdez Felix. Todo sobre Proyectos [en línea]. Actualizada: 17 de abril de 2009. [Fecha de consulta: 21 julio de 2014]. Disponible: <http://todosobreproyectos.blogspot.com/2009/04/estudio-de-prefactibilidad.html>

3.2 ESTUDIO PRE-FACTIBILIDAD

Figura 1. Prefactibilidad

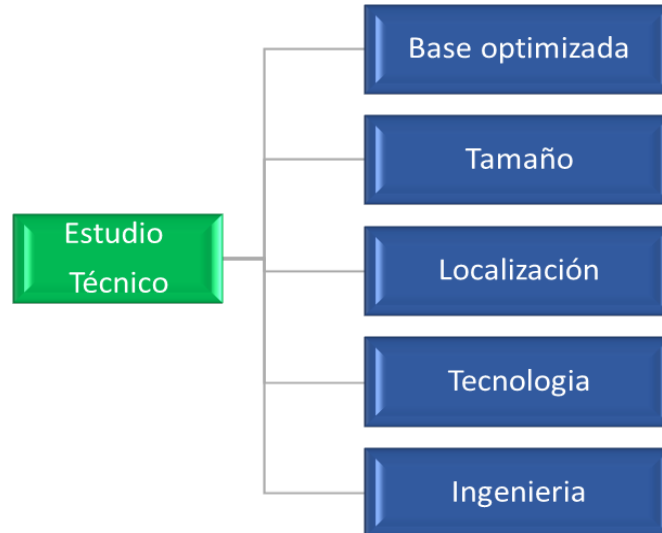


El Estudio de Pre-factibilidad comprende el análisis Técnico, Económico, social, ambiental, financiero y legal, de las alternativas de inversión que dan solución al problema planteado. Los objetivos de la pre-factibilidad se cumplirán a través de la Preparación y Evaluación de Proyectos que permitan reducir los márgenes de incertidumbre a través de la estimación de los indicadores de rentabilidad que apoyan la toma de decisiones de inversión. La información puede provenir de fuentes secundarias³.

³ THOMPSON Janneth. Valdez Felix. Todo sobre Proyectos [en línea]. Actualizada: 5 de febrero de 2012. [Fecha de consulta: 24 julio de 2014]. Disponible: <http://todosobreproyectos.blogspot.com/>

3.2.1 Estudio Técnico

Figura 2. Estudio Técnico



Busca optimizar la utilización de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio en cada una de las alternativas de solución propuestas. De este estudio se podrá obtener la información de las necesidades de capital, maquinaria y equipo, mano de obra, materiales, insumos, entre otros; tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto. 2013)⁴.

Adicionalmente, el estudio incluye la macro y micro localización; ya que esto determinará factores como vías de acceso, materias primas, y disponibilidad de terreno; entre otros, que influirán directamente en el proyecto.

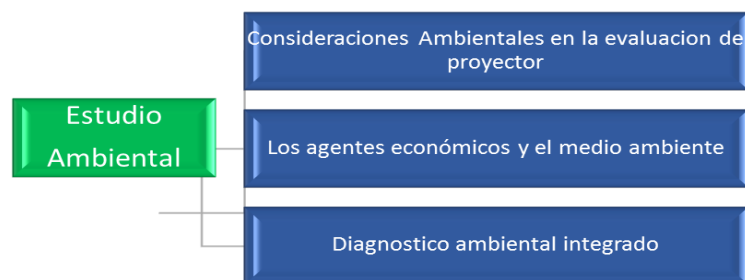
⁴ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. República de Colombia. Manual de Soporte Conceptual Metodología General para la Formulación y Evaluación de Proyectos [en línea]. Actualizada: abril de 2013. [Fecha de consulta: 28 diciembre de 2014]. Disponible: <https://www.sgr.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=sGf0xqep7Og%3D&tabid=186&mid=941>

Permite analizar y proponer diferentes opiniones tecnológicas para producir un bien o servicio que se requiere, verificando la factibilidad técnica entre cada una de ellas.

El análisis identificará los equipos, maquinaria e instalaciones necesarias para el proyecto.

3.2.2 Estudio Ambiental

Figura 3. Estudio Ambiental



Busca determinar el impacto que va a tener cada alternativa sobre el medio ambiente. Con este estudio se busca prevenir, mitigar o compensar el impacto ambiental que pueda tener la alternativa. Para ello, se debe cuantificar y valorar el impacto; así como las acciones tendientes a corregirlo, prevenirlo, mitigarlo y/o compensarlo.

Los costos sobre medidas de prevención, mitigación, corrección y/o compensación de impacto ambiental, deben estar involucrados en los costos totales de las alternativas; ya que depende de actividades propias que debe desarrollar cada alternativa de solución en particular⁵.

⁵ Ibid

3.2.3 Estudio Financiero

Figura 4. Estudio Financiero



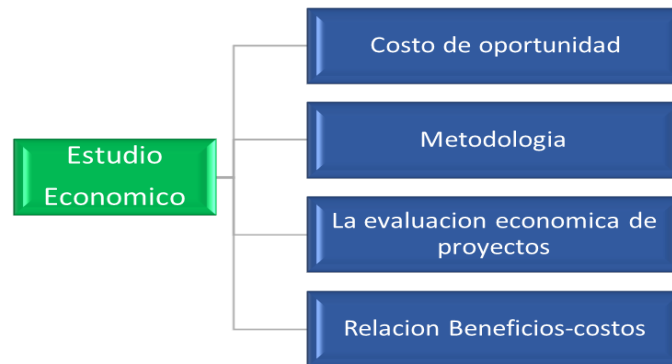
Tiene como objeto ordenar la información de carácter monetario, con el propósito de complementarla para la evaluación de las alternativas. Permite definir la estructura óptima financiera; además de establecer la información sobre ingresos de operación y costos de ejecución, operación y mantenimiento⁶.

Permite la determinación de los beneficios; dado que los productos que se obtienen con los proyectos generan beneficios para la población objetivo - los cuales se presentan bajo la forma del problema resuelto o la necesidad satisfecha.

⁶ Ibid

3.2.4 Estudio económico

Figura 5. Estudio Económico



La evaluación económica busca identificar el aporte que hace el proyecto al bienestar socioeconómico nacional, sin tener en cuenta el efecto del proyecto sobre la distribución de la riqueza. Está juzgando el proyecto según su aporte al objetivo de contribuir al bienestar de la colectividad nacional, teniendo en cuenta el objetivo de eficiencia. Corresponde al proceso de identificación, medición, y valorización de los beneficios y costos de un proyecto, desde el punto de vista del Bienestar Social⁷.

3.2.5 Estudio legal El estudio legal busca determinar la viabilidad de un proyecto a la luz de los Planes de Desarrollo; Planes de Ordenamiento Territorial; normas relacionadas con localización; aspectos presupuestales y ambientales; uso de patentes, legislación tributaria; aspectos laborales y contratación; entre otros⁸.

⁷ Ibid

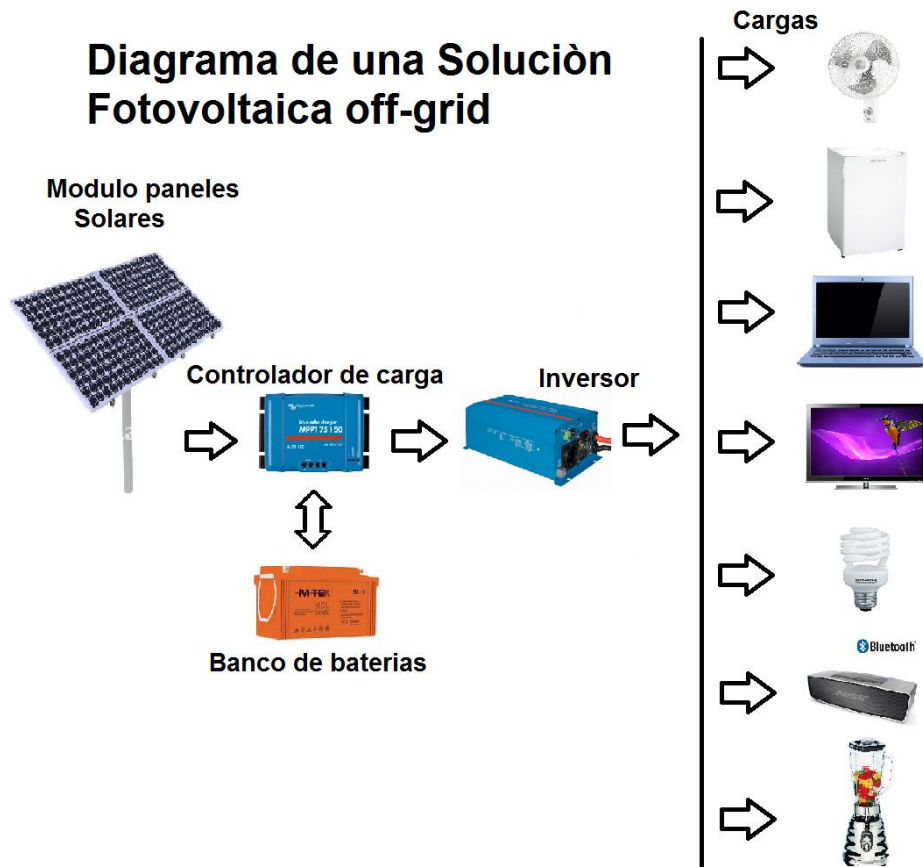
⁸ CURSO VIRTUAL GESTIÓN DE LA INVERSIÓN PÚBLICA [en línea]. Actualizada: (s.f.) [Fecha de consulta: 28 diciembre de 2014]. Obtenido de unal: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/eLearning/dnp/2/html/contenido-2.2.2-estudio-legal.html>

Los objetivos de un estudio legal son:

- Determinar la viabilidad de las alternativas de solución propuestas a la luz de las normas que lo rigen.
- Incorporar en la evaluación del proyecto los costos y beneficios que resultan directa o indirectamente del estudio legal
- Definir la estructura jurídica más conveniente que se crearía con el proyecto; si se requiere.

3.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Figura 6. Diagrama componentes sistema fotovoltaico



Un sistema de energización fotovoltaica está compuesto por una serie de dispositivos que permiten realizar la transformación de la irradiación solar en energía eléctrica, para ser entregada al usuario final. A continuación se lista los componentes y su descripción.

3.3.1 Modulo o panel solar Es el dispositivo formado por un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas, enmarcadas y encapsuladas; que tienen la función de transformar la radiación solar en energía eléctrica. El proceso que realiza esta transformación se denomina efecto fotoeléctrico, y se produce cuando la radiación solar incide sobre un material semiconductor.

3.3.2 Controlador de carga o Regulador Dispositivo electrónico que controla el régimen de carga de las baterías; elimina las corrientes que puedan fluir desde la batería hacia el modulo, cuando este no recibe energía solar; y centraliza el cableado del sistema, prolongando la vida útil de los acumuladores o baterías.

3.3.3 Acumulador o Batería Dispositivo que convierte directamente la energía química de sus componentes activos en energía eléctrica; mediante reacción electroquímica que involucra el traspaso de electrones desde un material a otro, a través de un circuito eléctrico. Su función es almacenar la energía que recibe del módulo, y proporcionarla de manera constante a los elementos de consumo como lámparas, TV, Radios.

3.3.4 Inversor Dispositivo electrónico que convierte la corriente directa proveniente de la batería en corriente alterna. Permite el funcionamiento de los equipos electrodomésticos convencionales (lámparas, radios, televisores, computadoras, etc.) sin hacer modificaciones en dichos equipos.

3.3.5 Días de Autonomía Término usado para indicar que el sistema es capaz de suministrar la energía para cubrir la demanda contemplada en días donde la irradiación solar sea afectada por fenómenos naturales como niebla, lluvia, etc.

3.4 ESQUEMA DE SOSTENIBILIDAD

El esquema de sostenibilidad será el insumo con el cual se calcularán los ingresos del proyecto. Este esquema se basa en las resolución 091 de 2007, de la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG. Tal resolución establece los parámetro para el cálculo del cargo fijo y variable del esquema tarifario.

El esquema tarifario está compuesto por la suma del costo fijo más el costo variable.

$$\text{Costo Factura} = \text{Costo fijo} + \text{Costo variable}$$

3.4.1 Formulación Costo Variable de la Tarifa

Tabla 1. Formulación Costo Variable de la Tarifa

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	UNIDAD
Cargo máximo de generación correspondiente al mes m de prestación del servicio.	Gm	
Cargo máximo de generación expresado en precios de la fecha Base (diciembre 2006)	Go	\$/W-mes
Cargo máximo de administración, operación y mantenimiento expresados en precios de la fecha base (diciembre 2006)	AOM	W- mes

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	UNIDAD
Índice de precios al productor total nacional para el mes m – 1 (diciembre 2014)	IPP m-1	\$
Índice de precios al productor total nacional para la fecha base.	IPP	\$

$$G_m = (G_o + AOM) * \left(\frac{IPP_m - 1}{IPP_o} \right)$$

$$\text{Costo variable} = G_m * \text{Energía consumida del sistema}$$

3.4.2 Formulación Costo Fijo de la Tarifa

Tabla 2. Formulación Costo Fijo de la Tarifa

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	UNIDAD
cargo máximo base de comercialización, correspondiente al mes m	Cm	\$
Cargo máximo base de comercialización, expresado en peso por factura. (diciembre 2006)	Co	\$
Índice de precios al consumidor nacional para el mes m-1(diciembre 2014)	IPC m-1	\$
Índice de precios al consumidor nacional para la fecha base	IPC 0	\$

$$C_m = C_o * \frac{IPC_m - 1}{IPC_0}$$

3.5 METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE PROYECTOS PÚBLICOS - METODOLOGIA GENERAL AJUSTADA (MGA)

Con el propósito de sistematizar y articular la información y los procesos asociados al ciclo de la inversión pública, el Departamento Nacional de Planeación ofrece a las entidades tanto del orden nacional como territorial herramientas de gestión en cada una de las etapas.

Como apoyo a la formulación y evaluación ex ante de proyectos, se encuentra la Metodología General Ajustada, MGA; la cual está diseñada con base en la información mínima necesaria que un proyecto debe tener desde el punto de vista técnico y financiero.

La Metodología General Ajustada es una herramienta informática en la que se registra de forma ordenada la información de formulación de un proyecto. Su sustento conceptual se basa en la metodología de Marco Lógico y de Planificación Orientada a Objetivos (ZOPP por sus siglas en alemán). Recientemente se realizó un ejercicio de revisión y mejora de la herramienta; con el objetivo de resolver aquellos elementos que se había identificado estaban generando que la MGA se percibiera como complicada, difícil de entender y de elaborar⁹.

⁹ Curso Virtual Gestión de la Inversión Pública [en línea]. Actualizada: (s.f.) [Fecha de consulta: 30 julio de 2014]. Obtenido de unal: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/eLearning/dnp/2/html/contenido-1.4.1-herramientas-gestion-IP.html>

3.6 FONDO DE APOYO FINANCIERO PARA LA ENERGIZACIÓN DE LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS (FAZNI)

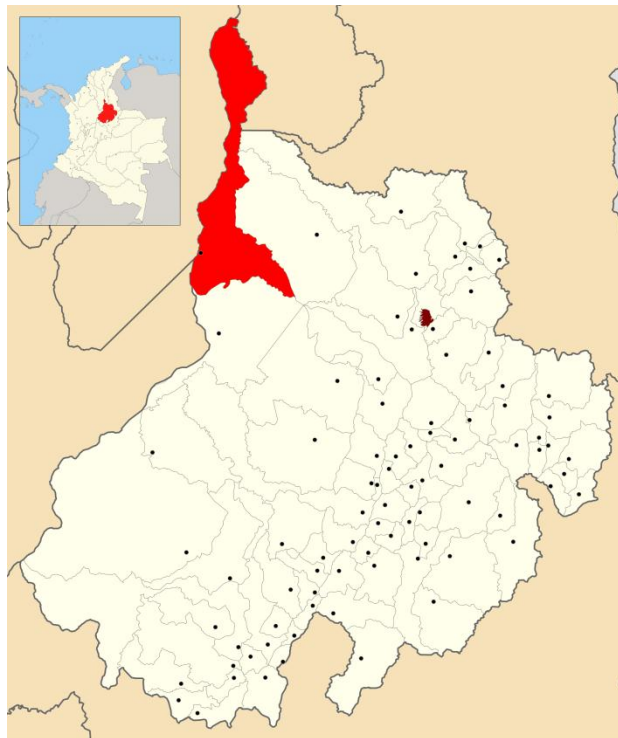
El FAZNI es un fondo administrado por el ministerio de minas y energía; y tiene como objetivo financiar los planes, programas y proyectos de inversión en infraestructura energética en las zonas no interconectadas (ZNI). Tales planes, programas y proyectos son propuestos y presentados por las entidades territoriales; por las Empresas Prestadoras del Servicio de Energía Eléctrica; y, como resultado de su gestión en la promoción de soluciones energéticas integrales, por el Instituto de Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas – IPSE ¹⁰

¹⁰ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. República de Colombia. MANUAL GUÍA PARA LA FORMULACIÓN, PRESENTACIÓN Y REGISTRO DE PROYECTOS, PARA ACCEDER A LOS RECURSOS DEL FONDO DE APOYO FINANCIERO PARA LA ENERGIZACIÓN DE LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS - FAZNI [en línea]. Actualizada (s.f.) [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2014]. Disponible: http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/Manual_FAZNI.pdf

4. ANTECEDENTES: CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

Dentro de la información recopilada mediante trabajo de campo, como visitas al municipio de Puerto Wilches - visitas a terreno; se identificaron viviendas dentro de las veredas que se encuentran muy alejadas de las redes eléctricas. Por lo tanto, son viviendas que carecen del servicio de energía eléctrica; constituyéndose en viviendas ubicadas en Zonas no Interconectadas, ya que no reciben el servicio público de energía eléctrica a través del Sistema Interconectado Nacional –SIN.

Figura 7. Mapa ubicación Puerto Wilches.



Fuente: Wikipedia

Las veredas identificadas, y que fueron objeto para la formulación del estudio de prefactibilidad, son: **Caño Limon- La Ye- Las Pampas – Central – Bella Union – El Porvenir – Las Cruces**

Para el diagnóstico de la zona se estableció una encuesta (Ver anexo 1), que permitió determinar la información Socio-económica de las veredas; información que se tomó como insumo para toda la evaluación del proyecto.

4.1 RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN

Las encuestas fueron enviadas a las veredas y distribuidas por presidentes de junta de acción comunal de cada vereda. De dichas encuestas se determinó que el potencial de familias sin energía eléctrica asciende a 177. Sin embargo, para el análisis de los datos se tabularon 114; debido a que no todas las familias respondieron la encuesta. Sin embargo, esto se constituye en una muestra representativa, ya que se evaluó al 65% de las familias objetivo.

Los datos tabulados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Tabulación de encuesta parte 1

ENCUESTA ZONA RURAL NO INTERCONECTADA DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, SANTANDER				
ENCUESTA			RESULTADO	PORCENTAJE
1. INFORMACIÓN GENERAL	LABORANDO	SI	78	68,4%
		NO	36	31,6%
	CONDICIÓN DE EMPLEO	EMPLEADO	12	10,5%
		INDEPENDIENTE	102	89,5%
	NIVEL DE ESTUDIO	PRIMARIA	66	57,9%
		SECUNDARIA	43	37,7%
ESTUDIOS POST-		5	4,4%	

ENCUESTA ZONA RURAL NO INTERCONECTADA DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, SANTANDER				
ENCUESTA		RESULTADO	PORCENTAJE	
		SECUNDARIA		
	ACTIVIDAD ECONOMICA PRINCIPAL	AGRICULTURA	108	94,8%
		OTRO	6	5,2%
	GRUPO FAMILIAR			
	INGRESOS FAMILIARES	\$100.000	1	0,9%
		\$ 200.000	8	7,0%
		\$ 300.000	17	14,9%
		\$ 400.000	30	26,3%
		\$ 500.000	29	25,4%
		\$ 600.000	6	5,3%
		\$ 1.000.000	20	17,5%
		MAS DE \$ 1.000.000	3	2,6%
	GRUPO FAMILIAR	TODOS	378	
		HOMBRES	195	51,6%
MUJERES		181	47,9%	
MENORES DE 18 AÑOS		135	35,7%	
ESTUDIAN		121	32,0%	
TRABAJAN		131	34,7%	

Tabla 4. Tabulación encuesta Parte 2.

ENCUESTA ZONA RURAL NO INTERCONECTADA DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, SANTANDER					
ENCUESTA			RESULTADO	PORCENTAJE	
2. TIPO DE VIVIENDA	TENENCIA	PROPIA	112	98,2%	
		ARRIENDO	1	0,9%	
		INQUILINATO	1	0,9%	
	TECHO	ZINC	86	75,4%	
		PAJA	27	23,7%	
		OTRO	1	0,9%	
		PAREDES	BLOQUES	14	12,3%
			MADERA	100	87,7%
			OTRO MATERIAL	0	0,0%
	PISOS	CEMENTO	15	13,2%	
		TIERRA	99	86,8%	
		OTRO	0	0,0%	
	HABITACIONES	UNA	31	27,2%	
		DOS	80	70,2%	
		TRES	3	2,6%	
3. INFORMACIÓN ESPECIFICA	MATERIAL PARA ILUMINAR	VELAS	43	32,6%	
		LAMPARAS DE QUEROSENO	87	65,9%	
		GENERADOR ELECTRICO	2	1,5%	
		OTRO	0	0,0%	
	HORAS DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL (DE 24 HORAS)	2 HORAS	2	1,8%	
		3 HORAS	59	51,8%	
		4 HORAS	33	28,9%	
		5 HORAS	20	17,5%	
		OTRO	0	0,0%	
	RECURSOS CONSUMIDOS PARA ILUMINAR	\$10.000	12	10,5%	
		\$20.000	27	23,7%	
		\$30.000	31	27,2%	
		\$40.000	18	15,8%	

ENCUESTA ZONA RURAL NO INTERCONECTADA DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, SANTANDER				
ENCUESTA			RESULTADO	PORCENTAJE
		\$50.000	14	12,3%
		\$60.000	6	5,3%
		\$70.000	4	3,5%
		\$100.000	1	0,9%
		\$200.000	1	0,9%

4.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Figura 8. Registro fotográfico viviendas aisladas de red





4.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACION RECOPIADA

**** Vivienda:** Se observa que más del 80% de los encuestados tiene un estrato social bajo-bajo; es decir, que se trata de familias estrato 1, ya que sus viviendas en su gran mayoría están construidas con tabla; no cuentan con pisos; y su techo es de teja de zinc. Sin embargo, el 98% de los encuestados son propietarios de su vivienda.

**** Actividad económica e ingresos:** La actividad económica de la zona objetivo del proyecto es netamente agrícola; más del 90% de los encuestados se dedican a actividades netamente agrarias. Adicionalmente, se observa que el 80% de los encuestados tiene un promedio de ingresos que no llega al salario mínimo legal vigente.

**** Energización:** el 100% de los encuestados no cuenta con el servicio público de energía eléctrica. Adicionalmente, el 98,5% no cuenta con ninguna forma de energía eléctrica; llevándolos a estar aislados de la tecnología, de la información y del mundo. Sólo el 1,5% de los encuestados cuenta plantas de generación eléctrica.

**** Iluminación:** Las viviendas encuestadas usan iluminación a través de velas y lámparas de queroseno, en un 98,5%; de este porcentaje, las lámparas de queroseno tienen un 66% de uso. Para más del 65% de las familias los costos de iluminación están por encima de los 30 000 pesos.

5. ESTUDIO TECNICO

Le estudio técnico que se realizó para este proyecto contempló los siguientes aspectos:

- a) Macro y micro localización
- b) Diseños eléctricos
- c) Presupuesto

5.1 MACRO Y MICRO LOCALIZACION

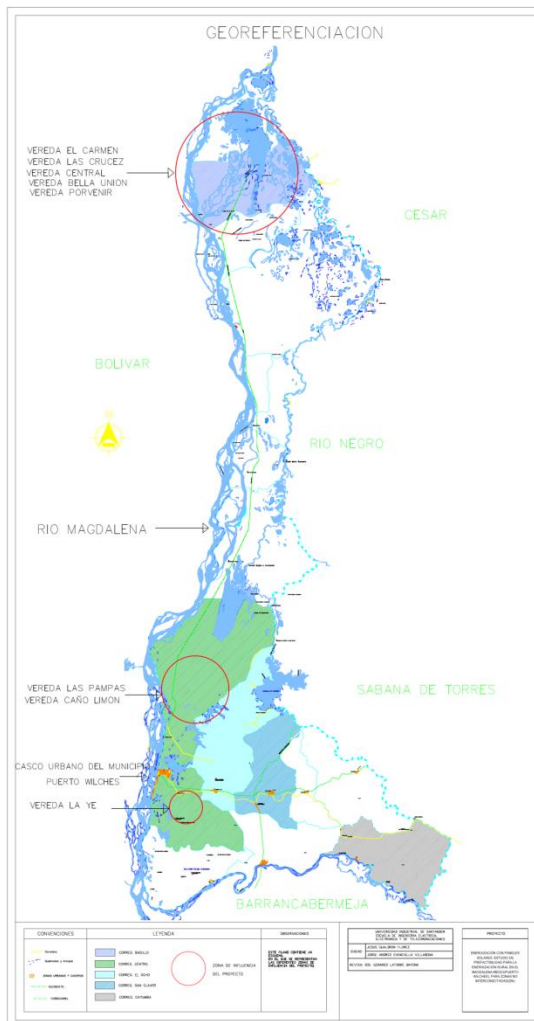
Puerto Wilches es un municipio ubicado a 157 km de Bucaramanga; su temperatura va desde los 25°C hasta los 40°C, teniendo en promedio de 33°C anuales. Su nivel de precipitación media anual es de 3 104,5 mm.

El proyecto se desarrollará en la zona rural del municipio de Puerto Wilches, en las veredas Caño limón, la Y, las pampas, Central, Bella Unión, El porvenir y las Cruces. Para estas veredas su economía y sustento se basa en el desarrollo agrícola y la pesca. Para llegar a dichas veredas se debe navegar por el rio Magdalena, y luego caminar a campo abierto o por caminos de herradura hasta llegar a las viviendas objetivo del proyecto. Las comunidades que habitan estas veredas viven en la extrema pobreza, ya que todas sus necesidades básicas están insatisfechas; no cuentan con servicios públicos – ningún servicio público les es prestado.

Tabla 5. Georreferenciación de las veredas

Nombre Vereda	Norte	Este
Caño Limón	1315206	1024198
La Y	1299574	1018680
Las Pampas	1310513	1030481
Central	1375641	1021553
Bella Union	1376318	1022099
El Porvenir	1379322	1027119
Las cruces	1379378	1019849

Figura 9. Mapa de Macro localización de las Veredas



Fuente: Alcaldía municipal de puerto Wilches.

5.2 DISEÑO ELÉCTRICOS

5.2.1 Parametrización del Sistema Para el diseño se tomaron las cargas y consumos presentados en la tabla 4, valores que cubren necesidades básicas insatisfechas en aspectos como:

1. Iluminación Artificial
2. ventilación mecánica
3. Acceso a TIC
4. Acceso a medios de información: Televisión y Radio
5. Refrigeración para los alimentos

Tabla 6. Cuadro de carga

Descripción de la carga	Cantidad	Potencia de Trabajo (w)	Horas al día	Energía Total(w/h)	Potencia Total(w)
Bombillas ahorradoras de 11w	5	11	5	275	55
Televisor led de 32"	1	100	4	400	100
Computador portatil	1	100	3	300	100
Cargadores de celular	2	15	3	90	30
Radio	1	50	4	200	50
Licuadaora	1	400	0,05	20	400
Ventilador de piso	2	50	8	800	100
Nevera minibar(*)	1	70	24	460	70
			Total	2545	905
*nevera minibar challennger ref:CR074					

Los parámetros técnicos de los equipos se tomaron teniendo en cuenta que sean comerciales. Además, parámetros como la irradiación solar fueron tomados teniendo en cuenta la zona y su ubicación.

5.2.1.1 Panel solar Después de realizar una revisión y un comparativo (ver Anexo 2) entre las características técnicas: tecnología monocristalinos o polycristalinos, tensión de empleo, costo, e impacto en el diseño; se tomó como parámetro de partida los paneles solares Polycristalino Virtus II 250M-24, de la compañía Rene-

Sola. Aunque si bien es cierto los paneles monocristalinos son más eficientes, su costo es mayor y los diferenciales técnicos no son significativos para la energización de una vivienda rural off-grid.

Tabla 7. Comparativo de Paneles solares

Paneles Solares-Monocristalinos						
	Econess Energy EN156M-60-250	Econess Energy EN156M-60-260	Econess Energy EN156M-60-270	Econess Energy EN156M-72-300	Econess Energy EN156M-72-310	Econess Energy EN156M-72-320
Pmax	250	260	270	300	310	320
Im	8,17	8,41	8,63	7,9	8,05	8,25
Vm	30,6	30,9	31,3	38	38,5	38,8
Isc	8,7	8,98	9,07	8,72	8,85	8,92
eficiencia	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Voc	37,6	38,2	38,6	47,1	47,1	47,3
Medidas(mm)	1640x992x35	1640x992x40	1640x992x45	1956x992x45	1956x992x45	1956x992x50
Peso(kg)	18	18,5	19	22,5	22,5	23
Precio USD/W	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69

Paneles Solares-Polycristalinos				
	Rene Sola Virtus II Jc 250M-24	Rene Sola Virtus II Jc 260M-24	Rene Sola Virtus II Jc 300M-24	Rene Sola Virtus II Jc 310M-24
Pmax	250	260	300	310
Im	8,31	8,53	8,2	8,38
Vm	30,1	30,5	36,6	37
Isc	8,83	8,95	8,69	8,8
eficiencia	0,95	0,95	0,95	0,95
Voc	37,4	37,6	44,8	45
Medidas[mm]	1640x992x40	1640x992x40	1956x992x40	1956x992x45
Peso[kg]	19	19	27	22,5
Precio [USD/W]	0,61	0,61	0,62	0,62

5.2.1.2 Baterías Teniendo en cuenta los equipos comerciales que se encuentran en el país, se decidió tomar una batería de 12V y capacidad de 255 Ah.

Tabla 8. Batería

Batería	
Mtek	MT122500
Voltaje	12
Capacidad [Ah]	255
Descarga Max	0,7

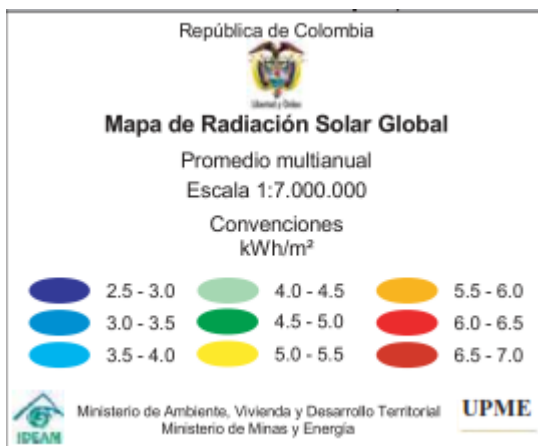
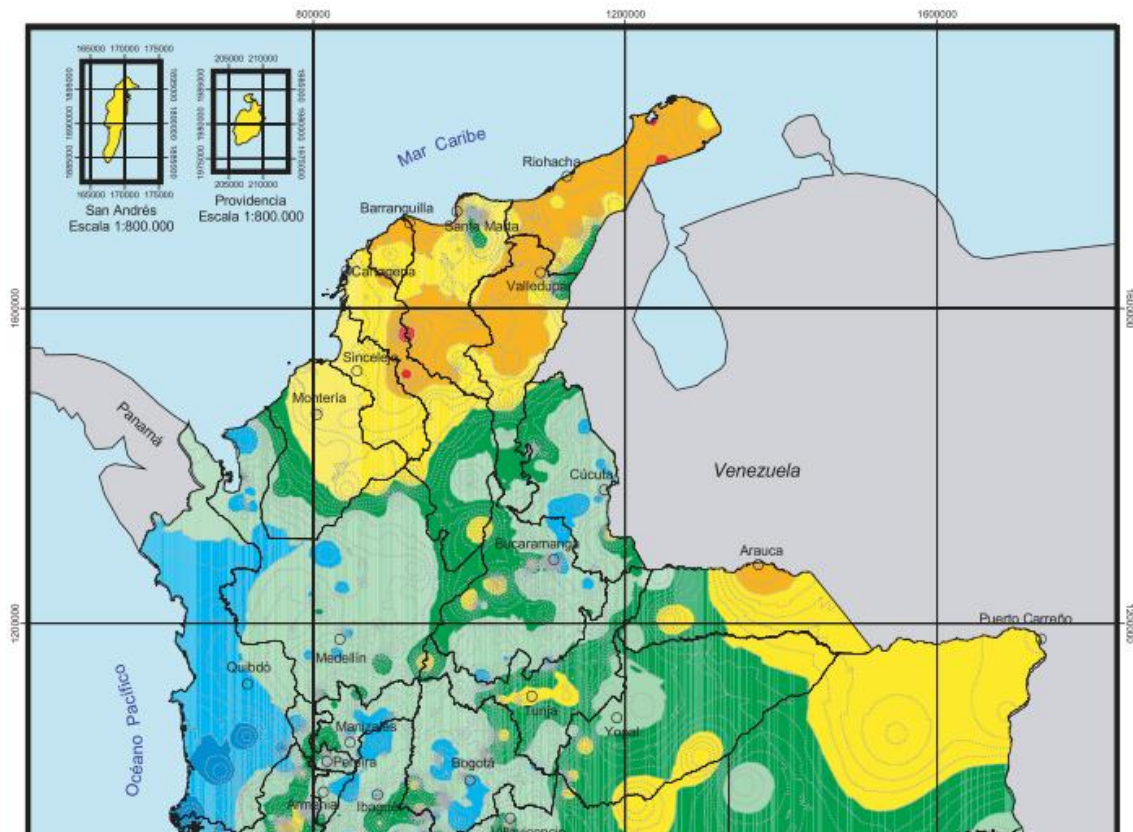
5.2.1.3 Tensión en DC y AC Se establece como parámetro de diseño que la tensión en dc será de 24Vdc y en alterna será 110Vac.

5.2.1.4 Radiación Solar y Horas pico Solares (HPS) Habiendo realizado la macro y micro localización de la zona del proyecto, se procedió a identificar esta región en el Atlas de radiación solar de Colombia, atlas de la UPME (figura 10); así como los niveles de radiación registrados por la NASA (tabla 6).

Tabla 9. Radiación registrada por la nasa

Mes	Radiación Solar diaria
	kWh/m ²
Enero	5.34
Febrero	5.34
Marzo	5.28
Abril	4.96
Mayo	5.01
Junio	5.16
Julio	5.57
Agosto	5.55
Septiembre	5.27
Octubre	4.80
Noviembre	4.72
Diciembre	4.86
Anual	
Promedio anual	5.15

Figura 10. Mapa de radiación Solar UPME



Fuente: Atlas Radiación solar UPME

El parámetro de radiación solar que se tendrá como parámetro inicial de diseño se calculó como un promedio aritmético con los dos valores más bajos de radiación y

los dos valores más altos de radiación que se observan en las fuentes citadas anteriormente; como se muestra a continuación:

$$Radiacion = \frac{valor\ bajo_{nasa} + Valor\ bajo_{upme} + valor\ alto_{nasa} + valor\ alto_{upme}}{4}$$

$$Radiacion = \frac{4,72+4+5,57+5}{4} = 4,82 \text{ kWh/m}^2$$

$$HPS = \frac{Radiacion}{\frac{1000W}{m^2}} = 4,82h$$

5.2.1.5 Días de Autonomía Teniendo en cuenta que la zona donde se implementaría el proyecto es una zona que cuenta con una muy buena irradiación solar, y siendo conservadores en el diseño, se ha definido en uno (1) los días de autonomía.

5.2.2 Ingeniería y Memorias de Cálculo En el apartado anterior se establecieron los parámetros iniciales a tener en cuenta para el diseño del sistema de energización. Además de ello, es necesario aclarar que el diseño no contempla la instalación interna de la vivienda; ya que el alcance del proyecto va hasta la acometida porque el Fondo de Apoyo para las Zonas No Interconectadas (FAZNI) no aporta recursos para dicha actividad.

Los resultados obtenidos en el diseño fotovoltaico se soportan en las siguientes ecuaciones¹¹:

¹¹ Pareja Aparicio Miguel, Energía solar fotovoltaica cálculo de una instalación aislada, Marcombo. P12

5.2.2.1 Factor de pérdidas Calcula las pérdidas totales del sistema (K_t); para ello, se aplica la siguiente fórmula:

$$K_t = [1 - (K_b + K_c + K_r + K_x)] * [1 - \frac{(K_a - D_{aut})}{P_d}]$$

Las diferentes variables de la ecuación de pérdidas totales son:

- **K_a**= Pérdida debido a la auto descarga diaria de la batería. Para nuestros cálculos utilizaremos un $K_a = 0,005$
- **K_b** = Pérdida debido al rendimiento de la batería, $K_b = 0,05$
- **K_c** = Pérdida debido al rendimiento del convertidor, $K_c = 0,06$
- **K_r** = Pérdida debido al rendimiento del regulador, $K_r = 0,02$
- **K_x** = Otras pérdidas no contempladas, $K_x = 0,05$

- **D_{aut}** = Días de autonomía del sistema, $D_{aut} = 1$
- **P_d** = Profundidad de descarga de la batería, $P_d = 0,7$
-

$$K_t = 0,8141$$

5.2.2.2 Demanda y Corriente Maxima

$$\text{Demanda diaria máxima} = \frac{\text{demanda de las cargas}}{K_t}$$

$$\text{Demanda diaria máxima} = \frac{2545 \text{ Wh/d}}{0,8141}$$

$$\text{Demanda diaria máxima} = 3125,98 \text{ Wh/día}$$

Ya obtenida la demanda máxima se calcula la corriente de demanda

$$I_{demanda} = \frac{\text{Demanda diaria máxima}}{V_{sistema}}$$

$$I_{demanda} = \frac{3125,98Wh}{24v}$$

$$I_{demanda} = 130,24Ah/día$$

Aunque el cálculo de *I_{demanda}* contempla las pérdidas del sistema, como buena práctica en el diseño se recomienda tomar un margen de seguridad que va desde el 5% al 10%. Para el caso de estudio, se toma el 10% buscando hacer un diseño conservador; de esta forma, se obtiene la **corriente máxima C_{max}** que será la corriente que determinará el diseño.

$$C_{max} = 1,1 * I_{demanda}$$

$$C_{max} = 1,1 * 130,24 Ah$$

$$C_{max} = 143,27 Ah/día$$

5.2.2.2 Cálculo de Paneles en Serie y Paralelo

- **Paneles en Paralelo**

$$E_{panel} = Eficiencia * I_{panel} * HPS \left[\frac{Ah}{día} \right]$$

$$E_{panel} = 0,95 * 8,31 * 4,82 \left[\frac{Ah}{día} \right]$$

$$E_{panel} = 38,051 \left[\frac{Ah}{día} \right]$$

Epanel = Corriente generada por 1 panel solar fotovoltaico

Eficiencia = rendimiento de los paneles 95%

Ipanel = corriente máxima producida por el panel (suministrado por el fabricante).

HPS = corresponde con las horas de pico solar

Habiendo obtenido la corriente que es capaz de entrega un panel solar Virtus II-JC250M-24, se procede a calcular el número de paneles en paralelo necesario para cubrir la corriente máxima de demanda C_{max}

$$\text{Número de paneles en paralelo} \geq \frac{C_{max}}{E_{panel}}$$

$$\text{Número de paneles en paralelo} \geq \frac{143,27}{38,051}$$

$$\text{Número de paneles en paralelo} \geq 3,76$$

- **Paneles en Serie**

$$\text{Número de paneles en serie} \geq \frac{V_{sistema}}{V_{panel}}$$

$$\text{Número de paneles en serie} \geq \frac{24}{30,1}$$

$$\text{Número de paneles en serie} \geq 0,797$$

V sistema = tensión del sistema en voltios /24

V_{panel} = tensión de cada panel (suministrado por el fabricante)

5.2.2.3 Cálculo de Baterías en serie y en Paralelo Para realizar el cálculo del banco de baterías, se determina la capacidad total del banco; es decir, cuánta corriente diaria debe ser suplida por el banco.

$$C_{bateria} \geq \frac{C_{max} * D_{aut}}{P_d} \text{ [Ah]}$$

$$C_{bateria} \geq \frac{143,27 * 1}{0,7} \text{ Ah}$$

$$C_{bateria} \geq 204,68 \text{ Ah}$$

C_{bateria} = Capacidad del banco de baterías.

C_{max} = Consumo máximo del sistema.

D_{aut} = Días de autonomía con baja o nula insolación.

P_d = profundidad de descarga de la batería.

- **Baterías en Paralelo**

$$\text{Número de baterías en paralelo} \geq \frac{C_{bateria}}{C_{nominal}}$$

$$\text{Número de baterías en paralelo} \geq \frac{204,68}{255}$$

$$\text{Número de baterías en paralelo} \geq 0,8$$

C_{bateria} = Capacidad del banco de baterías.

C_{nominal} = Capacidad de cada batería (suministrado por el fabricante)

- **Baterías en Serie**

$$\text{Número de baterías en serie} \geq \frac{V_{\text{sistema}}}{V_{\text{nominal_bateria}}}$$

$$\text{Número de baterías en serie} \geq \frac{24}{12}$$

$$\text{Número de baterías en serie} \geq 2$$

V sistema = tensión del sistema en voltios 24

Vnominal_bateria = tensión de cada batería

5.2.2.4 Calculo de regulador e inversor

- **Regulador**

Para calcular el regulador se debe obtener la corriente que entrega el campo fotovoltaico:

$$I_{\text{campo}_{\text{fotovoltaico}}} = I_{\text{Panel (sc)}} * \text{Numero de paneles en paralelo.}$$

$I_{\text{Panel (sc)}}$: corriente de cortocircuito del panel.

$$I_{\text{campo}_{\text{fotovoltaico}}} = 8,83 * 4$$

$$I_{\text{campo}_{\text{fotovoltaico}}} = 35,32A$$

Para que el regulador no trabaje al tope de su capacidad, se debe colocar un margen de seguridad del 10%.

$$I_{regulador} = I_{campo\ fotovoltaico} * 1,1$$

$$I_{regulador} = 38,85A$$

- **Inversor**

Para el cálculo de la capacidad del inversor se tiene en cuenta el consumo instantáneo de todas las cargas o dispositivos; que para el caso mostrado es de $P_{max}=905W$ (ver tabla 3)

Para que el Inversor no trabaje al tope de su capacidad, se debe considerar un margen de seguridad del 15%

$$P_{inversor} = P_{max} * 1,15 W$$

$$P_{inversor} = 905 * 1,15 W$$

$$P_{inversor} = 1041 W$$

5.2.2.5 Cálculo del conductor para la acometida El cálculo presentado en esta sección corresponde al tramo desde el panel solar al regulador de carga. Para este cálculo, se toma como parámetro una distancia de 10m entre el panel y la vivienda.

La relación para el cálculo del diámetro del conductor es:

$$S = \frac{2\rho IL}{\delta}$$

Donde:

S: es la sección mínima del circuito (mm^2)

L: es la longitud de la línea (m); **10m**

δ : es la máxima caída de tensión permitida (V);

$$\delta = V_{dc \text{ sistema}} * \% \text{caída de tensión} = 24 * 0,03 = 0,72V$$

ρ : es la resistividad en $\Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$; se toma una resistividad a una temperatura por encima de la ambiente, como por ejemplo a 70°C que sería de

$$\rho_{70} = 0,021 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

I: es la intensidad que pasa por el conductor (A); es decir, la corriente que entrega todo el campo fotovoltaico. En este caso, el campo de 4 paneles entregará hasta 35A.

$$S = \frac{2 * 0,021 * 35 * 10}{0,72}$$

$$S = 20,41 \text{mm}^2$$

Por lo tanto, el conductor a usar es un conductor número 4.

5.2.2.6 Protección de la acometida Se elige como protección de la acometida una protección contra cortocircuitos y sobrecarga termo magnética tipo Breaker para DC. La selección de la protección se realiza teniendo en cuenta la corriente del regulador; para el caso de estudio, la corriente del regulador es de 39^a. Por lo tanto, se escoge una protección de 40A.

5.2.2.7 Protección de las cargas: Breaker Tablero de Distribución Se elige como protección del tablero de distribución una protección contra cortocircuitos y

sobrecarga termo magnética tipo Breaker para AC. La selección de la protección se realiza teniendo en cuenta la corriente de las cargas, si todas están operando al mismo instante, con un factor de seguridad del 10%. Para el caso de estudio esta corriente es de 9,5 A, y con el factor de seguridad se eleva a 10,5 A. Por lo tanto, se escoge una protección de 16 A

5.2.2.8 Selección del DPS Para la selección del DPS a instalar en el sistema, se utiliza un procedimiento establecido en los manuales del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. El cual consiste en parametrizar el sistema y otorgar puntos de acuerdo con cada parámetro evaluado¹².

Tabla 10 Parámetros seleccionados cálculo DPS

Días de Tormentas al Año		Nivel Isocerámico	Puntos
Alto	30 ó mas	Alto	18
Medio	15 a 30	Medio	10
Bajo	0 a 15	Bajo	2

Ambiente	Puntos	Construcción	Puntos
Rural	11	El mas alto	11
Sub-Urbano	6	Mediano	6
Urbano	1	El mas Pequeño	1

Acometida	Puntos	Disturbios	Puntos
Ultimo Cliente	11	Frecuentes	11
Clientes Múltiples	6	Ocasionales	6
Independiente	1	Escasos	1

Reparación	Puntos	Equipos	Puntos
Costosa	19	Indispensable	19
Moderada	11	Medios	11
Economica	3	Pueden Detenerse	3

Los parámetros seleccionados para escoger el DPS objeto del presente diseño se encuentran resaltados en gris en la tabla 7. El nivel Isocerámico se selecciona de acuerdo con los días de tormenta al año; que para la zona es **ALTO**.

¹² CEDIEL GOMEZ Pedro, Cordinación de Protecciones Schneider Electric. [en línea]. Actualizada: Abril de 2009 [Fecha de consulta: 16 de enero de 2015]. Obtenido de unal: <http://www.schneider-electric.com.co/documents/eventos/memorias-jornadas-conecta/Confiabilidad/Coordinacion-de-Protecciones-BT.pdf>Bibliografía

Puntos para selección de DPS=18+11+1+1+6+11+3=51.

Con este resultado se selecciona el valor de corriente de cortocircuito del DPS que se encuentra en la tabla 8.

Otro parámetro para realizar el diseño lo constituye la categoría del DPS. Para este caso, la categoría seleccionada es A. Se categoriza de esta manera atendiendo la norma ANSIE/IEEE C 62.42, porque sus terminales estarán conectadas en los puntos terminales y se utiliza para la protección de equipos electrónicos.

Tabla 11 Selección Corriente cortocircuito DPS

Ansi/IEEE C 62.42	INDICE DE EXPOSICIÓN CALCULADO				
	De 12 a 24	De 25 a 38	De 39 a 55	De 56 a 75	De 76 a 100
Categoría C	120 kA 120 kA	160 kA 120kA	240 kA 160 kA	320 kA 240 kA	480 kA 320 kA
Categoría B	50 kA 36 kA	80 kA 50 kA	120 kA 80 kA	160 kA 120 kA	240 kA 160 kA
Categoría A		36 kA	50 kA 36 kA	80 kA 50 kA	120 kA 80 kA

5.2.2.9 Cuadro Resumen Diseño

Tabla 12. Resumen Diseño Eléctrico

Descripción	Valores calculados	Equipo Seleccionado
Número de paneles en paralelo	4 Und	Rene Sola Virtus II Jc 250M-24
Número de paneles en serie	1 Und	
Número de baterías en paralelo	1Und	Mtek MT122500
Número de baterías en serie	2 Und	
Corriente regulador	39 Amperios	Victron Energy MPPT 50
Potencia Inversor	1040,75 W	Victron Energy Phoenix 24/1200
Calibre del conductor Acometida	No. 4	
Proteccion Acometida	40A	Schneider Electric C60H-DC 2P 40A
Proteccion Tablero Distribución	16 A	Schneider Electric EZ9F56216
Proteccion Sobretensiones (DPS)	40KA	SOCOMEK SURGYS G51-PV

5.3 PRESUPUESTO

El presupuesto resumen que se presenta en la tabla 10 se elaboró teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del diseño; las tablas salariales de la zona; y el transporte; entre otros ítems.

Tabla 13. Resumen

RESUMEN PRESUPUESTAL DEL PROYECTO									
Item	Descripción	UND	Cantidad (1)	Precio Unitario Suministro (2)	Precio Unitario INSTALACIÓN (3)	Precio unitario TRANSPORTE Y EQUIPO (4)	Precio Total Por Vivienda 5=1*(2+3+4)	Unidades Totales (6)	TOTAL (5*6)
1	Panel solar 250w Policristalino	Und	4	\$ 713.798	\$ 40.000	\$ 125.000	\$ 3.515.192	177	\$ 622.188.984
2	Batería 12V/250 Ah	Und	2	\$ 800.000	\$ 7.500	\$ 349.050	\$ 2.313.100	177	\$ 409.418.700
3	Controlador de carga 50 A 12/24 V	Und	1	\$ 765.517	\$ 10.000	\$ 31.124	\$ 806.641	177	\$ 142.775.457
4	Inversor 1200 VA 24V	Und	1	\$ 1.297.000	\$ 20.000	\$ 24.660	\$ 1.341.660	177	\$ 237.473.820
5	Soporte Paneles Solares	Und	2	\$ 560.345	\$ 80.001	\$ 123.830	\$ 1.528.352	177	\$ 270.518.304
6	Puesta a Tierra	Und	1	\$ 93.962	\$ 75.955	\$ 48.999	\$ 218.916	177	\$ 38.748.132
7	Protección Contra sobre tensiones transitorias(DPS), Pararrayos	Und	1	\$ 317.500	\$ 9.983	\$ 10.749	\$ 338.232	177	\$ 59.867.064
8	Protección termomagnetica	Und	2	\$ 60.000	\$ 582	\$ 1.004	\$ 123.172	177	\$ 21.801.444
9	Base Metalica Baterías	Und	1	\$ 146.552	\$ 12.000	\$ 60.621	\$ 219.173	177	\$ 38.793.621
10	Gabinete Electrico para Equipos y tablero de Distribución	Und	1	\$ 706.897	\$ 275.001	\$ 112.500	\$ 1.094.398	177	\$ 193.708.446
11	Accesorios de Conexión	Kit	1	\$ 200.100	\$ 8.000	\$ 10.713	\$ 218.813	177	\$ 38.729.901
12	Manual del usuario	Und	1	\$ 20.000	\$ 45.000	\$ 1.125	\$ 66.125	177	\$ 11.704.125
Subtotal									\$ 2.085.727.998,00
Administración							10%		\$ 208.572.799,80
Imprevistos							8%		\$ 166.858.239,84
Utilidad							7%		\$ 146.000.959,86
Total(Subtotal+AIU)									\$ 2.607.159.997,50

Presupuesto Proyecto

En los siguientes numerales se presentarán y se desglosarán los componentes que dieron como resultado la tabla 10; donde se resume el presupuesto del proyecto.

5.3.1 Especificaciones técnicas Las especificaciones tenidas en cuenta para realizar el presupuesto se pueden observar con detalle en el Anexo 3.

5.3.2 Tabla Salarial Se ha establecido que el talento humano necesario para realizar la instalación de una solución solar fotovoltaica debe constar de dos personas, con los siguientes perfiles:

- **Tecnólogo Electricista:** Persona con 4 años de experiencia en trabajos de campo, instalaciones internas domiciliarias, puesta en marcha de proyectos, realización de informes. Además, debe poseer conocimientos en energía solar fotovoltaica. Salario Base: COP \$1'925.965
- **Técnico Electricista:** Persona con 2 años de experiencia en montajes de campo, cableado de tableros, e interpretación de planos. Salario Base: COP\$ 1'460.599

Para el cálculo del presupuesto los salarios base se deben afectar por unos factores de ponderables o factores multiplicadores; que incluyen costos como vacaciones, aportes a seguridad social, cesantías, intereses a cesantías, primas, y riesgos laborales; entre otros.

En la tabla 11 se muestra el factor multiplicador que se tuvo en cuenta para presupuestar la mano de obra directa del proyecto.

Tabla 14. Tabla para el cálculo del factor multiplicador

FACTOR MULTIPLICADOR		
DESCRIPCION	% PARCIAL	%TOTAL
SALARIO BASICO MENSUAL		
Salario Basico	100%	
TOTAL SALARIO BASICO		100%
PRESTACIONES SOCIALES		
B.1. PRESTACIONES LEGALES		
Prima anual de servicios (30 días)	8,33%	
Cesantias anuales	8,33%	
Intereses a la cesantias	1,25%	
Vacaciones anuales (15 días)	4,10%	
SUB-TOTAL PRESTACIONES LEGALES	0,00%	
B.2. APORTES PARAFISCALES		
Caja de compensacion familiar, Sena, Bienestar familiar	9,00%	
Seguros de vida	8,00%	
SUB-TOTAL APORTES	0,00%	
B.3. SEGURIDAD SOCIAL		
Pensiones	10,50%	
Medicina Familiar o aportes salud	8,00%	
Riesgos Profesionales	6,00%	
SUB-TOTAL SEGURIDAD SOCIAL	0,00%	
B,4. OTROS COSTOS PRESTACIONALES		
Prestaciones extralegales y auxilios	3,00%	
Dotacion	3,00%	
Ausencias justificadas	3,00%	
SUB-TOTAL OTROS COSTOS PRESTACIONALES		
TOTAL PRESTACIONES SOCIALES		72,5%
FACTOR MULTIPLICADOR EN UNIDADES		1,73

El factor hallado en la tabla 11 es el factor que pondera los salarios básicos mencionados anteriormente, los APUS (análisis de precios unitarios) toman como costo la multiplicación del salario base por el factor de ponderación.

5.3.3 Análisis de Precios Unitarios (APUs)

ITEM:	1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN MODULO SOLAR DE 250 W Policristalino.
--------------	---	---

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	20,00	30.000
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	20,00	36.000
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	20,00	24.000
Herramienta menor	1	7000	5,00	35.000
VALOR EQUIPOS				125.000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Panel solar de 250 w	UND.	1	713.798	713.798
				0
VALOR MATERIALES				713.798

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	0,916	15.894
Tecnico Electricista	2	13.160	0,916	24.106
				0
TOTAL MANO DE OBRA				40.000
TOTAL COSTO DIRECTO				878.798

ITEM:	2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Bateria 12V/250 Ah
--------------	---	---

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	75,00	112.500
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	75,00	135.000
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	75,00	90.000
Herramienta menor	1	7000	1,65	11.550
VALOR EQUIPOS				349.050

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Bateria 12V/250 Ah	UND.	1	800.000	800.000
				0
VALOR MATERIALES				800.000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	0,172	2.980
Tecnico Electricista	2	13.160	0,172	4.520
				0
TOTAL MANO DE OBRA				7.500
TOTAL COSTO DIRECTO				1.156.550

ITEM:	3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Controlador de carga 50 A 12/24 V
--------------	---	---

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	4,25	6.375
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	4,25	7.650
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	4,25	5.100
Herramienta menor	1	7000	1,71	11.999
VALOR EQUIPOS				31.124

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Controlador de carga 50 A 12/24 V	UND.	1	765.517	765.517
				0
VALOR MATERIALES				765.517

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	0,229	3.973
Tecnico Electricista	2	13.160	0,229	6.027
				0
TOTAL MANO DE OBRA				10.000
TOTAL COSTO DIRECTO				806.641

ITEM:	4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Inversor 1200 VA 24V
--------------	---	--

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	3,48	5.220
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	3,48	6.264
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	3,48	4.176
Herramienta menor	1	7000	1,29	9.000
VALOR EQUIPOS				24.660

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Inversor 1200 VA 24V	UND.	1	1.297.000	1.297.000
				0
VALOR MATERIALES				1.297.000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	0,458	7.947
Tecnico Electricista	2	13.160	0,458	12.053
				0
TOTAL MANO DE OBRA				20.000
TOTAL COSTO DIRECTO				1.341.660

ITEM:	5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Soporte Paneles Solares
--------------	---	---

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	19,74	29.610
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	19,74	35.532
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	19,74	23.688
Herramienta menor	1	7000	5,00	35.000
VALOR EQUIPOS				123.830

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Poste y base en angulo para soporte paneles solares	UND.	1	483.448	483.448
Cimentación(cemento, arena y triturado)	UND.	1	76.897	76.897
				0
VALOR MATERIALES				560.345

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	1,832	31.788
Tecnico Electricista	2	13.160	1,832	48.213
TOTAL MANO DE OBRA				80.001
TOTAL COSTO DIRECTO				764.176

ITEM:	6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Puesta a Tierra
--------------	---	---

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	9,00	13.500
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	9,00	16.200
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	9,00	10.800
Herramienta menor	1	7000	1,21	8.499
VALOR EQUIPOS				48.999

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Varillas 5/8x2,4	UND.	1	75.862	75.862
Conector polo a tierra	UND.	1	3.448	3.448
Conductor desnudo No2	M	2	7.326	14.652
				0
VALOR MATERIALES				93.962

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	1,739	30.180
Tecnico Electricista	2	13.160	1,739	45.775
				0
TOTAL MANO DE OBRA				75.955
TOTAL COSTO DIRECTO				218.916

ITEM:	7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Protección Contra sobre tensiones transitorias(DPS), Pararrayos
--------------	---	---

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	0,50	750
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	0,50	900
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	0,50	600
Herramienta menor	1	7000	1,21	8.499
			VALOR EQUIPOS	10.749

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
DPS 24 VDC	UND.	1	317.500	317.500
				0
			VALOR MATERIALES	317.500

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	0,229	3.967
Tecnico Electricista	2	13.160	0,229	6.016
				0
			TOTAL MANO DE OBRA	9.983
			TOTAL COSTO DIRECTO	338.232

ITEM:	8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE una Protección termomagnética
--------------	---	---

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	0,15	225
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	0,15	270
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	0,15	180
Herramienta menor	1	7000	0,05	329
			VALOR EQUIPOS	1.004

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Protección termomagnética	UND.	1	60.000	60.000
				0
			VALOR MATERIALES	60.000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	0,013	231
Tecnico Electricista	2	13.160	0,013	351
				0
			TOTAL MANO DE OBRA	582
			TOTAL COSTO DIRECTO	61.586

ITEM:	9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Base Metalica Baterias
--------------	---	--

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	11,25	16.875
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	11,25	20.250
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	11,25	13.500
Herramienta menor	1	7000	1,43	9.996
VALOR EQUIPOS				60.621

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Base Metalica Baterias	UND.	1	146.552	146.552
				0
VALOR MATERIALES				146.552

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	0,275	4.768
Tecnico Electricista	2	13.160	0,275	7.232
				0
TOTAL MANO DE OBRA				12.000
TOTAL COSTO DIRECTO				219.173

ITEM:	10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Gabinete Electrico para Equipos y tablero de Distribución
--------------	----	---

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	15,00	22.500
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	15,00	27.000
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	15,00	18.000
Herramienta menor	1	7000	6,43	45.000
VALOR EQUIPOS				112.500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Gabinete metalico y tablero	UND.	1	706.897	706.897
				0
VALOR MATERIALES				706.897

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	6,297	109.270
Tecnico Electricista	2	13.160	6,297	165.731
				0
TOTAL MANO DE OBRA				275.001
TOTAL COSTO DIRECTO				1.094.398

ITEM:	11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Accesorios de Conexión
--------------	----	--

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	1,83	2.738
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	1,83	3.285
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	1,83	2.190
Herramienta menor	1	7000	0,36	2.500
VALOR EQUIPOS				10.713

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
Accesorios de Conexión(terminales, marquillas, fungibl	UND.	1	100.000	100.000
Cable Acometida No 4	M	20	5.005	100.100
VALOR MATERIALES				200.100

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	0,183	3.179
Tecnico Electricista	2	13.160	0,183	4.821
				0
TOTAL MANO DE OBRA				8.000
TOTAL COSTO DIRECTO				218.813

ITEM:	12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE Base Metalica Para Baterias
--------------	----	---

TRANSPORTE Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	V-UND	UNIDADES	VALOR
T. Terrestre Bucaramanga - Puerto Wilches	1	1.500	0,25	375
T. Fluvial Puerto Wilches- centro de acopio	1	1.800	0,25	450
T. a lomo de mula centro de acopio - vivienda final	1	1.200	0,25	300
Herramienta menor	1	7000	0,00	0
VALOR EQUIPOS				1.125

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	VALOR
cartilla de operación	UND.	1	20.000	20.000
				0
VALOR MATERIALES				20.000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	V-HORA	No de H-H	VALOR
Tecnologo Electricista	1	17.354	2,593	45.000
Tecnico Electricista	2	13.160	0,000	0
				0
TOTAL MANO DE OBRA				45.000
TOTAL COSTO DIRECTO				66.125

6. ESTUDIO FINANCIERO

Por tratarse de un proyecto con carácter público - es decir, que los aportes de dinero los realizará el estado Colombiano a través de un Fondo del Ministerio de Minas y Energía llamado FAZNI - la evaluación financiera se realiza siguiendo la Metodología General Ajustada MGA. Esta metodología toma en cuenta los beneficios financieros y sociales que entregaría el proyecto a sus usuarios.

Por otra parte, también se establecerá el esquema de sostenibilidad que debe adoptar la Empresa de Servicios Públicos (ESP) que vaya a operar la comercialización de la energía; el esquema de sostenibilidad se basa en la resolución 091 de 2007 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

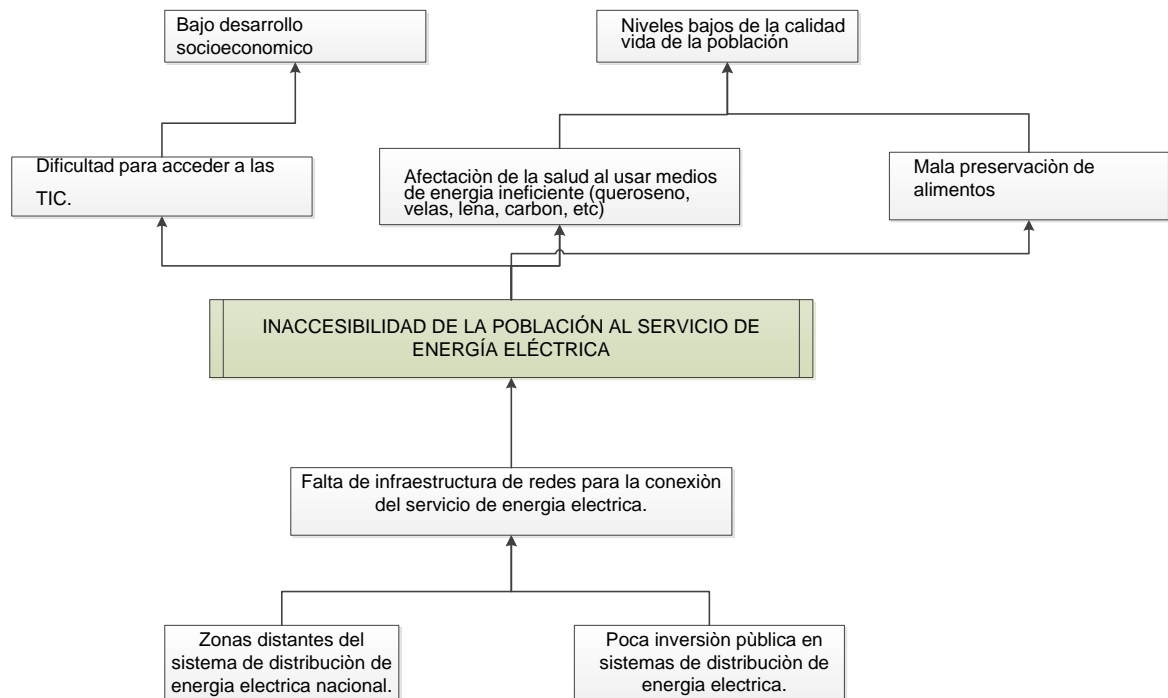
6.1 METODOLOGÍA GENERAL AJUSTADA (MGA)

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación realizada a través de la herramienta que permite correr la MGA (ver anexo 5), se obtuvo que el proyecto es viable ya que las Tasas Internas de Retorno Financiera y Social son **16,09 % y 15,8 %**, respectivamente. Los precios sombra o precios Sociales tienen un factor de conversión de 0,79; este factor viene establecido por el Estado Colombiano al escoger que el bien producido es Energía eléctrica.

El estado considera que un proyecto es viable si sus TIR están por encima del 15% y menor al 25%.

La Metodología general Ajustada se basa en la metodología de marco lógico. A continuación se presenta del diagrama de causas- problema central – efectos y el cuadro resumen de objetivos y acciones.

Figura 12. Diagrama de Causas-Problema central-Efectos



Para poder realizar la evaluación siguiendo la MGA se debe parametrizar una alternativa de comparación que evalúe alternativamente el Ahorro económico. Para este caso se implementará en la región el uso de un generador a gasolina de 1,5 HP, 800 W, autonomía de 6,5 horas y capacidad del tanque 1,1 galones por usuario. En el primer año el costo de adquisición del generador eléctrico; los siguientes años se presentará el costo de operación del equipo, (teniendo como referencia 3 horas diarias de uso y un costo por galón de combustible de COP \$ 8450).

Tabla 15. Especificaciones del generador Eléctrico

Especificaciones Tecnicas generador electrico 1,5 HP	
Capacidad del tanque	1,1 galones
Combustible	Gasolina
Autonomia con tanque lleno	6,5 horas
Watts generados	800
Precio de un galon de gasolina en zona	\$ 8.450
Valor comercial	\$ 870.000

Con las especificaciones técnicas se calcula el consumo de combustible del generador, manteniéndolo encendido durante 3 horas; equivalentes a 90 horas mensuales por familia.

Tabla 16. Resumen costos alternativa generador

Tabla resumen	
Costo combustible por mantener funcionando un generador electrico a gasolina 90 horas mensuales	\$ 139.425
Costo al año por vivienda para utilizar el generador electrico por familia	\$ 1.673.100
Costo anual para las 177 familias de la zona si se implementa el uso de generador electrico a gasolina	\$ 296.138.700

Los objetivos, las acciones a tomar y los resultados de la evaluación se pueden observar en el anexo 5.

6.2 ESQUEMA DE SOSTENIBILIDAD

El esquema de sostenibilidad basa el cobro de la energía eléctrica en la resolución 091 de 2007 de la Comisión de Regulación de energía y Gas (CREG); si bien es cierto la resolución 091 ha tenido modificaciones a través de otras resoluciones, el apartado de la estructura tarifaria no ha sido modificado.

Para el cálculo del esquema tarifario se procede de acuerdo con los siguientes pasos:

- a) Cálculo del cargo de generación y cargo variable de la tarifa
- b) Cálculo componente cargo fijo de la tarifa
- c) Cálculo tarifario total
- d) Cálculo del subsidio al consumo de energía para una ZNI
- e) Resumen de tarifa y valor a pagar por usuario

6.2.1 Cálculo Cargo Generación y cargo variable tarifario De acuerdo con la resolución de la CREG 091 de 2007- artículo 25- sección C “**Formula de actualización de cargos máximos de generación para soluciones fotovoltaicas individuales**” se tiene lo siguiente:

Tabla 17. Parámetros para cálculo de costo de generación

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	Cantidad	UNIDAD
Cargo máximo de generación correspondiente al mes m de prestación del servicio.	Gm		
Cargo máximo de generación expresado en precios de la fecha Base (diciembre 2006)	Go	\$ 371,20	\$/W-mes
Cargo máximo de administración, operación y mantenimiento expresados en precios de la fecha base	AOM	\$ 188,06	W- mes
Índice de precios al productor total nacional para el mes m – 1 (diciembre 2014)	IPP m-1	\$ 122,09	\$
Índice de precios al productor total nacional para la fecha base.	IPP	\$ 100,00	\$

$$Gm = (Go + AOM) * \left(\frac{IPPm - 1}{IPPo}\right)$$

$$Gm = (371,2 + 188,06) * \left(\frac{122,09}{100}\right)$$

$$Gm = 682,8005 \left[\frac{\$}{Wmes} \right]$$

$$Gm = 682,8005 \left[\frac{\$}{Wmes} \right] * \left[\frac{1 mes}{720h} \right]$$

$$Gm = 0,948334 \left[\frac{\$}{Wh} \right]$$

$$Gm = 948,334 \left[\frac{\$}{kWh} \right]$$

El resultado hallado describe el parámetro de cobro variable y, según la tabla 4 del capítulo 3, la energía que entregará el sistema fotovoltaico a cada vivienda es de 2 545 Wh/d; por lo tanto, si el usuario consume la totalidad de la capacidad instalada estaría realizando un pago de:

$$\text{Costo variable} = Gm * \text{Energía Consumida}$$

$$\text{Costo variable} = 0,948334 \left[\frac{\$}{Wh} \right] * 2545 \left[\frac{Wh}{día} \right] * \frac{30días}{1 mes}$$

$$\text{Costo variable} = 72 405,301 \frac{\$}{mes}$$

El artículo 36 de la resolución 091 de 2007 especifica que si el usuario no tiene medidor, el cobro se realizará de acuerdo con los consumos de la carga instalada y sus factores de utilización; estos parámetros están contemplados en la tabla 4 del capítulo 3. Para efectos del presente documento y su análisis de sostenibilidad se contemplarán dos condiciones:

- I) Que el usuario siempre consumirá el total de la potencia

II) Que no se realizarán lecturas en medidores.

6.2.2 Cálculo cargo fijo tarifario De acuerdo con la resolución de la CREG 091 de 2007- artículo 38 “Formula de actualización del cargo de comercialización” se tiene lo siguiente:

Tabla 18. Parámetros cargo fijo tarifario

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO		UNIDAD
cargo máximo base de comercialización, correspondiente al mes m	Cm		\$
Cargo máximo base de comercialización, expresado en peso por factura.	Co	\$3.834,00	\$
Indice de precios al consumidor nacional para el mes m-1(diciembre 2014)	IPC m-1	\$118,15166	\$
indice de precios al consumidor nacional para la fecha base	IPC 0	\$87,86896	\$

$$Cm = Co * \left(\frac{IPCm - 1}{IPC0} \right)$$

$$Cm = 3.834 * \left(\frac{118,15166}{87,86896} \right)$$

$$Cm = 5.155,32976 \frac{\$}{mes}$$

6.2.3 Cálculo Tarifa total La CREG en el artículo 41 de la resolución 091 de 2007 establece el cobro de un cargo fijo y un cargo variable. Por lo tanto, la tarifa total será la suma aritmética entre el costo fijo y variable, y de acuerdo con lo aclarado en la sección 4.2.1 el costo variable se asumirá como un consto fijo también; esto con el ánimo de tener un parámetro de evaluación. En consecuencia, para la evaluación del esquema de sostenibilidad se tendrá en cuenta que cada usuario pagara un valor de 77.560,63 COP\$/mes:

$$\text{Costo factura} = \text{Costo fijo} + \text{Costo variable}$$

$$\text{COSTO de la factura} = 5.155,32976 + 72.405,301$$

$$\text{COSTO de la factura} = 77.560,63 \$ /mes$$

6.2.4 Esquema de subsidio al consumo Para realizar los cálculos correspondientes al subsidio que el gobierno aportará para aliviar el pago de la factura, para los usuarios **estrato 1**, se debe tener en cuenta la siguiente información:

I) **Mínimo subsistencia:** 173 kWh/mes para alturas inferiores a 1000msnm (resolución CREG 355 de 2004).

II) **Subsidio para usuarios en las ZNI:** El artículo 1 de la resolución 180660 DE 2009 establece la siguiente estructura para el cálculo del subsidio:

$$Se.n.m = [C * (CUn.m - Te.m)] + \left[Csenda * \left(CUn.m - T0 * \left(\frac{IPC_{m-1}}{IPC_{m0}} \right) \right) \right]$$

Donde:

Se.n,m (\$): Subsidio máximo para el mes de facturación m, del usuario de estrato e, conectado al nivel de tensión n.

C (kWh): Consumo de energía del usuario residencial. Es el valor de los consumos que sean iguales o menores al consumo de subsistencia.

CUn.m (\$/kWh): Costo unitario de prestación del servicio para los usuarios conectados al nivel de tensión n, correspondiente al mes de facturación m.

$T_{e,m}$ (\$/kWh): Tarifa de referencia aplicada a los usuarios de estrato e en el mes de facturación m, por el comercializador incumbente del Sistema Interconectado Nacional – SIN - en el departamento donde se encuentran ubicados los usuarios. En caso que los usuarios se encuentren en un departamento que no pertenezca al SIN, se tomará como referencia la tarifa aplicada en la capital del departamento del SIN con punto de conexión a 115 kV más cercano a la capital del departamento al cual pertenecen los usuarios.

C_{senda} (kWh): Consumo de energía del usuario residencial, que supera el consumo de subsistencia establecido y es inferior o igual al límite de cada una de las fases de la senda.

T_0 (\$/kWh): Tarifa aplicada en diciembre de 2007 a aquellos consumos que superaban el consumo de subsistencia.

IPC_{m-1} : Índice de Precios al Consumidor del mes anterior al mes de facturación m.

IPC_0 : Índice de Precios al Consumidor del mes de diciembre de 2007.

En caso que la expresión $(C_{Un,m} - T_{e,m})$ sea menor que cero, este término se entenderá igual a cero. En caso de que la expresión $[C_{Un,m} - T_0 * (IPC_{m-1} / IPC_0)]$ sea menor que cero, este término se entenderá igual a cero”.

Para el obtener el resultado del subsidio que aplica a los usuarios, se debe tener en cuenta que el $C_{senda}=0$; ya que el consumo total por usuario en el mes (76,35 kWh/mes) está por debajo del mínimo de subsistencia (173KWh/mes). Es decir, no hay consumo por fuera del mínimo de subsistencia; por lo tanto, la formula queda reducida a:

$$Se.n.m = [C * (CUn.m - Te.m)]$$

Donde:

C=76,35 kWh/mes; **CUn.m**=948,33 COP\$/kWh;

Te.m=174 COP\$/kWh (tarifa ESSA mes de diciembre de 2014 para estrato 1)

$$Se.n.m = 59.120 COP\$$$

6.2.5 Resumen de tarifa y valor a pagar por usuario De acuerdo con la resolución CREG 161 de 2008, capítulo XI “**TARIFA DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGA ELECTRICA PARA LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS ZNI**” en su artículo 27 se establece que:

$$T_{m,k} = CU_m - S_{m,k}$$

Donde:

$T_{m,k}$: Tarifa para el mes aplicable al estrato socioeconómico (COP\$/kWh).

CU_m : Costo unitario de prestación del servicio de energía eléctrica para el mes m, (COP\$/kWh).

$S_{m,k}$: Subsidio por menores tarifas determinado para el estrato socioeconómico (COP\$/kWh).

K: Corresponde al estrato socioeconómico aplicable según la normatividad vigente.

$$T_{m,k} = 77.560 - 59.120$$

$$T_{m,k} = 18.440 COP\$$$

Como resumen de este apartado se establece que el usuario pagará COP\$ 18 440 y el estado subsidiará COP\$ 59 120

6.3 ADMINISTRACION OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la evaluación de la administración, operación y mantenimiento se parte de la base que la infraestructura será operada por una empresa de servicios públicos ESP que se encuentre operando en la zona; estos requerimientos se deben tener en cuenta ya que el número de usuarios a beneficiar es muy bajo.

Otro punto que se tuvo en cuenta para establecer el esquema de sostenibilidad es el ingreso que se tendrá por costo de facturación que asciende a COP\$13 728 120 por los 177 usuarios.

Finalmente se debe contemplar que el espectro de la administración del proyecto es de 10 años y que la vida útil de las baterías se contempla en 6 años; lo cual indica que se debe hacer el cobro para realizar la reposición de éstas, cuando cumplan su vida útil.

Tabla 19. Cuadro resumen AOM

DEPARTAMENTO DE SANTANDER					
ENERGIZACIÓN CON PANELES SOLARES: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA ENERGIZACIÓN RURAL EN EL MAGDALENA MEDIO (PUERTO WILCHES), PARA ZONAS NO INTERCONECTADA (ZNI)					
ESQUEMA DE SOSTENIBILIDAD MENSUAL					
CANT.	CARGO / OFICIO	SUELDO Y/O ORNAL MENSUA	PRIMA REGIONAL	DIAS DEDICADOS	VALOR PARCIAL (\$) [[((1)+(2))/30]* (3)]
		(1)	(2)	(3)	
COSTOS DIRECTOS DE PERSONAL					
1	Tecnico	1.150.000	350.000	22	1.500.000,0
1	auxiliar facturación	1.000.000		2	90.909,1
1	Secretaria	644.350		3	87.865,9
1	Auxiliar de cartera	644.350	200.000	4	153.518,2
SUBTOTAL COSTOS DE PERSONAL = (4)					1.832.293,2
FACTOR MULTIPLICADOR (5)					1,725
SUBTOTAL COSTOS DE PERSONAL = (4) * (5) = (A)					3.160.705,7
CANT.	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO (\$) (6)	CANTIDAD (7)	VALOR PARCIAL (\$) (6) * (7)
OTROS COSTOS DIRECTOS					
1	Repocicion de las baterías	Usuario	32.126	177	5.686.370,8
1	Repuestos para mantenimiento	Und.	3.000	177	531.000,0
1	Software facturación	Día	20.000	1	20.000,0
1	Transporte facturación (Bucarmanga - Puerto Wilches)	Und.	20.000	1	20.000,0
1	Papelería, Comunicaciones teléfono, fax correo	Mes	230.000	1	230.000,0
1	Canon de arrendamiento oficina puerto Wilches	Mes	350.000	0,5	175.000,0
1	Transporte Tecnico (a la zona)	Und.	135.000	2	270.000,0
1	Transporte Auxiliar cartera (a la zona)	Und.	135.000	3	405.000,0
SUBTOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS = (8)					7.337.370,8
COSTO SUBTOTAL = (A) + (B) = C					10.498.076,6
ADMINISTRACIÓN (10%) - (D)					1.049.807,7
UTILIDAD (14%) E					1.469.730,7
COSTO TOTAL = C + D + E					13.017.614,9

Los costos de administración, operación y mantenimiento ascienden en proporción a la facturación de 168 viviendas, concluyéndose que este sería el punto de equilibrio. Para el proyecto que se está analizando, se puede afirmar que al ser 177 usuarios la ganancia de compañía aumentaría de un 14% a un 19,1%.

6.4 HERRAMIENTA ASPES (ASISTENTE DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR)

Como complemento al estudio técnico, se desarrolló la ingeniería y la implementación de una herramienta tipo web que permite realizar los estudios técnicos de un proyecto de energía solar fotovoltaica off-grid de una manera eficiente y ágil.

La herramienta ASPES realiza los cálculos del sistema solar fotovoltaico, el presupuesto, los precios unitarios, la tarifa, los costos de operación y la evaluación de la sostenibilidad de un proyecto de energización rural off-grid.

La herramienta ASPES se deja para su uso libre y esta programada para un ámbito web en línea o fuera de línea, se desarrolló utilizando el lenguaje HTML5, Javascript, framework Angular JS y JQuery; la ingeniería de la herramienta así como su esquema de presentación fue concebida por los autores Jorge A Chinchilla y Jesus Gualdron F; sin embargo la codificación fue realizada por un desarrollador de software.

Los cálculos, formulas, relaciones, esquemas de sostenibilidad están basados en la metodología presentada en los apartados anteriores del presente trabajo de grado.

Para usar la herramienta se debe consultar el anexo 6 del presente trabajo de grado, allí se encontrara la descripción y el manual de usuario.

7. ESTUDIO AMBIENTAL Y LEGAL

7.1 ESTUDIO AMBIENTAL

Se realizó la consulta a la autoridad ambiental CAS (Corporación Autónoma de Santander) quien realiza todo el control ambiental en la zona de influencia del proyecto. Dicha corporación manifestó que los proyectos de energización Off-Grid por medio de paneles solares fotovoltaicos NO requieren licencia ambiental; de acuerdo con lo contemplado en el decreto 2820 de 2010, artículo 9, y tampoco requiere la presentación del plan de manejo ambiental (Ver anexo 7).

7.2 ESTUDIO LEGAL

- **LEY 1715 DE 2014 “Integración de las Energías renovables no convencionales al sistema energético nacional”.**

Esta ley tiene por objeto promover el uso de las fuentes no convencionales de energía (FNCE), principalmente las de carácter renovable, contemplando incentivos tributarios, arancelarios y contables para estimular la inversión en este tipo de energías.

Artículo 12, Artículo 13 - Incentivos tributarios: Exclusión de IVA y arancel a equipos, elementos, maquinaria y servicios que se vinculen a la producción de energía a través de las FNCE.

Artículo 40- Financiación de proyectos: Contempla el esquema de capitalización del fondo FAZNI, el cual consiste en que por cada 1kWh despachado de la bolsa de energía mayorista se recaudará COP\$ 1,00 para este fondo.

- **LEY 142 de 1994 “Servicios públicos domiciliarios”.** Por la cual se establece el régimen jurídico de las empresas de servicios públicos; los organismos de control, regulación y vigilancia y el régimen de tarifas.
- **Resolución CREG 161 de 2008- Capítulo XI.** Establece la tarifa aplicable a los usuarios regulados para las zonas no interconectadas.
- **Resolución CREG 091 de 2007.** Establece metodologías y formulas tarifarias para determinar el costo del servicio público de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas ZNI.
- **Resolución UPME 355 de 2004.** Por la cual se establece el consumo de subsistencia en 173kWh para alturas menores a 1000msnm, y a 130kWh para alturas superiores a 1000msnm.
- **Resolución 180660 de 2009 del Ministerio de Minas y Energía.** Define la estructura y las condiciones para subsidiar el servicio público de energía eléctrica para las ZNI.

8. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de la evaluación a través de la herramienta MGA, se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista financiero y social; por lo tanto, está calificado para presentarse como candidato a financiación por el Fondo de Apoyo a las Zonas no Interconectadas FAZNI.

La sostenibilidad de un proyecto de energización rural off-grid, depende del apoyo que reciba de las entidades gubernamentales, tanto para su implementación como para su instalación; ya que el costo de la energía es alto y los recursos financieros de una persona estrato 1 no podrían cubrir el valor facturado de energía.

Del análisis financiero, operacional y del esquema de sostenibilidad del proyecto, se determinó que la empresa de servicios públicos que vaya a operar el proyecto debe estar haciendo presencia y operando otros proyectos de servicios públicos en la zona de influencia, ya que un proyecto de energización rural Off-Grid con paneles solares fotovoltaicos no puede soportar toda la carga administrativa; a no ser que el número de usuarios sea superior a 500.

Interconectar viviendas alejadas de las redes es una estrategia costosa; sin embargo, al analizar la opción de energizar las mismas por medio de un sistema con paneles solares fotovoltaicos en una instalación OFF-GRID, se obtiene una alternativa que ayuda a disminuir las necesidades básicas insatisfechas del sector rural y a mejorar su progreso socioeconómico.

La energización de viviendas con paneles solares genera beneficios a los usuarios y a la zona de influencia; tales como:

- Aumento en la seguridad dentro de la vivienda, ya que los métodos de iluminación con lámpara de queroseno y velas serán remplazados por bombillas que disminuyen los riesgos de generar incendios.
- Conservación saludable del medio ambiente, debido a que la fuente de energía de éstos es el sol (considerada energía renovable). Adicional a esto, este tipo de energía no genera sustancias nocivas para la supervivencia de los seres vivos y ayuda a la disminución de los gases de efecto invernadero.
- Mejora la salud y calidad de vida de las personas, permitiendo el acceso a tecnologías de la información para que los niños y jóvenes tengan una mejor formación académica

9. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Para dar continuidad a este proyecto Se recomienda realizar una guía de gerenciamiento de proyecto que siga un estándar internacional como el PMBOK o PRINCE, que marque el derrotero para la buena ejecución del proyecto

BIBLIOGRAFÍA

CEDIEL GOMEZ Pedro, Cordinación de Protecciones Schneider Electric. [en línea]. Actualizada: Abril de 2009 [Fecha de consulta: 16 de enero de 2015]. Obtenido de unal: <http://www.schneider-electric.com.co/documents/eventos/memorias-jornadas-conecta/Confiabilidad/Coordinacion-de-Protecciones-BT.pdf>Bibliografía

CURSO VIRTUAL GESTIÓN DE LA INVERSIÓN PÚBLICA [en línea]. Actualizada: (s.f.) [Fecha de consulta: 28 diciembre de 2014]. Obtenido de unal: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/eLearning/dnp/2/html/contenido-2.2.2-estudio-legal.html>

Curso Virtual Gestión de la Inversión Pública [en línea]. Actualizada: (s.f.) [Fecha de consulta: 30 julio de 2014]. Obtenido de unal: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/eLearning/dnp/2/html/contenido-1.4.1-herramientas-gestion-IP.html>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. República de Colombia. Manual de Soporte Conceptual Metodología General para la Formulación y Evaluación de Proyectos [en línea]. Actualizada: abril de 2013. [Fecha de consulta: 28 diciembre de 2014]. Disponible: <https://www.sgr.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=sGf0xqep7Og%3D&tabid=186&mid=941>

ESTEVE GOMEZ Natalia, DISEÑO, ENERGIZACIÓN DE LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS APARTIR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES SOLAR Y

EÓLICA. Trabajo de grado presentado para optar el título de Magister en Gestión Ambiental. (2011), Pontificia Universidad Javeriana.

Ministerio de minas y energía. República de Colombia. MANUAL GUÍA PARA LA FORMULACIÓN, PRESENTACIÓN Y REGISTRO DE PROYECTOS, PARA ACCEDER A LOS RECURSOS DEL FONDO DE APOYO FINANCIERO PARA LA ENERGIZACIÓN DE LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS - FAZNI [en línea]. Actualizada (s.f.) [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2014]. Disponible: http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/Manual_FAZNI.pdf

MIRANDA MIRANDA Juan José, Proyectos IDENTIFICACIÓN-FORMULACIÓN EVALUACIÓN (Financiera-Económica-Social-Ambiental). Quinta edición. Bogota-Colombia. MM editores. 2005

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (s.f.). Actualizada: 2012. [Fecha de consulta: 10 julio de 2014]. Disponible en <http://www.fao.org/home/es/>

Pareja Aparicio Miguel, Energía solar fotovoltaica cálculo de una instalación aislada, Marcombo. P12

SALCEDO GOMEZ Mayra Alejandra y ORTIZ LIZCANO Lady Johana, IDENTIFICACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DE UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA ELECTRICA EN EL DEPARTAMENTO DEL META. - Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Electricista. (2014), Universidad Industrial de Santander.

THOMPSON Janneth. Valdez Felix. Todo sobre Proyectos [en línea]. Actualizada: 17 de abril de 2009. [Fecha de consulta: 21 julio de 2014]. Disponible: <http://todosobreproyectos.blogspot.com/2009/04/estudio-de-prefactibilidad.html>

THOMPSON Janneth. Valdez Felix. Todo sobre Proyectos [en línea]. Actualizada: 5 de febrero de 2012. [Fecha de consulta: 24 julio de 2014]. Disponible: <http://todosobreproyectos.blogspot.com/>

ANEXOS

ANEXO A. MODELO ENCUESTA



ENCUESTA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA AUTÓNOMO PARA LA ELECTRIFICACIÓN RURAL



DEPARTAMENTO: _____ MUNICIPIO: _____
 VEREDA: _____ FINCA: _____

1. INFORMACION GENERAL DEL USUARIO. No.

Nombre: _____
 Teléfono: _____ Nivel de Estudio: _____
 Se encuentra laborando: Si No Empleado Independiente
 Actividad económica principal agricultura otro

Ingreso Familiar al mes:

100.000 200.000 300.000 400.000 500.000 1.000.000 + de 1'000,000

Grupo familiar:

Número de personas que viven en la vivienda _____ Número de menores de 18 años _____
 Número de hombres _____ Cuantos estudian _____
 Número de Mujeres _____ Cuantos trabajan _____

2. TIPO DE VIVIENDA.

Tenencia	Tipo de Construcción			
	Techo	Paredes	Pisos	Habitaciones
<input type="checkbox"/> Propia	<input type="checkbox"/> Zinc	<input type="checkbox"/> Bloques	<input type="checkbox"/> Cemento	<input type="checkbox"/> una
<input type="checkbox"/> Arriendo	<input type="checkbox"/> Paja	<input type="checkbox"/> Madera	<input type="checkbox"/> Tierra	<input type="checkbox"/> dos
<input type="checkbox"/> Inquilinato	<input type="checkbox"/> otro	<input type="checkbox"/> Otro Material	<input type="checkbox"/> Otro	<input type="checkbox"/> tres

Distancia de la vivienda a la carretera principal: _____ Km

3. INFORMACION ESPECÍFICA.

Que material utiliza para iluminar la vivienda

velas lámparas de queroseno Otro Cual _____

Tiene generador eléctrico Si _____ No _____ Que combustible utiliza Gasolina _____ ACPM _____

Cuánto tiempo (horas) enciende el generador al día _____ horas/día

Cuánto gasta en gasolina o ACPM al mes _____ (Pesos)

Que electrodomésticos tiene en su vivienda _____

4. LE GUSTARÍA INSTALAR EL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN SU VIVIENDA

NOMBRE DEL ENCUESTADO _____
 N° CC _____ FIRMA: _____

ENCUESTA ZONA RURAL NO INTERCONECTADA DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, SANTANDER				
ENCUESTA		RESULTADO	PORCENTAJE	
1. INFORMACIÓN GENERAL	LABORANDO	SI	78	68,4%
		NO	36	31,6%
	CONDICIÓN DE EMPLEO	EMPLEADO	12	10,5%
		INDEPENDIENTE	102	89,5%
	NIVEL DE ESTUDIO	QA	66	57,9%
		SEGUNDARIA	43	37,7%
		PROFESIONAL	5	4,4%
	ACTIVIDAD ECONOMICA P.PAL	AGRICULTURA	358	94,8%
		OTRO	20	5,2%
	GRUPO FAMILIAR			
	INGRESOS FAMILIARES	\$ 100.000	1	0,9%
		\$ 200.000	8	7,0%
		\$ 300.000	17	14,9%
		\$ 400.000	30	26,3%
		\$ 500.000	29	25,4%
		\$ 600.000	6	5,3%
\$ 1.000.000		20	17,5%	
MAS DE \$ 1.000.000		3	2,6%	
GRUPO FAMILIAR	TODOS	378		
	HOMBRES	195	51,6%	
	MUJERES	181	47,9%	
	MENORES DE 18 AÑOS	135	35,7%	
	ESTUDIAN	121	32,0%	
	TRABAJAN	131	34,7%	

ENCUESTA ZONA RURAL NO INTERCONECTADA DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, SANTANDER				
ENCUESTA			RESULTADO	PORCENTAJE
2. TIPO DE VIVIENDA	TENENCIA	PROPIA	112	98,2%
		ARRIENDO	1	0,9%
		INQUILINATO	1	0,9%
	TECHO	ZINC	86	75,4%
		PAJA	27	23,7%
		OTRO	1	0,9%
	PAREDES	BLOQUES	14	12,3%
		MADERA	100	87,7%
		OTRO MATERIAL	0	0,0%
	PISOS	CEMENTO	15	13,2%
		TIERRA	99	86,8%
		OTRO	0	0,0%
	HABITACIONES	UNA	31	27,2%
		DOS	80	70,2%
		TRES	3	2,6%
3. INFORMACIÓN ESPECÍFICA	MATERIAL PARA ILUMINAR	VELAS	43	32,6%
		LAMPARAS DE QUEROSENO	87	65,9%
		GENERADOR ELECTRICO	2	1,5%
		OTRO	0	0,0%
	HORAS DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL (DE 24 HORAS)	2 HORAS	2	1,8%
		3 HORAS	59	51,8%
		4 HORAS	33	28,9%
		5 HORAS	20	17,5%
		OTRO	0	0,0%
	RECURSOS CONSUMIDOS PARA ILUMINAR	\$ 10.000	12	10,5%
		\$ 20.000	27	23,7%
		\$ 30.000	31	27,2%
		\$ 40.000	18	15,8%
		\$ 50.000	14	12,3%
		\$ 60.000	6	5,3%
\$ 70.000		4	3,5%	
\$ 100.000		1	0,9%	
\$ 200.000	1	0,9%		

ANEXO B. CALCULOS COMPARACION DE DISEÑOS

CALCULOS DEL SISTEMA MONOCRISTALINO 1		
1. Potencia máxima.		
	Pmax (W)	905
2. Cálcula del consumo máximo.		
Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
Imax (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A
2.1 Perdidas del sistema		
Kb	0,05	-
Kc	0,06	-
Kr	0,02	-
Kx	0,05	-
Ka	0,005	-
Daut	1	Días
Pd	0,7	-
Kt	0,81414	-
Cmax	143,27	Ah/d
3. Cálculo del número de paneles.		
CARRACTERISTICAS DEL PANEL		
REFERENCIA	En156-250	-
POTENCIA	250	Vatios W
CORRIENTE (Ipanel)	8,17	Amperios A
VOLTAJE	31	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	8,70	Amperios A
EFICIENCIA	0,97	%
HPS	4,82	h
Epanel	38,198	Amperios A
Número de paneles en paralelo	3,751	Und.
Número de paneles en serie	0,784	Und.

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	12	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	205	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	2	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	33	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	36	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,72	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

CALCULOS DEL SISTEMA MONOCRISTALINO 2

1. Potencia máxima.

Pmax (W)	905
-----------------	------------

2. Cálcula del consumo máximo.

Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
I _{max} (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A

2.1 Perdidas del sistema

K _b	0,05	-
K _c	0,06	-
K _r	0,02	-
K _x	0,05	-
K _a	0,005	-
D _{aut}	1	Días
P _d	0,7	-

K _t	0,81414	-
----------------	---------	---

C_{max}	143,27	Ah/d
------------------------	---------------	-------------

3. Cálculo del número de paneles.

CARRACTERISTICAS DEL PANEL

REFERENCIA	En156-260	-
POTENCIA	260	Vatios W
CORRIENTE (I _{panel})	8,41	Amperios A
VOLTAJE	31	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	8,98	Amperios A
EFICIENCIA	0,97	%
HPS	4,82	h
E _{panel}	39,320	Amperios A

Número de paneles en paralelo	3,644	Und.
--------------------------------------	--------------	-------------

Número de paneles en serie	0,777	Und.
-----------------------------------	--------------	-------------

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	12	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	205	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	2	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	33	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	36	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,72	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

CALCULOS DEL SISTEMA MONOCRISTALINO 3

1. Potencia máxima.

Pmax (W)	905
-----------------	------------

2. Cálcula del consumo máximo.

Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
I _{max} (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A

2.1 Perdidas del sistema

K _b	0,05	-
K _c	0,06	-
K _r	0,02	-
K _x	0,05	-
K _a	0,005	-
D _{aut}	1	Días
P _d	0,7	-

K _t	0,81414	-
----------------	---------	---

Cmax	143,27	Ah/d
-------------	---------------	-------------

3. Cálculo del número de paneles.

CARRACTERISTICAS DEL PANEL

REFERENCIA	En156-270	-
POTENCIA	270	Vatios W
CORRIENTE (I _{panel})	8,63	Amperios A
VOLTAJE	31	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	9,07	Amperios A
EFICIENCIA	0,97	%
HPS	4,82	h
E _{panel}	40,349	Amperios A

Número de paneles en paralelo	3,551	Und.
--------------------------------------	--------------	-------------

Número de paneles en serie	0,767	Und.
-----------------------------------	--------------	-------------

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	12	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	205	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	2	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	32	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	35	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,71	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

CALCULOS DEL SISTEMA MONOCRISTALINO 4

1. Potencia máxima.

Pmax (W)	905
-----------------	------------

2. Cálcula del consumo máximo.

Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
I _{max} (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A

2.1 Perdidas del sistema

K _b	0,05	-
K _c	0,06	-
K _r	0,02	-
K _x	0,05	-
K _a	0,005	-
D _{aut}	1	Días
P _d	0,7	-

K _t	0,81414	-
----------------	---------	---

C_{max}	143,27	Ah/d
------------------------	---------------	-------------

3. Cálculo del número de paneles.

CARRACTERISTICAS DEL PANEL

REFERENCIA	En156M-300	-
POTENCIA	300	Vatios W
CORRIENTE (I _{panel})	7,90	Amperios A
VOLTAJE	38	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	8,67	Amperios A
EFICIENCIA	0,97	%
HPS	4,82	h
E _{panel}	36,936	Amperios A

Número de paneles en paralelo	3,879	Und.
--------------------------------------	--------------	-------------

Número de paneles en serie	0,632	Und.
-----------------------------------	--------------	-------------

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	12	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	205	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	2	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	34	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	37	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,74	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

CALCULOS DEL SISTEMA MONOCRISTALINO 5

1. Potencia máxima.

Pmax (W)	905
-----------------	------------

2. Cálcula del consumo máximo.

Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
I _{max} (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A

2.1 Perdidas del sistema

K _b	0,05	-
K _c	0,06	-
K _r	0,02	-
K _x	0,05	-
K _a	0,005	-
D _{aut}	1	Días
P _d	0,7	-

K _t	0,81414	-
----------------	---------	---

C_{max}	143,27	Ah/d
------------------------	---------------	-------------

3. Cálculo del número de paneles.

CARRACTERISTICAS DEL PANEL

REFERENCIA	En156M-310	-
POTENCIA	310	Vatios W
CORRIENTE (I _{panel})	7,98	Amperios A
VOLTAJE	39	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	8,78	Amperios A
EFICIENCIA	0,97	%
HPS	4,82	h
E _{panel}	37,310	Amperios A

Número de paneles en paralelo	3,840	Und.
--------------------------------------	--------------	-------------

Número de paneles en serie	0,623	Und.
-----------------------------------	--------------	-------------

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	6	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	205	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	4	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	34	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	37	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,74	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

CALCULOS DEL SISTEMA MONOCRISTALINO 6

1. Potencia máxima.

Pmax (W)	905
-----------------	------------

2. Cálcula del consumo máximo.

Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
I _{max} (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A

2.1 Perdidas del sistema

K _b	0,05	-
K _c	0,06	-
K _r	0,02	-
K _x	0,05	-
K _a	0,005	-
D _{aut}	1	Días
P _d	0,7	-

K _t	0,81414	-
----------------	---------	---

C_{max}	143,27	Ah/d
------------------------	---------------	-------------

3. Cálculo del número de paneles.

CARRACTERISTICAS DEL PANEL

REFERENCIA	En156M-320	-
POTENCIA	320	Vatios W
CORRIENTE (I _{panel})	8,25	Amperios A
VOLTAJE	39	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	8,92	Amperios A
EFICIENCIA	0,97	%
HPS	4,82	h
E _{panel}	38,572	Amperios A

Número de paneles en paralelo	3,714	Und.
--------------------------------------	--------------	-------------

Número de paneles en serie	0,619	Und.
-----------------------------------	--------------	-------------

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	12	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	205	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	2	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	33	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	36	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,73	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

CALCULOS DEL SISTEMA POLYCRISTALINO 1

1. Potencia máxima.

Pmax (W)	905
-----------------	------------

2. Cálcula del consumo máximo.

Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
I _{max} (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A

2.1 Perdidas del sistema

K _b	0,05	-
K _c	0,06	-
K _r	0,02	-
K _x	0,05	-
K _a	0,005	-
D _{aut}	1	Días
P _d	0,70	-

K _t	0,81414	-
----------------	---------	---

C_{max}	143,27	Ah/d
------------------------	---------------	-------------

3. Cálculo del número de paneles.

CARRACTERISTICAS DEL PANEL

REFERENCIA	JC 250M	-
POTENCIA	250	Vatios W
CORRIENTE (I _{panel})	8,31	Amperios A
VOLTAJE	30	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	8,83	Amperios A
EFICIENCIA	0,95	%
HPS	4,82	h
E _{panel}	38,051	Amperios A

Número de paneles en paralelo	3,765	Und.
--------------------------------------	--------------	-------------

Número de paneles en serie	0,797	Und.
-----------------------------------	--------------	-------------

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	12	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	204,68	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	2	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	35,32	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	39	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,78	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

CALCULOS DEL SISTEMA POLYCRISTALINO 2

1. Potencia máxima.

Pmax (W)	905
-----------------	------------

2. Cálcula del consumo máximo.

Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
Imax (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A

2.1 Perdidas del sistema

Kb	0,05	-
Kc	0,06	-
Kr	0,02	-
Kx	0,05	-
Ka	0,005	-
Daut	1	Días
Pd	0,7	-

Kt	0,81414	-
----	---------	---

Cmax	143,27	Ah/d
-------------	---------------	-------------

3. Cálculo del número de paneles.

CARRACTERISTICAS DEL PANEL

REFERENCIA	JC 260M	-
POTENCIA	260	Vatios W
CORRIENTE (Ipanel)	8,53	Amperios A
VOLTAJE	31	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	8,95	Amperios A
EFICIENCIA	0,95	%
HPS	4,82	h
Epanel	39,059	Amperios A

Número de paneles en paralelo	3,668	Und.
--------------------------------------	--------------	-------------

Número de paneles en serie	0,787	Und.
-----------------------------------	--------------	-------------

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	12	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	205	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	2	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	33	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	36	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,72	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

CALCULOS DEL SISTEMA POLYCRISTALINO 3

1. Potencia máxima.

Pmax (W)	905
-----------------	------------

2. Cálcula del consumo máximo.

Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
I _{max} (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A

2.1 Perdidas del sistema

K _b	0,05	-
K _c	0,06	-
K _r	0,02	-
K _x	0,05	-
K _a	0,005	-
D _{aut}	1	Días
P _d	0,7	-

K _t	0,81414	-
----------------	---------	---

C_{max}	143,27	Ah/d
------------------------	---------------	-------------

3. Cálculo del número de paneles.

CARRACTERISTICAS DEL PANEL

REFERENCIA	JC 300M	-
POTENCIA	300	Vatios W
CORRIENTE (I _{panel})	8,20	Amperios A
VOLTAJE	37	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	8,69	Amperios A
EFICIENCIA	0,95	%
HPS	4,82	h
E _{panel}	37,548	Amperios A

Número de paneles en paralelo	3,816	Und.
--------------------------------------	--------------	-------------

Número de paneles en serie	0,656	Und.
-----------------------------------	--------------	-------------

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	12	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	205	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	2	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	33	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	36	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,73	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

CALCULOS DEL SISTEMA POLYCRISTALINO 4

1. Potencia máxima.

Pmax (W)	905
-----------------	------------

2. Cálcula del consumo máximo.

Energia	2545	Wats Wh/d
Voltaje del sistema	24	Voltios V
I inst._max	106,04	Amperios A
I _{max} (con factor seguridad 10%)	116,65	Amperios A

2.1 Perdidas del sistema

K _b	0,05	-
K _c	0,06	-
K _r	0,02	-
K _x	0,05	-
K _a	0,005	-
D _{aut}	1	Días
P _d	0,7	-

K _t	0,81414	-
----------------	---------	---

C_{max}	143,27	Ah/d
------------------------	---------------	-------------

3. Cálculo del número de paneles.

CARRACTERISTICAS DEL PANEL

REFERENCIA	JC 300M	-
POTENCIA	310	Vatios W
CORRIENTE (I _{panel})	8,38	Amperios A
VOLTAJE	37	Voltios V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	8,80	Amperios A
EFICIENCIA	0,95	%
HPS	4,82	h
E _{panel}	38,372	Amperios A

Número de paneles en paralelo	3,734	Und.
--------------------------------------	--------------	-------------

Número de paneles en serie	0,649	Und.
-----------------------------------	--------------	-------------

4. Cálculo de la capacidad de la batería.		
CARRACTERISTICAS DE LAS BATERIAS		
Voltaje (V nominal_bateria)	12	Voltaje V
Cnominal	255	Amperios A
Cbaterias	205	Amperios A
Número de baterias en paralelo	0,80	Und
Número de baterias en serie	2	Und
5. Cálculo del regulador.		
Icampo fotovoltaico	33	Amperios A
Iregulador(factor seguridad 10%)	36	Amperios A
corriente del regulador seleccionado	50	Amperios A
Numero de reguladores en paralelo	0,72	Und
6. Cálculo del inversor.		
Pinst.max (W)	905	
Inversor(factor 15%)	1041	W

ANEXO C. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Item	Suministro	UND
1	Panel solar 250w Policristalino	Und
2	Bateria 12V/250 Ah	Und
3	Controlador de carga 50 A 12/24 V	Und
4	Inversor 1200 VA 24V	Und
5	Soporte Paneles Solares	Und
6	Puesta a Tierra	Und
7	Protección Contra sobre tensiones transitorias(DPS), Pararrayos	Und
8	Protección termomagnetica	Und
9	Base Metalica Baterias	Und
10	Gabinete Electrico para Equipos y tablero de Distribución	Und
11	Accesorios de Conexión	Kit
12	Manual del usuario	Und

Especificaciones ítem por ítem

1. Instalación y suministro de un panel solar policristalino de 250 w.

Este ítem especifica precios de suministro, instalación Transporte y equipo que necesitan para la instalación y suministro de un panel solar policristalino de 250W

Incluye los siguientes materiales

Descripción	UNID
Modulo solar policristalino, Potencia máxima = 250 Wp +/- 2.5 Wp, Eficiencia del módulo = 15.7 % Máxima corriente de suministro (Imp) = 8.31 A Máximo voltaje suministrado (Vmp) = 30.1 V Corriente de cortocircuito (Isc) = 8.83 A Voltaje de circuito abierto (Voc) = 37.4 V Dimensiones 1640x992x40 mm, Peso 19 Kg Más accesorios de conexión.	Und.

2. Instalación y suministro e instalación de una batería 12v/255 Ah, libre de mantenimiento.

Este ítem especifica precios de suministro, instalación Transporte y equipo que necesitan para la instalación y suministro de una batería 12v/255 Ah, libre de mantenimiento

Descripción	UNID
Batería 12v/255 A, descarga profunda, libre de mantenimiento.	Und.

3. Instalación y suministro de un controlador de carga de 50A 12/24V

Este ítem especifica precios de suministro, instalación Transporte y equipo que necesitan para la instalación y suministro de un controlador de carga de 50A 12/24V

Descripción	UNID
Controlador de carga 50 A, 12/24v	Und.

4. Instalación y suministro de un inversor de corriente de 1200 VA 24V

Este ítem especifica precios de suministro, instalación Transporte y equipo que necesitan para la instalación y suministro de un inversor de corriente de 1200 VA 24V

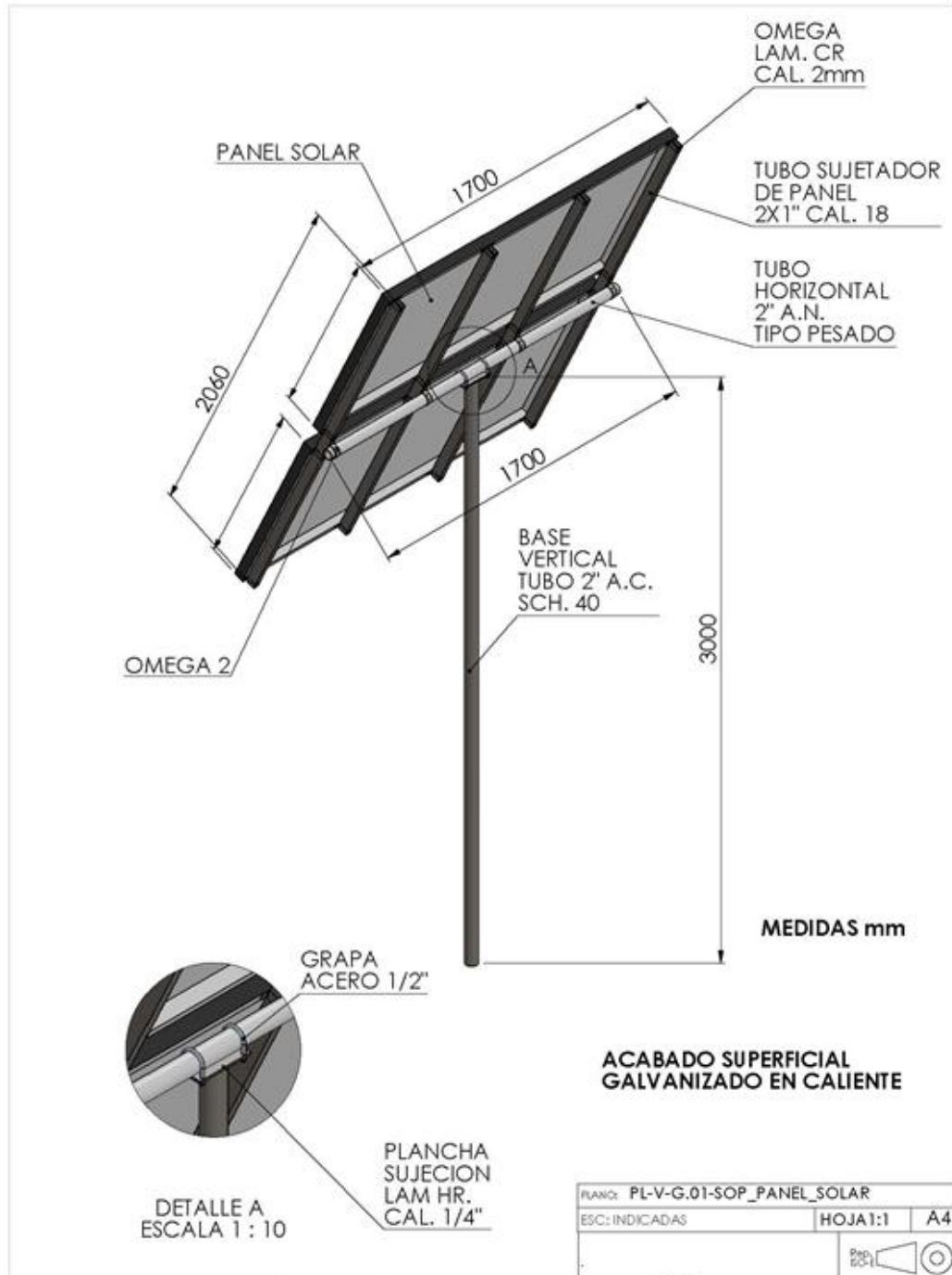
Descripción	UNID
Inversor de corriente. 1200VA 24v	Und.

5. Instalación y suministro de un soporte para paneles solares

Este ítem se refiere a los materiales, mano de obra y herramientas necesarias para el suministro e instalación de un poste de 3,0 metros y base en ángulo para soporte de paneles

Descripción	UNID
Base vertical en tubería en acero al carbono de 3 mts de largo Acabado superficial galvanizado en caliente Vida útil de más de 20 años Totalmente desarmable para fácil transporte e instalación Grapa sujetadora de tubo horizontal de 2 ½" en acero Peso aproximado de 20 kg	Und.

Esquema soporte paneles solares



6. Instalación y suministro de puesta a tierra

Este ítem se refiere a los materiales, mano de obra y herramientas necesarias para el suministro e instalación de la puesta a tierra del sistema solar fotovoltaico off-grid.

Descripción	UNID
Varillas 5/8x2,4	Und.
Conector polo a tierra	Und.
2 metros Conductor desnudo No2	M.

Nota: La puesta a tierra dimensionada para el estudio de prefactibilidad, toma como referencia los componentes que hacen parte de ella, en una vivienda urbana.

7. Instalación y suministro de una protección contra sobre tensión transitorias (DPS).

Este ítem se refiere a los materiales, mano de obra y herramientas necesarias para el suministro e instalación de una protección contra sobre tensión transitorias (DPS).

Descripción	UNID
Protección contra sobre tensión transitorias(DPS) SOCOMECSURGYS G51-PV 40 kA	Und.

8. Instalación y suministro una Protección termomagnética en la acometida de los paneles al regulador.

Este ítem se refiere a los materiales, mano de obra y herramientas necesarias para el suministro e instalación de una Protección termomagnética de 40 A en Dc para la acometida, y de 16 A para el tablero de distribución.

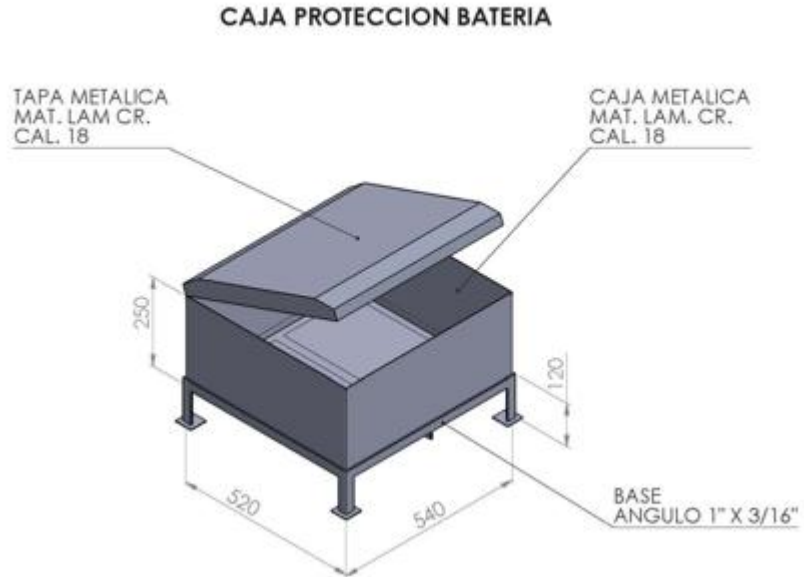
Descripción	UNID
Protección termomagnética para las cargas y el sistema Schneider Electric C60H-DC 2P 40A	Und.
Protección termomagnética para el tablero de distribución Schneider Electric EZ9F56216	

9. Instalación y suministro de una base metálica para las baterías

Este ítem se refiere a los materiales, mano de obra y herramientas necesarias para el suministro e instalación de una Base para almacenar las baterías.

Descripción	UNID
Caja en lamina galvanizada cal.18 de 54x52x25 cm Acabado superficial con pintura tipo esmalte Vida útil de mas de 20 años Portacandado para cierre de la caja Peso aproximado de 11 kg	Und.

Esquema base baterías



10. Instalación y suministro gabinete eléctrico metalico para Equipos y tablero de Distribución

Este ítem se refiere a los materiales, mano de obra y herramientas necesarias para el suministro e instalación de un gabinete eléctrico metálico para Equipos y tablero de Distribución

Descripción	UNID
Tablero en lamina galvanizada colle rolle cal. 16 Pintura rall 7032 Medidas 60x50x55 cm Chapa de seguridad Sobretablero para ubicación equipamento	Und.

11. Instalación y suministro accesorios de conexión

Este ítem se refiere a los materiales, mano de obra y herramientas necesarias para el suministro e instalación de accesorios de conexión

Descripción	UNID
Accesorios de Conexión(terminales, marquillas, fungibles)	kit
10 m Cable Acometida No 4	m.

12. Instalación y suministro cartilla de operación y capacitación

Este ítem se refiere a los materiales, mano de obra y herramientas necesarias para el suministro e instalación de cartilla de operación y capacitación

Descripción	UNID
Cartilla de operación y capacitación	Und.

ANEXO D. DATASHEETS

ReneSola

VirtusII

Virtus® II Module

250W, 255W, 260W



High Module Conversion Efficiencies



Easy Installation and Handling for Various Applications



Mechanical Load Capability of up to 5400 Pa



**Conforms with IEC 61215:2005,
IEC 61730:2004, UL 1703 PV Standards**



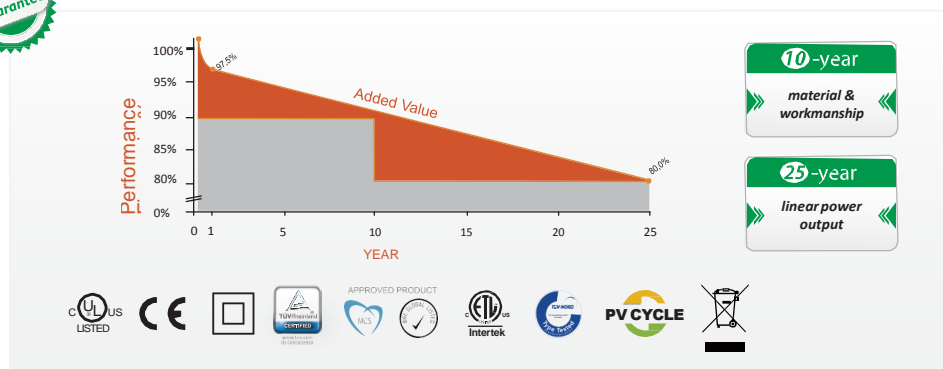
ISO9001, OHSAS18001, ISO14001 Certified



Application Class A, Safety Class II, Fire Rating C

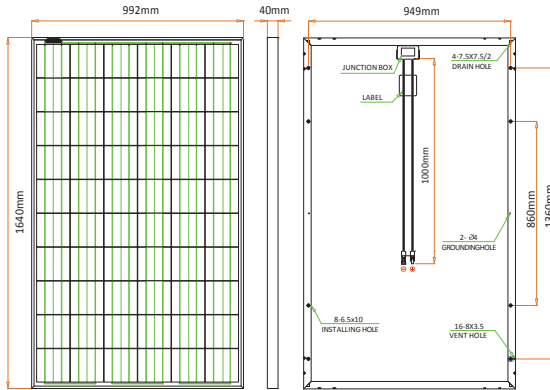


Also Applicable For Module With Black Frame



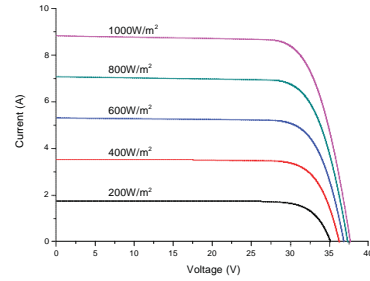
ReneSola.com

Dimensions



Drawing Only for Reference

I-V Curves



Varied Irradiation Efficiencies

Irradia	200W/	400W/	600W/	800W/	1000W/m ²
Efficien	15.8%	16.2%	16.2%	16.1%	16.0%

Electrical Characteristics STC

	JC250M-24/Bb	JC255M-24/Bb	JC260M-24/Bb
Maximum Power (Pmax)	250 W	255 W	260 W
Power Tolerance	0 ~ +5W	0 ~ +5W	0 ~ +5W
Module Efficiency	15.4%	15.7%	16.0%
Maximum Power Current (Imp)	8.31 A	8.39 A	8.53 A
Maximum Power Voltage (Vmp)	30.1 V	30.4 V	30.5 V
Short Circuit Current (Isc)	8.83 A	8.86 A	8.95 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.4 V	37.5 V	37.6 V

Values at Standard Test Conditions STC (AM1.5, Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C)

Electrical Characteristics NOCT

	JC250M-24/Bb	JC255M-24/Bb	JC260M-24/Bb
Maximum Power (Pmax)	185 W	189 W	193 W
Maximum Power Current (Imp)	6.57 A	6.63 A	6.74 A
Maximum Power Voltage (Vmp)	28.2 V	28.5 V	28.6 V
Short Circuit Current (Isc)	7.12 A	7.20 A	7.27 A
Open Circuit Voltage (Voc)	35.0 V	35.1 V	35.2 V

Values at Normal Operating Cell Temperature, Irradiance of 800 W/m², AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s

Mechanical Characteristics

Cell Type	Virtus II (Polycrystalline) 156 x156 mm, 60 (6x10) pcs in series
Glass	High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box	IP65/IP67 Rated, With Bypass Diodes
Dimension	*1640 x 992 x 40 mm
Output Cable	4 mm ² (EU)/12 AWG (US), 1000 mm
Weight	19 kg
Installation Hole Location	See Drawing Above

Characteristics

Temperature Coefficient of Voc	-0.30%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.40%/°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C

Packing Information

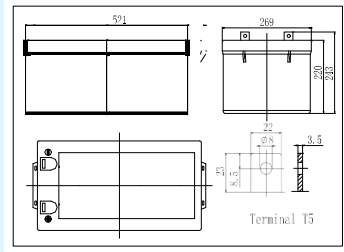
	20' GP	40' GP	40' HQ
Container			
Pallets per Container	12	28	28
Pieces per Container	300	700	770

Maximum Ratings

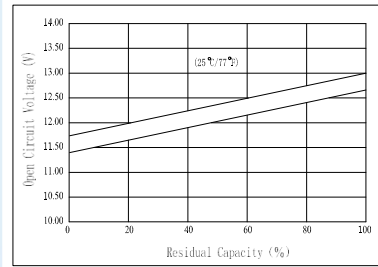
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum System Voltage	1000VDC (EU) / 600VDC
Maximum Series Fuse Rating	20A (EU) / 20A (US)

Rev No: JC/TDS/2014.05 *Contact ReneSola for tolerance specification
CAUTION: All rights reserved. Design and specification are subject to change without prior notice.

Dimensions



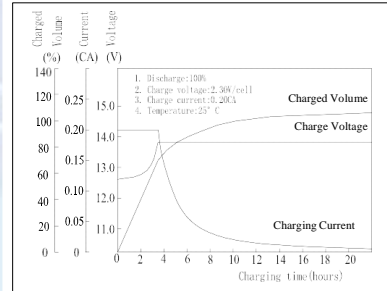
The Relationship for Open Circuit Voltage and Residual Capacity (25°C)



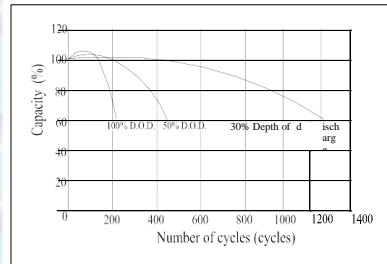
Specifications

Nominal Voltage	12 V	
Capacity(10HR, 25°C)	255 Ah	
Dimension	Length	521mm (20.5inch)
	Width	269mm (10.6inch)
	Height	220mm (8.66inch)
	Total	242mm (9.53inch)
Approx. Weight	78kg (172lbs)	
Internal resistance (Fully)	Approx. 2.6mΩ	
Capacity affected by temperature	40°C	102%
	25°C	100%
	0°C	85%
	-15°C	65%
Self-discharge	3 month	Remaining Capacity: 91%
	6 month	Remaining Capacity: 82%
	12 month	Remaining Capacity: 65%
Nominal operating temperature	25°C±3°C (77°F±5°F)	
Operating temperature	-15°C~50°C (5°F~122°F)	
Float charging	13.50 to 13.80V	
Cyclic charging voltage(25°C)	14.50 to 14.90V	
Maximum charging current	75A	
Terminal material	Copper	
Maximum discharge current	1800A(5 sec.)	

Charging Characteristics(25°C)



Cycle Life(25°C)



Note: Floating life at 20°C designed for 10 years.

- 1 AGM and VRLA technology;
- 2 Recognized by UL & CE;
- 3 ABS container. Orange, Blue or Black Color.

Constant Current Discharge Characteristics (A, 25°C)

F.V/VI	5min	10min	15min	30min	60min	3h	5h	10h	20h
9.60V	775	525	415	265	163	63.9	45.7	25.4	13.4
10.2V	736	499	398	254	156	63.0	45.0	25.2	13.3
10.8V	692	469	378	242	149	61.7	44.1	25.0	13.2

Constant Power Discharge Characteristics (Watt, 25°C)

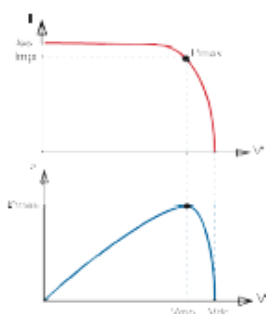
F.V/VI	5min	10min	15min	30min	60min	3h	5h	10h	20h
9.60V	8138	5670	4557	2973	1858	752	540	303	161
10.2V	7731	5387	4374	2854	1784	741	532	300	159
10.8V	7267	5063	4156	2712	1695	726	521	300	158

BlueSolar charge controller MPPT 75/50

www.victronenergy.com



Solar charge controller
MPPT 75/50



Maximum Power Point Tracking

Upper curve:

Output current (I) of a solar panel as function of output voltage (V). The maximum power point (MPP) is the point P_{max} along the curve where the product $I \times V$ reaches its peak.

Lower curve:

Output power $P = I \times V$ as function of output voltage. When using a PWM (not MPPT) controller the output voltage of the solar panel will be nearly equal to the voltage of the battery, and will be lower than V_{mp} .

Charge current up to 50 A and PV voltage up to 75 V

The BlueSolar 75/50-MPPT charge controller is able to charge a lower nominal-voltage battery from a higher nominal-voltage PV array. The controller will automatically adjust to a 12 or 24V nominal battery voltage.

Ultra-fast Maximum Power Point Tracking (MPPT)

Especially in case of a cloudy sky, when light intensity is changing continuously, an ultrafast MPPT controller will improve energy harvest by up to 30% compared to PWM charge controllers and by up to 10% compared to slower MPPT controllers.

Advanced Maximum Power Point Detection in case of partial shading conditions

If partial shading occurs, two or more maximum power points may be present on the power-voltage curve. Conventional MPPT's tend to lock to a local MPP, which may not be the optimum MPP. The innovative BlueSolar algorithm will always maximize energy harvest by locking to the optimum MPP.

Outstanding conversion efficiency

No cooling fan. Maximum efficiency exceeds 98%. Full output current up to 40°C (104°F).

Flexible charge algorithm

Eight preprogrammed algorithms, selectable with a rotary switch (see manual for details)

Extensive electronic protection

Over-temperature protection and power derating when temperature is high. PV short circuit and PV reverse polarity protection. PV reverse current protection.

BlueSolar charge controller	MPPT 75/50
Battery voltage	12/24 V Auto Select
Maximum battery current	50 A
Maximum PV power, 12V 1a,b)	700 W (MPPT range 15 V to 70 V)
Maximum PV power, 24V 1a,b)	1400 W (MPPT range 30 V to 70 V)
Maximum PV open circuit voltage	75 V
Peak efficiency	98%
Self-consumption	10 mA
Charge voltage 'absorption'	Default setting: 14,4 V / 28,8 V
Charge voltage 'float'	Default setting: 13,8 V / 27,6 V
Charge algorithm	multi-stage adaptive
Temperature compensation	-16 mV/°C resp. -32 mV/°C Battery reverse polarity (fuse)
Protection	Output short circuit Over temperature
Operating temperature	-30 to +60°C (full rated output up to 40°C)
Humidity	95%, non-condensing
ENCLOSURE	
Colour	Blue (RAL 5012)
Power terminals	13 mm ² AWG6
Protection category	IP43 (electronic components), IP22 (connection area)
Weight	1,25 kg
Dimensions (h x w x d)	130 x 186 x 70 mm
1a) If more PV power is connected, the controller will limit input power to 700W resp. 1400W 1b) PV voltage must exceed $V_{bat} + 5V$ for the controller to start. Thereafter minimum PV voltage is $V_{bat} + 1V$	

Inversores Phoenix

180VA – 1200 VA 230V/50-Hz y 110V/60-Hz

www.victronenergy.com



Phoenix Inverter
12/180

SinusMax - Diseño superior

Desarrollado para uso profesional, la gama de Inversores Phoenix es ideal para innumerables aplicaciones. El criterio utilizado en su diseño fue el de producir un verdadero inversor sinusoidal con una eficiencia optimizada pero sin comprometer su rendimiento. Al utilizar tecnología híbrida de alta frecuencia, obtenemos como resultado un producto de la máxima calidad, de dimensiones compactas, ligero y capaz de suministrar potencia, sin problemas, a cualquier carga.

Potencia de arranque adicional

Una de las características singulares de la tecnología SinusMax consiste en su muy alta potencia de arranque. La tecnología de alta frecuencia convencional no ofrece un rendimiento tan extraordinario. Los inversores Phoenix, sin embargo, están bien dotados para alimentar cargas difíciles, como ordenadores o herramientas eléctricas de baja potencia.

Transferencia de la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para los modelos de menor potencia recomendamos el uso de nuestro conmutador de transferencia automático "Flitax". El tiempo de conmutación del "Flitax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

Interruptor on/off remoto

Conector para interruptor remoto on/off disponible en todos los modelos.

Panel de control remoto (sólo en el modelo 750 VA)

Se conecta al Inversor con un cable RJ12 UTP (de 3 metros de longitud, incluido).

Conmutadores DIP para seleccionar 50 ó 60 Hz (sólo en el modelo 750 VA)

Conmutadores DIP para modo ahorro (sólo en el modelo 750 VA)

Al funcionar en modo de ahorro, la corriente no dedicada a la carga se reduce en 1/3 de su valor nominal. En este modo, el inversor se apaga si no hay carga, o si hay muy poca, y se vuelve a conectar cada dos segundos durante un breve período de tiempo. Si la corriente de salida excede un nivel preestablecido, el inversor seguirá funcionando. En caso contrario, el inversor volverá a apagarse. Con los conmutadores DIP, el nivel on/off puede establecerse entre 15W y 85W.

Disponible con tomas de corriente distintas

Ver las imágenes más abajo.



Phoenix Inverter
12/800 with Schuko socket



Phoenix Inverter 12/350
with IEC-320 sockets



Phoenix Inverter 12/180
with Schuko socket



Phoenix Inverter 12/180
with Nema 5-15R sockets



Phoenix Inverter 12/800
with IEC-320 socket



Phoenix Inverter 12/800
with Schuko socket



Phoenix Inverter 12/800
with BS1363 socket

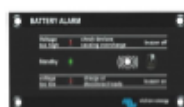


Phoenix Inverter 12/800
with AN/NZS 3112 socket



Phoenix Inverter 12/800
with Nema 5-15R socket

Inversor Phoenix	12 Volt 24 Volt 48 Volt	12/180 24/180	12/350 24/350 48/350	12/800 24/800 48/750	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia CA cont. d e salida a 25°C (VA) (3)		180	350	750	1200
Potencia cont. a 25°C/40°C (W)		175/150	300/250	700/650	1000/900
Pico de potencia (W)		350	700	1400	2400
Tensión / frecuencia CA de salida (4)		110VAC o 230VAC +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%			
Rango de tensión de entrada (V DC)		10,5-15,5/21,0-31,0/42,0-62,0			9,2-17,3/18,4-34,0/36,8-68,0
Alarma de batería baja (V DC)		11,0/22/44			10,9/21,8/43,6
Apagado por batería baja (V DC)		10,5/21/42			9,2/18,4/36,8
Autorecuperación de batería baja (V DC)		12,5/25/50			12,5/25/50
Eficiencia máx. 12/24 / 48V (%)		87/88	89/89/90	91/93/94	91/93/94
Consumo en vacío 12/24/48 V (W)		2,6/3,8	3,1/5,0/6,0	14/14/13	6/6/6
Consumo en vacío en modo de ahorro		n.a.	n.a.	3/4/5	2
Protección (2)		a-e			
Temperatura de funcionamiento		-40 to +50°C (refrigerado por ventilador)			
Humedad (sin condensación)		max 95%			
CARCASA					
Material y color		aluminio (azul RAL 5012)			
Conexiones de la batería	1)	1)	Screw terminals		1)
Tomas de corriente CA estándar		230V: IEC-320 (IEC-320 enchufe incluido), CEE 7/4 (Schuko) 120V: Nema 5-15R BS 1363 (Reino Unido) AN/NZS 3112 (Australia/Nueva Zelanda)			
Otros enchufes (bajo pedido)		IP 20			
Tipo de protección		IP 20			
Peso en (kg/ lbs)		2,7/5,4	3,5/7,7	2,7/5,4	6,5/14,3
Dimensiones (al x an x pr en mm.) (al x an x pr en pulgadas)		72x132x200 2.8x5.2x7.9	72x155x237 2.8x6.1x9.3	72x180x295 2.8x7.1x11.6	108x165x305 4.2x6.4x11.9
ACCESORIOS					
Panel de control remoto	n.a.	n.a.	Opcional	n.a.	n.a.
Interruptor on/off remoto		Conector bifásico	RJ12 plug	Conector bifásico	
Conmutador de transferencia automático			Filax		
NORMATIVAS					
Seguridad		EN 60335-1			
Emissiones / Normativas		EN 55014-1 / EN 55014-2 / EN 61000-6-2 / EN 61000-6-3			



Alarma de la batería
Indica que la tensión está demasiado alta o baja por medio de una alarma visual y sonora, y señalización remota.



Panel de control remoto
(sólo en modelos 48V/750VA)
Se incluye cable RJ12/UTP para su conexión al inversor (longitud: 3 metros).



Monitor de baterías BMV
El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.



SURGYS® G51-PV

Surge arrester - Type 2
for photovoltaic installations

Electronic
protection



SURGYS G51 - 1000 PV

Function

SURGYS G51-PV surge Protective Device is designed to ensure protection for photovoltaic supply networks against transient overvoltages. It is compliant with test requirements UTE 61-740-51 and EN 50-539-11 as well as with installation requirements UTE C 15-712-1.

Advantages

Monobloc base with plug-in module

The SURGYS is supplied complete and ready for installation. Its Monobloc base is fitted with replaceable plug-in modules which, at the end of their service life, can be easily and quickly replaced without having to disconnect the Monobloc base.

Remote signalling

The remote plug-in signalling contact allows alarm reports to a supervision station.

New 1500VDC version

Adapted to the protection of high power installations.

The solution for

> Solar energy



Strong points

- > Monobloc base with plug-in module
- > Remote signalling
- > New 1500 VDC version

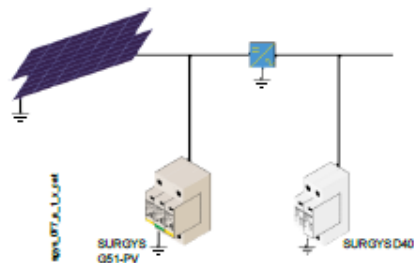
Approvals and certifications

- > Compliant with test guide UTE C61-740-51 and NF EN 50 539-11
- > Compliant with installation guide UTE C15-712-1 (2010)

Applications

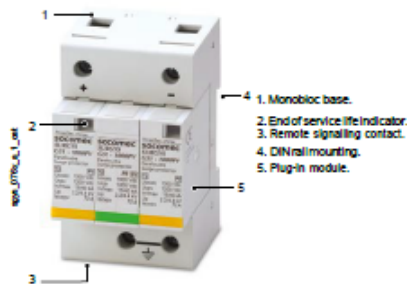
Main incoming protection in a photovoltaic network:

- SURGYS G51-PV is installed on the DC side, in the combiner box, close to the solar cell strings, for protecting the downstream DC equipment from the indirect effects of lightning.
- SURGYS AC, SURGYS D40 for instance, is installed downstream of the inverter for load protection.



SURGY® G51-PV
Surge arrester - Type 2
for photovoltaic installations

Front panel

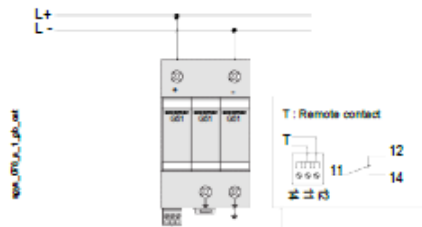


Characteristics

Network	
Network type	500 VDC / 600 VDC / 800 VDC / 1000 VDC / 1500 VDC
PV voltage U_{pv}	500 VDC / 600 VDC / 800 VDC / 1000 VDC / 1500 VDC
Max. voltage U_{Mv}	600 VDC (version 500 V) / 720 VDC (version 600 V) / 960 VDC (version 800 V) / 1200 VDC (version 1000 V) / 1500 VDC (version 1500 V)
Protection characteristics	
Mode of protection	MC ⁽¹⁾ : 500 V / 600 V / 800 V / 1000 V / 1500 V MD ⁽²⁾ : 800 V / 1000 V / 1500 V
Level of protection MC (U_{Mkc})	2,2 kV (500 V) / 2,8 kV (600 V) / 2 kV (800 V) / 2,2 kV (1000 V) / 3,2 kV (1500 V)
Level of protection MD (U_{Mkd})	- / - / 3,6 kV (800 V) / 4,4 kV (1000 V) / 4,5 kV (1500 V)
Short-circuit current (I_{sc})	1000 A
Maximum discharge current (1 shock 8/20 μ s) I_{max}	40 kA
Nominal discharge current (15 shocks 8/20 μ s) I_n	15 kA
Associated characteristics	
Residual current I_r	500 / 600 V : < 0.1 mA 800 / 1000 / 1500 V : 0 mA
Response time t_r	< 25 ns
Follow current I_f	none
End of life mode	thermal disconnection
Type of disconnection indicator	mechanical
Number of disconnection indicators	1
Remote signalling contact	
Contact type	Inverter
AC making capacity	0.5 A
DC making capacity	3 A
AC nominal voltage	250 VAC
DC nominal voltage	30 VDC
Sustained current	2 A
Connection type	plug-in screw terminal
Max. cross-section of terminal connections	1.5 mm ²
Operating conditions	
Operating temperature	-40 ... +85 °C
Storage temperature	-40 ... +85 °C

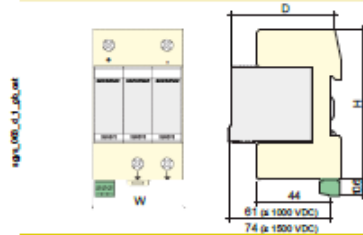
Connection

Common mode / differential mode protection



(1) Common mode; (2) MD: Differential mode.

Case



Type	monobloc design
2 modules dimensions W x H x D \pm 800 VDC	36 x 90 x 57 mm
3 modules dimensions W x H x D \pm 1000 VDC	54 x 90 x 57 mm
3 modules dimensions W x H x D \pm 1500 VDC	54 x 90 x 77 mm
Case degree of protection	IP20
Terminal block degree of protection	IP20
Case material	UL94-V0 thermoplastic
Network connection cross-section	4 ... 25 mm ²
Earth connection cross-section	6 ... 25 mm ²

References

Network voltage	Description	No. of poles	Mode of protection	Number of modules	SURGY® G51-PV Reference
500 VDC	without remote signal	2	MC ⁽¹⁾	2	49822500
500 VDC	with remote signal	2	MC ⁽¹⁾	2	49822501
600 VDC	without remote signal	2	MC ⁽¹⁾	2	49822530
600 VDC	with remote signal	2	MC ⁽¹⁾	2	49822531
800 VDC	without remote signal	2	MC / MD ⁽²⁾	3	49822510
800 VDC	with remote signal	2	MC / MD ⁽²⁾	3	49822511
1000 VDC	without remote signal	2	MC / MD ⁽²⁾	3	49822520
1000 VDC	with remote signal	2	MC / MD ⁽²⁾	3	49822521
1500 VDC	without remote signal	2	MC / MD ⁽²⁾	3	49822540
1500 VDC	with remote signal	2	MC / MD ⁽²⁾	3	49822541
Description of accessories			Mode of protection	Reference	
Spare plug-in module m-G51 for 500 VDC			MC ⁽¹⁾	49822508	
Spare plug-in module m-G51 for 600 VDC			MC ⁽¹⁾	49822538	
Spare plug-in module m-G51 for 800 VDC			MC / MD ⁽²⁾	49822518	
Spare plug-in module m-G51 for 1000 VDC			MC / MD ⁽²⁾	49822528	
Spare plug-in module m-G51 for 1500 VDC			MC / MD ⁽²⁾	49822548	

(1) Common mode.

(2) MD: Differential mode.

ANEXO E. RESULTADOS MGA

Metodología General de Formulación

Proyecto

Estudio de Prefactibilidad Para la Energización Rural en el Magdalena Medio Para Zonas No Interconectadas (ZNI) de Puerto Wilches, Santander, Centro Oriente



Impreso el 22 de enero de 2015

Código BPIN:

Datos del Formulador

Tipo de documento:	Cedula de Ciudadania	No. Documento:	2073725-1984004
Nombres:	JORGE - JESUS	Apellidos:	CHICHILLA - GUALDRON
Cargo:	ESTUDIANTE UIS		
Telefonos:	000		
Entidad:	ESCUELA DE ING. ELECTRICA UIS		
E-mail:	jorgeandres92@hotmail.com		

Módulo de identificación del problema o necesidad

1. Contribución a la política pública

Plan del PND

(2010-2014) Prosperidad para Todos

Programa del PND

13101. Nuevos sectores basados en la innovación

Indicador de seguimiento al PND

Minas y Energía - Municipios en Zonas No Interconectadas con prestación de servicio de energía eléctrica 24 horas del día

Unidad de medida

Municipios

Meta

32

Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

Santander en serio gobierno de la gente 2012-2015

Programa del Plan desarrollo Departamental o Sectorial

ENERGIA ELECTRICA:

Indicador: N° de usuarios conectados.

Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL PRIMERO LA GENTE 2012 - 2015

Programa del Plan desarrollo Distrital o Municipal

OTROS SERVICIOS PUBLICOS

--

Módulo de identificación del problema o necesidad

2. Identificación y descripción del problema

Problema Central

Inaccesibilidad de la población al servicio de energía eléctrica
--

Descripción de la situación existente

En las veredas Caño Limón- La Ye- Las Pampas – Central – Bella Unión – El Porvenir – Las Cruces del área rural del municipio de Puerto Wilches hay 177 familias con aproximadamente 590 personas, sin posibilidad de conexión al sistema interconectado nacional de energía eléctrica.
--

Magnitud actual

luz eléctrica por redes interconectada 0% luz eléctrica por generador eléctrico 1,5% iluminación por velas 32,6% iluminación por lámparas de queroseno 65,9%

Módulo de identificación del problema o necesidad

2.1 Identificación y descripción del problema

Causas que generan el problema

Tipo: Directa

Falta de infraestructura de redes para la conexión del servicio de energía eléctrica.

Tipo: Indirecta

Zonas distantes del sistema de distribución de energía eléctrica nacional.
--

Poca inversión pública en sistemas de distribución de energía eléctrica.
--

Efectos generados por el problema

Tipo: Directo

Bajo desarrollo socioeconómico

Niveles bajos de la calidad vida de la población
Tipo: Indirecto
Mala preservación de alimentos
Dificultad para acceder a las TIC.
Afectación de la salud al usar medios de energía ineficiente (queroseno, velas, lena, carbon, etc)

Módulo de identificación del problema o necesidad

3. Análisis de participantes

Participantes

Actor	Entidad	Posición	Tipo de contribución	Otro participante	Experiencia Previa
Otro		Cooperante	Aportes financieros	Fondo de Apoyo Financiero para la energización de las zonas no interconectadas - FAZNI	

Concertación entre los participantes

FAZNI: Financiación del 100% del proyecto.
--

Módulo de identificación del problema o necesidad

4. Población afectada y objetivo del problema

Personas Afectadas

Número de personas Afectadas

590

Fuente de información

Encuestas en sitio.

Región	Departamento	Municipio	Centro poblado	Resguardo	Especifica
--------	--------------	-----------	----------------	-----------	------------

Centro Oriente	Santander	Puerto Wilches	No aplica		Veredas Caño Limón- La Ye- Las Pampas – Central – Bella Unión – El Porvenir – Las Cruces
----------------	-----------	----------------	-----------	--	--

Personas Objetivo

Número de personas Objetivo

590

Fuente de información

Encuestas en sitio

Región	Departamento	Municipio	Centro poblado	Resguardo	Específica
Centro Oriente	Santander	Puerto Wilches	No aplica		Veredas Caño Limón- La Ye- Las Pampas – Central – Bella Unión – El Porvenir – Las Cruces

Módulo de identificación del problema o necesidad

4.1 Población afectada y objetivo del problema

Características demográficas de la población

Clasificación	Detalle	Numero de Personas	Fuente de Informacion
Género	Hombre	305	Encuesta en sitio
Género	Mujer	285	Encuesta en sitio
Edad (años)	0 - 6	100	Porcentaje de poblacion DANE
Edad (años)	7 - 14	97	Porcentaje de poblacion DANE
Edad (años)	15 - 17	55	Porcentaje de poblacion DANE
Edad (años)	18 - 26	51	Porcentaje de poblacion DANE
Edad (años)	27 - 59	246	Porcentaje de poblacion DANE

Edad (años)	60 en adelante	41	Porcentaje de poblacion DANE
Grupos Étnicos	Indígenas	0	
Grupos Étnicos	Afrocolombianos	0	
Grupos Étnicos	ROM	0	
Población Vulnerable	Desplazados	0	
Población Vulnerable	Discapacitados	0	
Población Vulnerable	Pobres Extremos	0	

Módulo de identificación del problema o necesidad

5. Objetivo - Propósito

Objetivo General - Propósito

Mejorar las condiciones de vida de la población por medio del acceso al servicio de energía eléctrica.

Indicadores que miden el objetivo general

Nombre del Indicador	Unidad de Medida	Meta
Suministrar energía eléctrica a través de sistemas fotovoltaicos.	unidad	177

Objetivo Específicos

Implementar de un sistema de energía eléctrica viable, seguro y económica.

Construir un sistema de generación eléctrica en sitio que permita cubrir una demanda básica de energía eléctrica.

Gestionar los recursos ante la entidad pública competente para entregar el servicio de energía eléctrica.

Módulo de identificación del problema o necesidad

5. Alternativas de solución

Alternativa	Se evaluó con la MGA
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTONOMOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF- GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER	Si

Evaluación Realizada

Costo Eficiencia y costo mínimo	NO
Beneficio costo y Costo Eficiencia y costo minimo	SI

Módulo de Preparación de la alternativa de solución

1. Descripción de la alternativa

Alternativa

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTONOMOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF- GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Año inicio: 2014

Año final: 2025

Descripción de la alternativa

1. Suministro e Instalación de 708 módulos solares de 250 W (4 por vivienda).
2. Suministro e Instalación de 354 baterías de 255 Ah (2 por vivienda).
3. Suministro e Instalación de 177 controlador de carga 50 A (1 por vivienda).
4. Suministro e Instalación de 177 Inversores de corriente 1200W, 24 v
5. Suministro e Instalación de 354 postes en acero al carbono 3 mts.
6. Suministro e Instalación de 177 puestas a tierra.
7. Suministro e Instalación de 177 protecciones contra sobre tenciones 40 kA.
8. Suministro e Instalación de 177 protecciones terno magnéticas
9. Suministro e Instalación de 177 base metálica para las baterías.
10. Suministro e Instalación de 177 gabinetes metálicos.
11. Suministro e Instalación de 177 accesorios de conexión.
12. Suministro e Instalación de 177 manuales de operación.

Módulo de Preparación de la alternativa de solución

2. Estudio de mercado

Detalle para estudio: Sistema fotovoltaico Off-Grid para energización de viviendas en zona rural.

Bien o Servicio	Unidad de medida	Descripción	Año inicial histórico	Año final histórico	Año final proyección
Sistema fotovoltaico Off-Grid para energización de viviendas en zona rural.	unidad	Sistema fotovoltaico Off-Grid	2014	2015	2025

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2014	0,00	0,00	0,00
2015	177,00	177,00	0,00
2016	177,00	177,00	0,00
2017	177,00	177,00	0,00
2018	177,00	177,00	0,00

2019	177,00	177,00	0,00
2020	177,00	177,00	0,00
2021	177,00	177,00	0,00
2022	177,00	177,00	0,00
2023	177,00	177,00	0,00
2024	177,00	177,00	0,00
2025	177,00	177,00	0,00

Módulo de Preparación de la alternativa de solución

3. Capacidad y beneficiarios

Alternativa:

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTONOMOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF- GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

3.1 Capacidad Generada

Energía eléctrica suministrada por el sistema de energía solar fotovoltaica.

Unidad de medida	Total Capacidad generada
unidad	177

3.2 Beneficiarios

Número de beneficiarios

590

Módulo de Preparación de la alternativa de solución

4. Localización

Alternativa

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTONOMOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF- GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Geográficamente

Región	Departamento	Municipio	Centro - Poblado	Localización	Resguardo
Centro Oriente	Santander	Puerto Wilches	No aplica	Veredas Caño Limón- La Ye- Las Pampas – Central – Bella Unión – El Porvenir – Las Cruces	

Factores que determinan la localización

Aspectos administrativos y políticos
Cercanía a la población objetivo
Comunicaciones
Disponibilidad de servicios públicos domiciliarios (Agua, energía y otros)
Disponibilidad y costo de mano de obra
Factores ambientales

Módulo de Preparación de la alternativa de solución

5 - Estudio Ambiental

Alternativa

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTONOMOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF- GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Estudios requeridos

Estudio	Se requiere
Licencia Ambiental	NO
Diagnóstico ambiental	NO
Plan de manejo ambiental	NO
Otros permisos ambientales	NO

Módulo de Preparación de la alternativa de solución
6 - Análisis de Riesgos

Alternativa

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTONOMOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF- GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Efectos	Impacto	Medidas de Mitigación
Sobre tensión en el sistema producido por un fenómeno natural (rayo eléctrico)	Poco probable	Se sobre carga el sistema y produce fallas irreparables en el mismo	Alto	1. dispositivo para protección contra sobretensiones. 2. elemento de puesta a tierra.
Sobre carga de energía en el sistema por aumento de la demanda	Probable	Se sobre carga el sistema produciendo un recalentamiento en los conductores, componentes de conversión y baterías del sistema afectando la vida útil de los equipos.	Alto	1. dispositivo de protección termomagnética para las cargas y el sistema. 2. protecciones propia del regulador de carga

Módulo de Preparación de la alternativa de solución
7 - Costos del proyecto

Alternativa

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTONOMOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF- GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Relación Objetivos - Productos - Actividades

Objetivos	Productos	Actividades
Implementar de un sistema de energía eléctrica viable, seguro y económica.	Instalación del sistema de energía solar fotovoltaica	Instalación de 177 sistemas de energía solar fotovoltaico autónomo para los usuarios no interconectados de la zona rural del municipio de Puerto Wilches Santander, a todo costo.

Relación Productos

Objetivo: Implementar de un sistema de energía eléctrica viable, seguro y económica.

Código CPC	Nombre del Producto	Unidad	Cantidad
17100	Instalación del sistema de energía solar fotovoltaica	unidad	177

Relación de Actividades

Etapa	Año	Código - CIU	Nombre de la Actividad	Ruta Crítica	Valor

Inversión	2014	D3511	Instalación de 177 sistemas de energía solar fotovoltaico autónomo para los usuarios no interconectados de la zona rural del municipio de Puerto Wilches Santander, a todo costo.	Si	2,607,159,997
Valor Total					2,607,159,997

Módulo de Preparación de la alternativa de solución

8 - Depreciación de activos fijos

Alternativa

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTONOMOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF- GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

ActivoFijo	Descripción	Valor del activo	Año de compra	Valor de salvamento
Maquinaria y equipo	Infraestructura de generación de energía solar fotovoltaica.	1.632.543.570,00	2014	683.400.523,67
Valor total de depreciación de alternativa				683.400.523,67

Módulo de Preparación de la alternativa de solución

9 - Detalle beneficios e ingresos

Tipo de beneficio o ingreso Ahorro económico si se implementara en la región el uso de un generador a gasolina de 1,5 HP, 800 W, autonomía de 6,5 horas y capacidad del tanque 1,1 galones por usuario, en lugar de implementar el sistema de energía solar

Tipo	Bien	Descripción	Unidad Medida
Beneficio	Energía eléctrica servicios	Ahorro económico si se implementara en la región el uso de un generador a gasolina de 1,5 HP, 800 W, autonomía de 6,5 horas y	Pesos

Año	Cantidad	Valor unitario	Valor total
2014	0,00	2.543.337,81	0,00
2015	177,00	2.594.204,57	459.174.208,89
2016	177,00	2.646.088,66	468.357.692,82
2017	177,00	2.699.010,43	477.724.846,11
2018	177,00	2.752.990,64	487.279.343,28

2019	177,00	2.808.050,45	497.024.929,65
2020	177,00	2.864.211,46	506.965.428,42
2021	177,00	2.921.495,69	517.104.737,13
2022	177,00	2.979.925,60	527.446.831,20
2023	177,00	3.039.524,12	537.995.769,24
2024	177,00	3.100.314,60	548.755.684,20
2025	177,00	3.193.323,00	565.218.171,00

9 - Totales beneficios e ingresos

Año	Total Ingresos
2014	0,00
2015	459.174.208,89
2016	468.357.692,82
2017	477.724.846,11
2018	487.279.343,28
2019	497.024.929,65
2020	506.965.428,42
2021	517.104.737,13
2022	527.446.831,20
2023	537.995.769,24
2024	548.755.684,20
2025	565.218.171,00

Módulo de Evaluación de la alternativa de solución

1 - Costo de oportunidad

Tasa de interés oportunidad: %

Justificación de la tasa de oportunidad

DTF para la semana del 21/04/14 al 27/04/14, se compara la rentabilidad del proyecto con los posibles rendimientos financieros de la inversión.

Flujo de Caja

	Año 0 (2014)	Año 1 (2015)	Año 10 (2024)	Año 11 (2025)	Año 2 (2016)	Año 3 (2017)	Año 4 (2018)	Año 5 (2019)	Año 6 (2020)
Amortización créditos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Inversión	2,607,159,997	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Operación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Preinversión	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Créditos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Neto de Caja	(2,607,159,997)	459,174,209	548,755,684	1,248,618,695	468,357,693	477,724,846	487,279,343	497,024,930	506,965,428
Ingresos y beneficios	0	459,174,209	548,755,684	565,218,171	468,357,693	477,724,846	487,279,343	497,024,930	506,965,428
Intereses créditos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor de salvamento	0	0	0	683,400,524	0	0	0	0	0

	Año 7 (2021)	Año 8 (2022)	Año 9 (2023)
Amortización créditos	0	0	0
Costos de Inversión	0	0	0
Costos de Operación	0	0	0
Costos de Preinversión	0	0	0
Créditos	0	0	0
Flujo Neto de Caja	517,104,737	527,446,831	537,995,769
Ingresos y beneficios	517,104,737	527,446,831	537,995,769
Intereses créditos	0	0	0
Valor de salvamento	0	0	0

Flujo Económico									
	Año 0 (2014)	Año 1 (2015)	Año 10 (2024)	Año 11 (2025)	Año 2 (2016)	Año 3 (2017)	Año 4 (2018)	Año 5 (2019)	Año 6 (2020)
Ingresos y beneficios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ahorro económico si se implementara	0	362,747,625	433,516,991	446,522,355	370,002,577	377,402,628	384,950,681	392,649,694	400,542,688
Créditos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Preinversión	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Inversión	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.1. Otros Gastos Generales	2,085,727,998	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Operación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización créditos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intereses créditos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor de salvamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura de generación de	0	0	0	539,886,414	0	0	0	0	0
Flujo Económico	(2,085,727,998)	362,747,625	433,516,991	986,408,769	370,002,577	377,402,628	384,950,681	392,649,694	400,542,688

	Año 7 (2021)	Año 8 (2022)	Año 9 (2023)	RPC
Ingresos y beneficios	0	0	0	0
Ahorro económico si se implementara	408,512,742	416,682,997	425,016,658	1
Créditos	0	0	0	0
Costos de Preinversión	0	0	0	0
Costos de Inversión	0	0	0	0
6.1. Otros Gastos Generales	0	0	0	1
Costos de Operación	0	0	0	0
Amortización créditos	0	0	0	0
Intereses créditos	0	0	0	0
Valor de salvamento	0	0	0	0
Infraestructura de generación de	0	0	0	1
Flujo Económico	408,512,742	416,682,997	425,016,658	0

Resumen Evaluación Financiera y Económica o Social

Evaluación Financiera								Evaluación Económica						
Alternativa	Valor Presente Neto - Financiero	Tasa Interna de Retorno - Financiero	Relación Beneficio Costo - Financiero	Costo Por Capacidad - Financiero	Costo Por Beneficiario - Financiero	Valor Presente de los Costos - Financiero	Costo Anual Equivalente - Financiero	Valor Presente Neto - Económico	Tasa Interna de Retorno - Económico	Relación Beneficio Costo - Económico	Costo Por Capacidad - Económico	Costo Por Beneficiario - Económico	Valor Presente de los Costos - Económico	Costo Anual Equivalente - Económico
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTÓNOMOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF-GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER	2.321.196.145,79	16,06	1,61	18.590.737,40	5.577.221,22	3.061.546.033,55	345.338.458,30	401.592.339,13	15,80	1,19	11.783.774,00	3.535.132,20	2.085.727.997,60	351.268.723,97

Módulo de programación

1 - Selección de alternativa y rubro presupuestal

Alternativa Seleccionada

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS AUTONOMOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF- GRID PARA LA ENERGIZACIÓN DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Tipo de Gasto (Programa presupuestal)

0111 construcción de infraestructura propia del sector

Sector (Subprograma presupuestal)

0501 generación eléctrica

Módulo de programación

2 - Fuentes de financiación

Página 18 de 22

Tipo de entidad

Privadas

Nombre de entidad

Fondo de apoyo financiero para la energización de las zonas no interconectadas.

Tipo de recurso

Propios

Año	Valor
2014	2.607.159.997,00
2015	0,00
2016	0,00
2017	0,00
2018	0,00
2019	0,00
2020	0,00
2021	0,00
2022	0,00
2023	0,00
2024	0,00
2025	0,00

--

Costos

Vigencia	Costos de Preinversión	Costos de Inversión	Costos de Operación
2014	0	2,607,159,997	0
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	0	0	0
2023	0	0	0
2024	0	0	0
2025	0	0	0

Indicadores de producto

Objetivo Implementar de un sistema de energía eléctrica viable, seguro y económica.

Producto Instalación del sistema de energía solar fotovoltaica

Código	Indicador	Unidad	Formula
0500P087	Nuevos Usuarios Con Servicio De Energía Eléctrica En Las Zonas No Interconectadas	Número	

--

Indicadores de producto

Metas

Objetivo	Producto	Indicador	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Implementar de un sistema de energía eléctrica viable, seguro y económica.	Instalación del sistema de energía solar fotovoltaica	Nuevos Usuarios Con Servicio De Energía Eléctrica En Las Zonas No Intercone	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Indicadores de gestión												
Metas												
Indicador	Unidad	Fórmula	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Actos Administrativos Expedidos Para La Asignación Y Distribución De Recursos	Número		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Módulo de Decisión					
Componente	Resumen narrativo	Indicador	Meta	Verificación	Supuestos
Fines	13101. Nuevos sectores basados en la innovación	Minas y Energía - Municipios en Zonas No Interconectadas con prestación de servicio de energía eléctrica 24 horas del día	32,00	No aplica	No hay supuestos
Objetivo General - Propósito	Mejorar las condiciones de vida de la población por medio del acceso al servicio de energía eléctrica.	Suministrar energía eléctrica a través de sistemas fotovoltaicos.	177,00	Actas de entrega del sistema de energía solar fotovoltaica	Se realizara el acta de entrega al finalizar la instalación.
Objetivos Específicos General - Componentes o Productos	Instalación del sistema de energía solar fotovoltaica	Nuevos Usuarios Con Servicio De Energía Eléctrica En Las Zonas No Interconectadas	177,00	Actas de entrega del sistema de energía solar fotovoltaica	Se realizara el acta de entrega al finalizar la instalación.

			2024
Actos Administrativos Expedidos Para La Asignación Y Distribución De Recursos	Número		0,00

Actividades	Instalación de 177 sistemas de energía solar fotovoltaico autónomo para los usuarios no interconectados de la zona rural del municipio de Puerto Wilches Santander, a todo costo.	Recursos Ejecutados	2.607.159.997,00	Contratos de actas de entrega del sistema de energía solar fotovoltaica.	Se realizaran actas de entrega del sistema de energía solar fotovoltaica al terminas la instalación.

ANEXO F. HERRAMIENTA ASPES

(Ver documento adjunto)

ANEXO G. RESPUESTA CAS



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER

EL COORDINADOR DE LA REGIONAL ENLACE DE BUCARAMANGA DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER – CAS

CERTIFICA:

Que de acuerdo a lo establecido en el Decreto 2820 del 2010, por medio del cual el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, reglamentó el Título VIII de la Ley 99 de 1993, proyecto "IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA PARA LA ELECTRIFICACIÓN DE ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS, MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES, SANTANDER" no requieren de LICENCIA AMBIENTAL, como tampoco la presentación de Plan de Manejo Ambiental.

Teniendo en cuenta la normatividad ambiental vigente, este tipo de proyectos deberá dar cumplimiento a los siguientes:

- Compatibilidad de las obras con el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio.
- Se deberá tramitar los permisos ambientales menores, de acuerdo a los recursos naturales a utilizar o afectar en la ejecución del proyecto: aprovechamiento forestal, etc.
- Los materiales de construcción a utilizar en las obras deben provenir de canteras o plantas de beneficio legalizadas ambientalmente: Concesión minera, licencia ambiental, permiso de emisiones atmosféricas.
- Para la ejecución de las obras se deberá dar cumplimiento a la Resolución No 541 del 14 de diciembre del 2004, por medio de la cual el Ministerio de Ambiente reguló el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales de construcción, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavaciones.
- En todos los casos se debe respetar y conservar la franja de protección de cuerpos de agua: Treinta (30) metros a lado y lado de la cota de mareas altas de quebradas y ríos, y cien (100) metros en el perímetro de nacimientos de agua.
- Señalización y aislamiento de las obras.
- Teniendo en cuenta lo establecido en la Ley 99/93, las Corporaciones Autónomas Regionales, los Departamentos y los Municipios tienen la responsabilidad de velar por la administración y uso racional de los recursos naturales.
- Las entidades, organizaciones y personas involucradas en la ejecución de este proyecto deberán dar cumplimiento a la normatividad ambiental y al ordenamiento territorial que aplique para cada caso.
- En caso de afectación de recursos naturales, del ambiente o incumplimiento de la normatividad ambiental vigente, en desarrollo de un proyecto, de acuerdo a la Ley

CARRERA. 12 No. 09-06 - TELS: 7240762 - 7235668 – SAN GIL
www.cas.gov.co



FLUJO DE FONDOS																																																							
ENERGIZACIÓN CON PANELES SOLARES: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA ENERGIZACIÓN RURAL EN EL MAGDALENA MEDIO																																																							
CRONOGRAMA DEL PROYECTO																																																							
DURACION DEL PROYECTO (12 MESES)																																																							
CANT.	ACTIVIDAD	VALOR	MES 7								MES 8																																												
			Semana 25				Semana 26				Semana 27				Semana 28				Semana 29				Semana 30				Semana 31				Semana 32																								
			D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
1	Panel solar 250w Policristalino	\$ 622.188.984,00	3435882,35				3435882,35				3435882,35				3435882,35				3435882,35				3435882,35				3435882,35																												
2	Bateria 12V/250 Ah	\$ 409.418.700,00	3712314,71				3712314,71				3712314,71				3712314,71				3712314,71				3712314,71				3712314,71																												
3	Controlador de carga 50 A 12/24 V	\$ 142.775.457,00	214086,71				214086,71				214086,71				214086,71				214086,71				214086,71				214086,71																												
4	Inversor 1200 VA 24V	\$ 237.473.820,00	232494,71				232494,71				232494,71				232494,71				232494,71				232494,71				232494,71																												
5	Soporte Paneles Solares	\$ 270.518.304,00	7939934,71				7939934,71				7939934,71				7939934,71				7939934,71				7939934,71				7939934,71																												
6	Puesta a Tierra	\$ 38.748.132,00	1136882,12				1136882,12				1136882,12				1136882,12				1136882,12				1136882,12				1136882,12																												
7	Protección Contra sobre tensiones transitorias(DPS), Pararrayos	\$ 59.867.064,00	1751452,53				1751452,53				1751452,53				1751452,53				1751452,53				1751452,53				1751452,53																												
8	Protección termomagnetica	\$ 21.801.444,00	639448,97				639448,97				639448,97				639448,97				639448,97				639448,97				639448,97																												
9	Base Metalica Baterias	\$ 38.793.621,00	1136673,26				1136673,26				1136673,26				1136673,26				1136673,26				1136673,26				1136673,26																												
10	Gabinete Electrico para Equipos y tablero de Distribución	\$ 193.708.446,00	5676510,91				5676510,91				5676510,91				5676510,91				5676510,91				5676510,91				5676510,91																												
11	Accesorios de Conexión	\$ 38.729.901,00	1133224,21				1133224,21				1133224,21				1133224,21				1133224,21				1133224,21				1133224,21																												
12	Manual del usuario	\$ 11.704.125,00	343645,50				343645,50				343645,50				343645,50				343645,50				343645,50				343645,50																												

FLUJO DE FONDOS																													
ENERGIZACIÓN CON PANELES SOLARES: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA ENERGIZACIÓN RURAL EN EL MAGDALENA MEDIO																													
CRONOGRAMA DEL PROYECTO																													
DURACION DEL PROYECTO (12 MESES)																													
CANT.	ACTIVIDAD	VALOR	MES 7				MES 8																						
			Semana 25		Semana 26		Semana 27		Semana 28		Semana 29		Semana 30		Semana 31		Semana 32												
			D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V
1	Panel solar 250w Policristalino	\$ 622.188.984,00	3435882,35			3435882,35			3435882,35			3435882,35			3435882,35			3435882,35			3435882,35			3435882,35			3435882,35		
2	Bateria 12V/250 Ah	\$ 409.418.700,00	3712314,71			3712314,71			3712314,71			3712314,71			3712314,71			3712314,71			3712314,71			3712314,71			3712314,71		
3	Controlador de carga 50 A 12/24 V	\$ 142.775.457,00	214086,71			214086,71			214086,71			214086,71			214086,71			214086,71			214086,71			214086,71			214086,71		
4	Inversor 1200 VA 24V	\$ 237.473.820,00	232494,71			232494,71			232494,71			232494,71			232494,71			232494,71			232494,71			232494,71			232494,71		
5	Soporte Paneles Solares	\$ 270.518.304,00	7939934,71			7939934,71			7939934,71			7939934,71			7939934,71			7939934,71			7939934,71			7939934,71			7939934,71		
6	Puesta a Tierra	\$ 38.748.132,00	1136882,12			1136882,12			1136882,12			1136882,12			1136882,12			1136882,12			1136882,12			1136882,12			1136882,12		
7	Protección Contra sobre tensiones transitorias(DPS), Pararrayos	\$ 59.867.064,00	1751452,53			1751452,53			1751452,53			1751452,53			1751452,53			1751452,53			1751452,53			1751452,53			1751452,53		
8	Protección termomagnetica	\$ 21.801.444,00	639448,97			639448,97			639448,97			639448,97			639448,97			639448,97			639448,97			639448,97			639448,97		
9	Base Metalica Baterias	\$ 38.793.621,00	1136673,26			1136673,26			1136673,26			1136673,26			1136673,26			1136673,26			1136673,26			1136673,26			1136673,26		
10	Gabinete Electrico para Equipos y tablero de Distribución	\$ 193.708.446,00	5676510,91			5676510,91			5676510,91			5676510,91			5676510,91			5676510,91			5676510,91			5676510,91			5676510,91		
11	Accesorios de Conexión	\$ 38.729.901,00	1133224,21			1133224,21			1133224,21			1133224,21			1133224,21			1133224,21			1133224,21			1133224,21			1133224,21		
12	Manual del usuario	\$ 11.704.125,00	343645,50			343645,50			343645,50			343645,50			343645,50			343645,50			343645,50			343645,50			343645,50		

FLUJO DE FONDOS																																			
ENERGIZACIÓN CON PANELES SOLARES: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA ENERGIZACIÓN RURAL EN EL MAGDALENA MEDIO																																			
CRONOGRAMA DEL PROYECTO																																			
DURACION DEL PROYECTO (12 MESES)																																			
CANT.	ACTIVIDAD	VALOR	MES 9				MES 10																												
			Semana 33		Semana 34		Semana 35		Semana 36		Semana 37		Semana 38		Semana 39		Semana 40																		
			D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M
1	Panel solar 250w Policristalino	\$ 622.188.984,00	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35														
2	Bateria 12V/250 Ah	\$ 409.418.700,00	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71														
3	Controlador de carga 50 A 12/24 V	\$ 142.775.457,00	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71														
4	Inversor 1200 VA 24V	\$ 237.473.820,00	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71														
5	SopORTE Paneles Solares	\$ 270.518.304,00	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71														
6	Puesta a Tierra	\$ 38.748.132,00	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12														
7	Protección Contra sobre tensiones transitorias(DPS), Pararrayos	\$ 59.867.064,00	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53														
8	Protección termomagnetica	\$ 21.801.444,00	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97														
9	Base Metalica Baterias	\$ 38.793.621,00	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26														
10	Gabinete Electrico para Equipos y tablero de Distribución	\$ 193.708.446,00	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91														
11	Accesorios de Conexión	\$ 38.729.901,00	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21														
12	Manual del usuario	\$ 11.704.125,00	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50														

FLUJO DE FONDOS																																																
ENERGIZACIÓN CON PANELES SOLARES: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA ENERGIZACIÓN RURAL EN EL MAGDALENA MEDIO																																																
CRONOGRAMA DEL PROYECTO																																																
DURACION DEL PROYECTO (12 MESES)																																																
CANT.	ACTIVIDAD	VALOR	MES 11								MES 12																																					
			Semana 41					Semana 42					Semana 43					Semana 44					Semana 45					Semana 46					Semana 47					Semana 48										
			D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
1	Panel solar 250w Policristalino	\$ 622.188.984,00	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35	3435882,35																											
2	Bateria 12V/250 Ah	\$ 409.418.700,00	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71	3712314,71																											
3	Controlador de carga 50 A 12/24 V	\$ 142.775.457,00	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71	214086,71																											
4	Inversor 1200 VA 24V	\$ 237.473.820,00	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71	232494,71																											
5	Soporte Paneles Solares	\$ 270.518.304,00	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71	7939934,71																											
6	Puesta a Tierra	\$ 38.748.132,00	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12	1136882,12																											
7	Protección Contra sobre tensiones transitorias(DPS), Pararrayos	\$ 59.867.064,00	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53	1751452,53																											
8	Protección termomagnetica	\$ 21.801.444,00	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97	639448,97																											
9	Base Metalica Baterias	\$ 38.793.621,00	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26	1136673,26																											
10	Gabinete Electrico para Equipos y tablero de Distribución	\$ 193.708.446,00	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91	5676510,91																											
11	Accesorios de Conexión	\$ 38.729.901,00	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21	1133224,21																											
12	Manual del usuario	\$ 11.704.125,00	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50	343645,50																											