

| | | | |
|--|-----------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| | GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS | Código | FO-SB- 12/v0 |
| | ESQUEMA HOJA DE RESUMEN | Página | 1/1 |

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): SEBASTIÁN APELLIDOS: LOAIZA ELEJALDE

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): SERGIO BASILIO APELLIDOS: SEPÚLVEDA MORA

CODIRECTOR:

NOMBRE(S): DANIEL APELLIDOS: APONTE BECERRA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UN PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL ÁREA DE SOPORTE TÉCNICO DE LA AERONAUTICA CIVIL REGIONAL NORTE DE SANTANDER EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL CAMILO DAZA

RESUMEN

En este documento, se presenta un estudio de pre-factibilidad para el desarrollo de un proyecto de energía solar fotovoltaica en el área de soporte técnico de la Aeronáutica Civil, planteado siguiendo el modelo la Metodología General Ajustada del Departamento Nacional de Planeación. En la primera sección se expone el planteamiento del problema, la metodología empleada y los antecedentes teóricos referentes a la temática de sistemas fotovoltaicos y evaluación de proyectos de inversión. Posteriormente, se describen las actividades desarrolladas, comprendidas por los estudios de producción y demanda energética, análisis de alternativas en sistemas fotovoltaicos, simulaciones en PVSyst y HOMER Grid, evaluación financiera y divulgación de resultados. Con base en los resultados obtenidos, se concluye que la mejor alternativa a implementar sería un sistema fotovoltaico conectado a la red, donde se obtuvo un tiempo de retorno de inversión de 6 años y un valor presente neto \$63.910.000 COP, mientras que una topología híbrida con baterías posee un retorno entre 12 y 20 años y una rentabilidad de entre \$4.900.000 COP a \$12.800.000 COP.

PALABRAS CLAVE: Prefactibilidad, Energía solar fotovoltaica, Retorno de inversión, Valor Presente Neto, Metodología General Ajustada

PÁGINAS: 134 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 0 CD ROOM: 1

| Elaboró | | Revisó | | Aprobó | |
|------------------------------|--|-------------------|--|-------------------|--|
| Equipo Operativo del Proceso | | Comité de Calidad | | Comité de Calidad | |
| Fecha | | Fecha | | Fecha | |

COPIA NO CONTROLADA

ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA EL ÁREA DE SOPORTE TÉCNICO DE LA AERONÁUTICA
CIVIL REGIONAL NORTE DE SANTANDER EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL

CAMILO DAZA

SEBASTIÁN LOAIZA ELEJALDE

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CÚCUTA

2019

ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA EL ÁREA DE SOPORTE TÉCNICO DE LA AERONÁUTICA
CIVIL REGIONAL NORTE DE SANTANDER EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL

CAMILO DAZA

SEBASTIÁN LOAIZA ELEJALDE

Trabajo de grado en modalidad pasantía para
optar por el título de ingeniero electrónico

Director

MSc. Ing. Electrónico Sergio Sepúlveda

Codirector

Ing. Electrónico Esp. Daniel Aponte Becerra

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CÚCUTA

2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 16 DE DICIEMBRE DE 2019

Hora: 08:00

Lugar: LABORATORIO EMPRESARIAL LE203

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: “ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL ÁREA DE SOPORTE TÉCNICO DE LA AERONÁUTICA CIVIL REGIONAL NORTE DE SANTANDER EN EL AEROPUERTO CAMILO DAZA”

Jurados: IE PhD. BYRON MEDINA DELGADO
IE JHON JAIRO RAMÍREZ MATEUS

Director: IE MSc. SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA

Codirector: Ing. DANIEL APONTE BECERRA

| Nombre del Estudiante | Código | Calificación |
|---------------------------|---------|---------------------|
| SEBASTIAN LOAIZA ELEJALDE | 1161137 | CUATRO, CINCO (4,5) |

MERITORIA



BYRON MEDINA DELGADO



JHON JAIRO RAMÍREZ MATEUS



DINAELE GUEVARA IBARRA, IE PhD
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Electrónica



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta,

Señores
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS
Ciudad

Cordial saludo:

Sebastián Loaliza Flejalde, identificado(s) con la C.C. N° 1090504127, autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado Estudio de prefactibilidad... presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico; autorizo(amos) a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que **"los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores"**, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Cc 1090504127

FIRMA Y CEDULA

Agradecimientos

El autor expresa sus agradecimientos a:

El ingeniero Daniel Aponte Becerra, coordinador de soporte técnico de la Aeronáutica Civil, regional Norte de Santander, en el Aeropuerto Camilo Daza, por confiarme tan importante proyecto, por creer en la importancia de las actividades interinstitucionales y en el aprovechamiento de fuentes de energía alternativas, limpias y renovables, como pilar para el desarrollo sostenible y ambientalmente responsable. Quien además se desempeñó como codirector y jefe inmediato en el proyecto realizado.

El ingeniero Sergio Basilio Sepúlveda por su confianza, enseñanza, colaboración, motivación y apoyo durante el proceso de aprendizaje y ejecución del trabajo. Quien se desempeñó en el cargo de director del proyecto presentado.

A mis padres, Rafael Mauricio Loaiza Velásquez y Gloria Albenis Elejalde Martínez, por el apoyo incondicional, la constante motivación y por forjar en mí las bases humanas para ser un profesional disciplinado e integral.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--------------------------------------------------------|----|
| Introducción | 13 |
| 1. Descripción del problema | 14 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 16 |
| 1.2. Justificación | 16 |
| 1.2.1. Impacto esperado | 16 |
| 1.2.2. Beneficios tecnológicos | 17 |
| 1.2.3. Beneficios económicos | 17 |
| 1.2.4. Beneficios sociales | 19 |
| 1.2.5. Beneficios empresariales e institucionales | 20 |
| 1.3. Alcances | 21 |
| 1.3.1. Tipo de proyecto | 21 |
| 1.3.2. Resultados esperados | 22 |
| 1.4. Limitaciones y delimitaciones | 24 |
| 1.4.1. Limitaciones | 24 |
| 1.4.2. Delimitaciones | 25 |
| 1.5. Objetivos | 26 |
| 1.5.1. Objetivo general | 26 |
| 1.5.2. Objetivos específicos | 26 |
| 2. Marco referencial | 27 |
| 2.1. Antecedentes | 27 |
| 2.1.1. Antecedentes regionales | 27 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 28 |
| 2.1.3. Antecedentes internacionales | 30 |
| 2.2. Marco teórico | 32 |
| 2.2.1. Definiciones en energías renovables | 32 |
| 2.2.2. Energía solar | 34 |
| 2.2.3. Sistemas Fotovoltaicos | 36 |
| 2.2.4. Proyectos con base en la MGA | 41 |
| 2.2.5. Conceptos de economía en proyectos de inversión | 43 |

| | |
|------------------------------------------------------------|-----|
| 2.3. Marco legal | 44 |
| 2.3.1. Ley 1715 de 2014 | 44 |
| 2.3.2. Regulaciones de la autogeneración y conexión al SIN | 44 |
| 2.3.3. Aplicación de incentivos | 45 |
| 2.3.4. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas | 45 |
| 3. Metodología | 46 |
| 3.1. Estudio de capacidad de producción | 46 |
| 3.2. Estudio de demanda energética | 59 |
| 3.3. Análisis de alternativas | 63 |
| 3.4. Análisis financiero | 81 |
| 3.5. Divulgación de resultados | 84 |
| 4. Resultados | 85 |
| 4.1. Capacidad de producción | 85 |
| 4.2. Demanda energética | 89 |
| 4.3. Alternativas en sistemas FV | 93 |
| 4.4. Análisis financiero | 102 |
| 4.5. Divulgación de resultados | 113 |
| 5. Conclusiones | 116 |
| 5.1. Desde el ámbito técnico | 116 |
| 5.2. Desde el ámbito económico | 117 |
| 5.3. Desde el ámbito legal | 118 |
| 6. Recomendaciones | 119 |
| Referencias | 120 |
| Anexos | 124 |