

PROYECTO DE ENERGIZACIÓN  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA GIBRALTAR, SEDE ALTO HORIZONTE  
MUNICIPIO DE TOLEDO, NORTE DE SANTANDER

FASE DE PERFIL

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PARA NORTE DE  
SANTANDER

Elaborado por:

MSc. Ing. Sergio Basilio Sepúlveda Mora

Esp. Ing. Luis Fernando Bustos Márquez

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

JULIO DE 2018

## TABLA DE CONTENIDO

1.	FICHA TECNICA .....	6
2.	RESUMEN DEL PROYECTO .....	7
3.	MARCO TEORICO.....	8
3.1.	ANTECEDENTES .....	8
3.2.	Planes de Energización Rural Sostenible .....	8
4.	JUSTIFICACIÓN.....	10
5.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
5.1.	Descripción del problema.....	12
6.	ALCANCE .....	13
7.	BENEFICIARIOS.....	14
7.1.	Caracterización Socioeconómica (Encuestas y análisis de resultados).....	14
7.1.1.	Caracterización de la Institución Educativa Gibraltar .....	14
7.2.	localizacion del proyecto .....	22
7.2.1.	Identificación de la I.E. Gibraltar-Sede Alto Horizonte.....	22
7.2.2.	Información de necesidades básicas-Sede Alto Horizonte.....	23
7.2.3.	Organización institucional-Sede Alto Horizonte.....	25
7.2.4.	Información adicional de la I.E. Gibraltar-Sede Alto Horizonte .....	27
7.3.	Identificación y/o georreferenciación de Beneficiarios .....	27
8.	PARTES INTERESADAS.....	29
9.	MARCO LOGICO .....	32
9.1.	Árbol de problemas .....	32
9.2.	Árbol de objetivos .....	33
9.3.	Matriz de marco lógico.....	34
10.	ESTUDIO TÉCNICO .....	38
10.1.	Estudios técnicos de ingeniería.....	38
10.1.1.	Consumo Energético.....	38
10.1.2.	Selección de alternativa .....	47
10.2.	Mercado .....	55
11.	PRESUPUESTO.....	57
12.	CRONOGRAMA .....	59
13.	ANALISIS DE SOSTENIBILIDAD .....	60

13.1.	Económica: Capacidad y compromisos de pago por parte de la comunidad y acceso a subsidios por parte del Estado.....	60
13.2.	Social: Participación activa y apropiación de la comunidad .....	61
14.	ESQUEMA EMPRESARIAL .....	62
15.	ANALISIS DE RIESGOS.....	64
16.	ANEXOS .....	67
16.1.	Anexo 1. Evidencia fotográfica de la Sede Alto Horizonte-Institución Educativa Gibraltar.....	67

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa político del municipio de Toledo, Norte de Santander .....	15
Figura 2. Producción agrícola del municipio de Toledo .....	16
Figura 3. Producción pecuaria.....	17
Figura 4. Evidencia fotográfica- sede Alto Horizonte.....	23
Figura 5. Árbol de problemas .....	32
Figura 6. Árbol de objetivos .....	34
Figura 7. Proyección demanda eléctrica, Sede Alto Horizonte, 2017- 2032 .....	42
Figura 8. Municipios con mayor índice de potencial Hídrico .....	52
Figura 9. Mapa Radiación solar, Vereda Alto Horizonte, Toledo, Norte de Santander.	54
Figura 10. Esquema empresarial.....	63
Figura 11. Vista frontal de la sede Alto Horizonte. I. E. Gibraltar .....	67
Figura 12. Vista lateral derecha de la sede Alto Horizonte.....	67

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica.....	6
<i>Tabla 2. Sector primario del municipio de Toledo.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 3. Identificación de la I.E. Gibraltar-Sede Alto Horizonte.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 4. Necesidades básicas de la sede Alto Horizonte 1- I.E. Gibraltar.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5. Organización institucional de la sede Alto Horizonte.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6. Información adicional de la sede Alto Horizonte.....</i>	<i>27</i>
Tabla 7. Georreferenciación de la institución Alto Horizonte.....	28
Tabla 8. Partes interesadas.....	29
Tabla 9. Matriz de marco lógico.....	35
Tabla 10. Necesidades energéticas de la sede Alto Horizonte.....	38
Tabla 11. Demanda energética de la sede Alto Horizonte.....	39
Tabla 12. Demanda eléctrica de la subregión Suboriental.....	40
Tabla 13. Proyección demanda eléctrica Sede Alto Horizonte.....	41
Tabla 14. Datos del sistema fotovoltaico.....	43
Tabla 15. Capacidad diaria del banco de baterías.....	44
Tabla 16. Capacidad del banco de baterías con base en la autonomía.....	45
Tabla 17. Dimensionamiento del arreglo de paneles solares.....	46
Tabla 18. Características paneles solares 310 Wp.....	46
Tabla 19. Analisis de alternativas.....	50
Tabla 20. Presupuesto general.....	57
<i>Tabla 21. Costos de la instalación eléctrica.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 22. Costos de Instalación fotovoltaica.....</i>	<i>58</i>
Tabla 23. Cronograma de actividades.....	59
Tabla 24. Analisis de riesgos.....	64

## 1. FICHA TECNICA

*Tabla 1. Ficha técnica*

Titulo proyecto	Proyecto de energización institución educativa Gibraltar, sede Alto Horizonte municipio de Toledo, Norte de Santander
Entidad que propone el proyecto	Plan de energización rural sostenible para norte de Santander
Localización del proyecto	la Institución Educativa Gibraltar del municipio de Toledo. La sede Alto Horizonte, ubicada en el corregimiento Gibraltar del municipio de Toledo.
Georreferenciación	Coordenada X 1211050 Coordenada Y 1274142
Diseñadores	MSc. Ing. Sergio Basilio Sepúlveda Mora Esp. Ing. Luis Fernando Bustos Márquez
Costo del proyecto	\$30.207.100
Tiempo de ejecución	Según tiempo estipulado en el cronograma.

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto pretende formular e implementar un sistema fotovoltaico para la energización obteniendo el mejoramiento de las actividades curriculares a través del aprovechamiento del insumo de carácter energético de energización de fuente fotovoltaica para suplir y mejorar las necesidades energéticas de la población de este corregimiento específicamente de los estudiantes y sus familias que asisten a la institución educativa Gibraltar, sede Alto Horizonte, municipio de Toledo, Norte de Santander.

El objetivo principal del proyecto es la energización de escuela rural Gibraltar, sede Alto Horizonte del municipio de Toledo en Norte de Santander que le permita implementar nuevas tecnologías de información al proceso pedagógico de los cursos de transición a quinto.

Con este proyecto se pretende mejorar las condiciones de accesibilidad a nuevo conocimiento y nuevas estrategias de capacitación y formación reduciendo la brecha de desigualdad que se tiene entre las zonas rurales y los cascos urbanos.

La demanda de energía eléctrica para los beneficiarios fue proyectada para un periodo de 15 años y cuenta con holgura en valores de carga eléctrica que permitan la interconexión de otros equipos dentro de la institución, las cuales podrán ser utilizadas dentro del margen de potencia máxima permitida.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. ANTECEDENTES

El PERS Chocó elaboró el proyecto: “*Diseño De Sistemas De Energía Solar Fotovoltaica Para La Energización De Instituciones Educativas Rurales De La Subregión Geográfica Del Baudó, Departamento Del Chocó*” con autoría de Jefferson Asprilla, Pedro J Pineda, Jhon E. Luna y Liliana Lemos.

Este proyecto propone el diseño de una solución integral de energía solar que contribuya a mejorar los procesos pedagógicos de enseñanza – aprendizaje en los centros educativos rurales del Baudó, que no poseen suministro de energía eléctrica permanente y confiable.

La gran dispersión de las Sedes Educativas del proyecto y las diferencias en la localización geográfica de cada una de ellas hace aconsejable prever diferentes modelos de instalaciones solares fotovoltaicas, las cuales se presentan en esta propuesta.

#### 3.2. Planes de Energización Rural Sostenible

Los Planes de Energización Rural Sostenible (PERS) nacen del reconocimiento de una problemática asociada a la expansión de la cobertura de energía eléctrica, dada las características particulares de la población que presentan altas necesidades básicas insatisfechas, baja capacidad de generación de ingreso, uso restringido o ausencia de otros servicios públicos, y bajos niveles de educación.

La Universidad Francisco de Paula Santander en convenio con el Ministerio de Energía y Minas, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), el

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas Para Zonas No Interconectadas (IPSE) y la Cancillería Colombiana, se comprometieron al desarrollo del PERS, para el departamento Norte de Santander. El PERS Norte de Santander, elaborado en el 2017 por la UFPS, recopiló la información requerida para la caracterización social, económica, de consumo de energía y de fuentes potenciales de energía renovable, en las siete subregiones en las cuales se divide el departamento Norte de Santander.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

El proyecto se justifica en la obligación contraída por la Universidad Francisco de Paula Santander en la cláusula 3.4, del convenio firmado con el ministerio de Energía y Minas, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas Para Zonas No Interconectadas (IPSE) y la Cancillería Colombiana, para la elaboración del proyecto PERS, para el Norte de Santander.

La coordinación académica del proyecto PERS determinó, en base a la información social, de consumo de energía, económica y ambiental del departamento Norte de Santander, la elaboración de un proyecto de energización sostenible, para la Institución Educativa Gibraltar, en la sede Alto Horizonte, ubicada en el municipio de Toledo, con el propósito de mejorar la calidad de la educación en zonas rurales aisladas, al posibilitar la utilización de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, si se dispone de energía eléctrica en la escuela.

Este tipo de proyectos se encuentra incluido en el plan nacional de desarrollo 2014- 2018, encuentran en el objetivo 5: Consolidar el desarrollo minero-energético para la equidad regional, numeral d: Energía eléctrica para todos

El Gobierno nacional tiene como uno de sus objetivos continuar la ampliación de la cobertura y el mejoramiento de la calidad del servicio de energía eléctrica. Para dimensionar este objetivo se debe tener presente que conforme al Plan Indicativo de Expansión de Cobertura, PIEC, elaborado por la UPME, aproximadamente 570.000 viviendas no tienen acceso a un servicio continuo

de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No interconectadas.

## 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 5.1. Descripción del problema

En Colombia, aproximadamente el 4% de la población colombiana no está conectada al sistema eléctrico nacional (PIEC, 2016-2020); esta población ocupa el 66% del territorio nacional y al desarrollarse las energías renovables para zonas alejadas o no interconectadas, esta energía es un soporte en las labores domésticas, educativas, productivas y comerciales de la población rural.

En el caso de la energía eléctrica, la tendencia regional en Latinoamérica en el sector rural se limita básicamente a la iluminación y, en un bajo promedio, al uso de electrodomésticos, a pesar del crecimiento de interconexión eléctrica que en Colombia alcanza el 80% de cobertura.

El departamento Norte de Santander, posee un gran potencial fotovoltaico caracterizado por PERS, y con valores que varían entre 3,8 a 5,6 kWh/m<sup>2</sup>/día, se encuentra que las escuelas rurales se ubican en zonas aisladas y remotas, carecen del servicio de electricidad, y no pueden utilizar en los procesos de enseñanza-aprendizaje los recursos didácticos que proveen las TIC.

Ante esta situación, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo diseñar un sistema de energía alternativa para atender la demanda de energía eléctrica de la sede Alto Horizonte, de la Institución Educativa Gibraltar?

## 6. ALCANCE

El proyecto presenta una propuesta de prefactibilidad, de la solución de suministro de energía eléctrica, para el Institución Educativa Gibraltar, ubicada en la vereda Alto Horizonte, del municipio de Toledo. La duración de la solución propuesta tiene una vida útil de 15 años.

El beneficiario principal del proyecto será la escuela, y los beneficiarios secundarios serán los estudiantes, los representantes y la comunidad adyacente a la escuela.

## 7. BENEFICIARIOS

### 7.1. Caracterización Socioeconómica (Encuestas y análisis de resultados)

#### 7.1.1. Caracterización de la Institución Educativa Gibraltar

##### 7.1.1.1. Reseña histórica

El municipio de Toledo se fundó el 19 de agosto de 1795 y fue instituido como distrito parroquial en 1822 bajo el gobierno del Libertador Simón Bolívar y según disposición ejecutiva del vicepresidente Francisco de Paula Santander. En 1858 el gobierno del Estado Soberano de Santander ordenó la extinción del distrito de Toledo y la agregación de su territorio al municipio de Labateca. Finalmente, el 22 de diciembre de 1886 bajo el gobierno del presidente Rafael Nuñez se le devolvió la condición de municipalidad a todas aquellas comunidades que habían sido despojadas de su investidura de distrito parroquial o de municipio. Esta fecha es considerada como la fecha de creación oficial del municipio.

Toledo se encuentra ubicado en la región Suroriental del departamento de Norte de Santander y se identifica mediante código de municipio 54820. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el mapa político del municipio.

*Figura 1. Mapa político del municipio de Toledo, Norte de Santander*



#### 7.1.1.2. Perfil social del municipio

El municipio de Toledo se categoriza como municipio E, según la Ley 617 de 2000 del Congreso de la República de Colombia, tiene una densidad poblacional de 11,63 personas por km<sup>2</sup>, registra un Índice de Pobreza Multidimensional de 26,6%, un Índice de Necesidades Insatisfechas a nivel urbano del 16,95% y a nivel rural de 51,01%.

Con respecto a la organización territorial, según lo reportado en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Secretaría de Planeación y Desarrollo de la Gobernación de Norte de Santander (2016), el municipio cuenta con 11 barrios urbanos, 10 corregimientos, 3 centros poblados, 87 veredas y 1 resguardo indígena.

Con respecto a la población, según las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), para el año 2017, la población total del municipio ha de ser de 17.285 personas, representado el 1,3% del departamento, con 4.509 habitantes en cabeceras municipales y 12.776 en

restos rurales. De la población del municipio, 8.384 son hombres y 8.901 son mujeres, representando aproximadamente 48,5% y 51,5% respectivamente.

### 7.1.1.3. Perfil económico del municipio

El sector primario es el principal sector económico de Toledo, su producción se basa en la producción agrícola y pecuaria. En la Tabla 2, se relaciona los principales usos del suelo para los sectores agrícolas y pecuarios, entre estos el café, la caña panelera y el plátano.

*Tabla 2. Sector primario del municipio de Toledo*

Sector primario	
Hectáreas de uso agrícolas	19.266,9
Hectáreas de uso pecuario	124.365,3
Productos agrícolas importantes	Café, caña panelera y plátano
Inventario de pastos	47.660 hectáreas

Fuente: DANE (2015), Secretaría de Desarrollo Económico Gobernorte (2016).

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observan los principales cultivos de producción agrícola, entre estos resalta la participación de cítricos y cacao con una producción de 1.700 toneladas y 72 toneladas.

*Figura 2. Producción agrícola del municipio de Toledo*

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA			
Cultivos	Nombre	Hectáreas	Producción (Tn)
Principales cultivos permanentes	Café	1.666	1.439 Tn
	Caña panelera	1.062,0	4.820,0 Tn
	Plátano	333,0	1.968,0 Tn
	Cítricos	170,0	1.700,0 Tn
	Cacao	163,0	72,0 Tn
Principales cultivos transitorios	Frijol	45,0	45,0 Tn
	Maíz	40,0	44,0 Tn
	Tomate	7,0	230,0 Tn
	Cebolla bulbo	1,5	27,0 Tn
Principales cultivos anuales	ND	ND	ND

Fuente: Fichas de caracterización socioeconómica, Toledo, PERS-Norte de Santander.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.3**, se observan los principales productos pecuarios del municipio; entre estos se resaltan: entre las especies mayores los bovinos y equinos, entre las especies medianas la apicultura y entre las especies menores los ovinos.

*Figura 3. Producción pecuaria*

PRODUCCIÓN PECUARIA		
Especies	Nombre	Inventario (Inv) Producción (Ton)
Principales especies mayores	Bovino	27502 Inv
	Equino	1435 Inv
	Mular	25 Inv
	Asnal	730 Inv
Principales especies medianas	Apicultura	2240 Lts
	Piscicultura	4,5 Tn
Principales especies menores	Porcinos	40 Inv
	Ovinos	1850 Inv
	Caprinos	415 Inv

Fuente: Fichas de caracterización socioeconómica, Toledo, PERS-Norte de Santander

#### 7.1.1.4. Caracterización ambiental del municipio de Toledo

La ubicación geográfica del municipio de Toledo, en coordenadas UTM, es  $7^{\circ}18'37''N$  y  $72^{\circ}28'59''O$ , cuenta con una temperatura promedio de  $20^{\circ}C$ , su extensión territorial según el Instituto Agustín Codazzi (IGAC) es de aproximadamente  $1479,4 \text{ km}^2$  (representando el 6,9% del área del departamento), se encuentra a 1642 metros sobre el nivel del mar (msnm) y dista 117 km lineales de la capital del departamento.

### 7.1.1.5. Caracterización de la Institución Educativa Gibraltar

#### 7.1.1.5.1. Reseña histórica

De acuerdo con los archivos, la institución fue creada por Decreto Nacional No.2499 de diciembre 5 de 1.973 mediante el artículo 35 como: “*Colegio Departamental Integrado de Gibraltar*”; en este periodo figura como rector el Sr. Juan José Salazar. Según testimonio de personas de la comunidad el plantel educativo fue cerrado en el año 1.982 por falta de alumnos.

En el año 1.987 se crea nuevamente mediante Ordenanza No. 15 del 3 de diciembre, con el nombre de *Colegio Departamental Integrado Gibraltar*, iniciando a prestar sus servicios a partir de 1.988 bajo la dirección de la Sra. Raquel Rincón Millán, y la sede se ubicaba en Barrio Nuevo.

En el año 1.991 la institución funciona en la sede de la antigua inspección de policía del municipio; en este momento ejerce como rector el Sr. Alfredo Ochoa Bastidas quien gestionó el cambio de modalidad de Académico a Agropecuario iniciando con grado sexto (6°) a partir de 1.992 modificándose su razón social a *Colegio Agrícola Departamental Gibraltar*, en este año se contó con la visita de una comisión de supervisores conformada por los Lic.s Luis Saúl Carrillo Gélvez, Luis Lirio Zúñiga Castañeda y Luis Fernando Parada Caicedo; dando aprobación a 6° hasta 1.994 mediante resolución No. 001471 del 24 de noviembre de 1.992 al igual que la licencia para iniciación de labores del grado séptimo mediante resolución NO.001525 del 24 de noviembre de 1.992, a partir de 1.993.

En el año 1993 asume el cargo de rector el Lic. Manuel Humberto Ramón Suárez; nuevamente se contó con la presencia de la comisión de supervisores integrada por José Álvaro Lizcano Sánchez, jefe de la unidad pedagógica,

Álvaro Santos Pérez y Francisco Monsalve Rivera; quienes dieron aprobación al grado sexto y séptimo mediante resolución No. 001073 del 26 de octubre de 1.993 y se concede licencia para iniciar labores del grado octavo, a partir de 1994, según resolución No.001551 del 21 de Diciembre de 1.993.

A través de una comisión de supervisores de Educación, la Secretaría de Educación concede la aprobación de los grados sexto a noveno hasta el año 2.000, según resolución 002333 de diciembre 12 de 1.995.

En noviembre de 1.997 se solicita a la Secretaría de Educación una visita de supervisores con el fin de autorizar la apertura del Grado Décimo, esta comisión integrada por los supervisores Carlos Hernández y Jesús Carrillo en noviembre de 1998 emiten concepto favorable de reconocimiento de carácter oficial al colegio y dan el visto bueno para iniciar con grado 11. Mediante Resolución No. 00538 del 18 de marzo de 1999, se autoriza ofrecer el servicio de educación formal en la media técnica, grado 10 con proyección al grado 11. Se hace reconocimiento de carácter oficial al colegio, es decir se aprueba el grado 10 de la media técnica y se autoriza ofrecer el servicio de educación formal en la media técnica grado 11.

A partir de 1.998 asume la rectoría el Lic. Ciro Alberto Peralta Galvis.

En noviembre 27 de 1998, la comisión de la Secretaría de educación integrada por los supervisores Jesús Carrillo y Carlos Hernández emite concepto favorable desde el punto de vista técnico pedagógico respecto al P.E.I de la Unidad Básica e igualmente autoriza la apertura de grado once.

En 1999 se gradúa la primera promoción de bachilleres técnicos de la institución.

En marzo 26 de 2002 según resolución No. 001068 se concede licencia de funcionamiento y autorización para otorgar el Título de Bachiller Técnico con especialidad Agrícola y Pecuaria a quienes cumplan los requisitos, bajo la dirección del Lic. Ciro Alberto Peralta Galvis. En este momento recibe el nombre de Institución Educativa Colegio Gibraltar según decreto de fusión 0880 del 30 de septiembre de 2002.

A partir del año 2002 asume la rectoría por Adscripción de funciones el Lic. Alfredo Ochoa Bastidas, según resolución No. 00812 del 01 de abril de 2002, quién presentó la renuncia a su cargo en agosto del mismo año.

En septiembre de 2002 asume la rectoría de la institución el Lic. Manuel Humberto Ramón Suárez, con adscripción de funciones según resolución No. 000726 del 10 de septiembre de 2002.

En noviembre 27 de 2003 según resolución No. 004563 se concede licencia de funcionamiento y autorización para otorgar el Título de Bachiller Técnico con especialidad Agropecuaria (Piscicultura) con el SENA por el año 2003, a quienes cumplan los requisitos, bajo la dirección del Lic. Manuel Humberto Ramón Suarez.

En el año 2004 asume como Rector de la Institución Educativa el Lic. Manuel Vicente Becerra Angarita, por encargo otorgado por el Jefe del Núcleo No. 45 por medio de Certificación con fecha de junio 11 de 2004 y ratificado por la secretaria de Educación mediante resolución No. 000706 24 de Agosto de 2004.

En noviembre de 2006 se concede Licencia de Funcionamiento y autorización para otorgar Título de Bachiller Técnico con Especialidad en Trabajador

Agrícola, a quienes cumplan los requisitos, mediante Resolución No. 001723 del 10/11/2006, bajo la dirección del Lic. Manuel Vicente Becerra Angarita.

En agosto del año 2010 bajo el decreto 000365 del 11 de agosto de 2010, asume como rector de la Institución el Ingeniero Agrónomo German Páez Franco.

En agosto de 2011 toma la rectoría el Lic. Belisario Ortega Jaimes, quien estuvo al frente hasta febrero de 2012.

En febrero de 2012 asume la rectoría el Lic. Elisain Merchán Marín, quien se desempeñó en el cargo hasta septiembre del mismo año

El 26 de septiembre de 2012 por adscripción de funciones asume el cargo de la rectoría el Esp. Alfredo Ochoa Bastidas, a quien luego le es cambiado el acto administrativo de nombramiento a Encargo según Decreto 00060 del 01 de febrero de 2013 hasta la fecha.

Mediante decreto 0880 de sep. 30 de 2002 se dio la fusión de 10 sedes; La Escuela La Colonia de Gibraltar y 09 sedes rurales.

En la actualidad la institución cuenta con 9 sedes (Santa Marta I, Santa Marta II, Alto Horizonte, Cubugón, California, Margua, Porvenir, San Pablo, Pedraza; Cerrada temporalmente), 331 estudiantes (241 sede principal y 90 en las sedes rurales), 23 docentes: 6 regidos por el estatuto docente decreto 1278; 7 por decreto el 2277, y 11 con nombramiento provisional; un directivo docente encargado y un administrativo del nivel técnico.

## 7.2. Localización del proyecto

### 7.2.1. Identificación de la I.E. Gibraltar-Sede Alto Horizonte

Para la identificación de la Institución Educativa Gibraltar, sede Alto Horizonte, se solicitó al rector encargado diligenciar el formato de Solicitud de Información para centros educativos, elaborado por el PERS-Norte de Santander. Con base en esto, se construyó la caracterización de la institución educativa.

En la Tabla 3, se presentan los datos principales de la Institución Educativa Gibraltar del municipio de Toledo. La sede Alto Horizonte se encuentra ubicada en el corregimiento Gibraltar del municipio de Toledo.

*Tabla 3. Identificación de la I.E. Gibraltar-Sede Alto Horizonte*

Nombre Institución Educativa	Gibraltar Toledo N De S
Nombre Sede Educativa	Alto Horizonte
Código DANE	254820001283
Municipio	Toledo
Corregimiento / Vereda	Gibraltar, Toledo

Fuente: Elaboración propia

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**<sup>4</sup> se presenta evidencia fotográfica de la sede Alto Horizonte, en esta se observa sus características físicas exteriores. En el anexo 1, se presentan diferentes vistas de la sede educativa.

*Figura 4. Evidencia fotográfica- sede Alto Horizonte*



Fuente: Tomada por Alfredo Ochoa Bastidas, Rector de la I.E. Gibraltar

#### 7.2.2. Información de necesidades básicas-Sede Alto Horizonte

En la Tabla 4, se presentan las necesidades básicas reportadas por la Institución Educativa. El rector de la institución reportó que como máximo acuden hasta 10 estudiantes a la sede educativa, adicionalmente, se cuenta con un salón de 45 m<sup>2</sup> .

*Tabla 4. Necesidades básicas de la sede Alto Horizonte 1- I.E. Gibraltar*

Número de estudiantes	10
Número de profesores	1
Números de administrativos	0
Número empleados servicios generales	0
Grados ofrecidos en la sede educativa	Transición a Quinto
Modelo pedagógico de la IE – Sede	Escuela nueva

---

educativa

Número de salones	1
Área total de salones	45 m
Número de laboratorios	0
Área total de laboratorios	0
Número de oficinas	0
Área total de oficinas	0
Número de espacios Programa de Alimentación Escolar - PAE	1
Área espacios Programa de Alimentación Escolar – PAE	75 m
Número de baños	2
Área de baños	6 m
Otros espacios (bodegas, archivo, salones comunales, etc.)	264 cancha múltiple
Área otros espacios	
Número de aulas de cómputo	0
Número de computadores	5
Área total del predio	1760 m
Electrodomésticos disponibles o requeridos en la IE (actuales y proyectados)	Existente portátil, video Beam

---

### 7.2.3. Organización institucional-Sede Alto Horizonte

*Tabla 5. Organización institucional de la sede Alto Horizonte*

---

¿La IE posee licencia de funcionamiento de la Secretaría de Educación Departamental? En caso de ser positiva su respuesta anexar copia de la Resolución.	La sede Principal
¿La IE posee escrituras de propiedad del predio? En caso de ser positiva su respuesta anexar copia de la escritura pública y certificado de tradición.	NO
¿Nombre del Rector/a o Director/a Rural? Anexar copia de la cédula de ciudadanía y resolución de nombramiento en el cargo.	ALFREDO OCHOA BASTIDAS
¿La IE cuenta con consejo directivo legalmente constituido? En caso de ser positiva su respuesta anexar copia del acta y/o resolución de constitución.	Sede Principal
¿La IE cuenta con consejo de padres de familia legalmente constituido? En caso de ser positiva su respuesta anexar acta y/o resolución de constitución.	
¿La IE cuenta con consejo de estudiantes legalmente constituido? En caso de ser positiva su respuesta anexar acta y/o resolución de constitución.	

---

---

¿La IE cuenta con asociación de padres de familia legalmente constituida? En caso de ser positiva su respuesta anexar acta y/o resolución de constitución.

¿La IE tiene representación en la Junta de Acción Local – JAL del corregimiento? Por favor amplíe su respuesta. Sede principal

Indique otros tipos de asociaciones que participen o apoyen a la IE en temas directivos, administrativos, académicos y/o económicos. No

¿Qué entidad o fondo cubre los servicios públicos de la IE?

¿En la IE con qué combustible cocinan actualmente los alimentos del Programa de Alimentación Escolar – PAE? Alcaldía

¿De qué forma solucionan las necesidades de iluminación en la IE? (velas, lámparas a gas, ACPM, etc.) GLP de Cilindro

¿La asociación- empresa- escuela- entidad tiene disponibilidad para cubrir los costos de operación, mantenimiento y demás aspectos relacionados con la gestión del servicio de energía? si, existe la disponibilidad de cubrir dichos costos.

#### 7.2.4. Información adicional de la I.E. Gibraltar-Sede Alto Horizonte

Tabla 6. Información adicional de la sede Alto Horizonte

---

¿La IE está ubicada en zona identificada como de riesgo o amenaza?	No
¿La IE cuenta con planos de localización georreferenciados de la sede educativa? En caso de ser positiva su respuesta anexar los planos.	No
¿La IE cuenta con planos de las edificaciones de la sede educativa? En caso de ser positiva su respuesta anexar los planos.	No
¿Cuál es la distancia máxima entre la sede educativa y las viviendas de los estudiantes? A fin de establecer el área de cobertura.	1 km
¿Qué actividades se pueden potenciar desde la IE en caso de contar con el suministro de energía? Internas y externas.	Uso de los equipos de cómputo, Nevera, TV educativa, licuadora.

---

#### 7.3. Identificación y/o georreferenciación de Beneficiarios

Los beneficiarios directos son los estudiantes de la escuela Gibraltar alto horizonte desde transición hasta quinto de primaria los cuales suman en total 10. Además de esto se tienen algunos beneficiarios indirectos como lo son la comunidad en general de la vereda alto horizonte, del municipio de Toledo, Norte de Santander principalmente los padres de familia.

La duración de la solución propuesta tiene una vida útil de 15 años.

*Tabla 7. Georreferenciación de la institución Alto Horizonte*

	Ubicación	Coordenada X	Coordenada Y
Georreferenciación de la institución	Vereda alto Horizonte, del municipio de Toledo, Norte de Santander	1211050	1274142

## 8. PARTES INTERESADAS

Tabla 8. Partes interesadas

Grupos involucrados	Problemas percibidos	Intereses	Estrategias	Acuerdos y compromisos
Estudiantes	No existe acceso a la energía eléctrica para alimentar plataformas informáticas ni herramientas de acceso a las TIC.	Obtener acceso a la energía eléctrica para el desarrollo de actividades educativas con el uso de diferentes herramientas informáticas.	Contando con el acceso a la energía eléctrica y teniendo herramientas tecnológicas,	Mejorar el rendimiento académico obteniendo altos puntajes en las pruebas de estado
Comunidad de Alto horizonte	Los jóvenes no tienen recursos para el desarrollo de sus actividades	Que la escuela cuente con acceso a recursos informáticos como computadores y tablets para	Proporcionar personal que desee capacitarse en el mantenimiento de	Brindar apoyo en los procesos de instalación y mantenimiento de las

		lo cual también debe tener acceso a la energía eléctrica.	las soluciones.	soluciones renovables.
Grupo PERS	La comunidad de Gibraltar se presenta en una zona no interconectada por lo cual el acceso a la energía se ve limitado y a su vez limita el desarrollo académico de los estudiantes de la escuela Alto Horizonte.	Brindar apoyo a la comunidad del corregimiento de Gibraltar y en especial a la escuela Alto Horizonte el acceso a la energía eléctrica a través de un proyecto de energización rural.	Diseño y ejecución de planes de un plan de energización sostenible para la escuela Alto Horizonte	Brindar una solución al problema de energización con el apoyo energías renovables a la escuela Alto horizonte
Gobierno Municipal y Departamental	El desarrollo académico del corregimiento de Gibraltar presenta un déficit de desarrollo académico el cual	Subir los índices de calidad académica y desarrollo socioeconómico de la región.	Mantener y elevar el presupuesto para la educación pública	Seguir brindando ayudas económicas y apoyo a través de programas como el

se refleja en las cifras de las  
pruebas académicas  
nacionales.

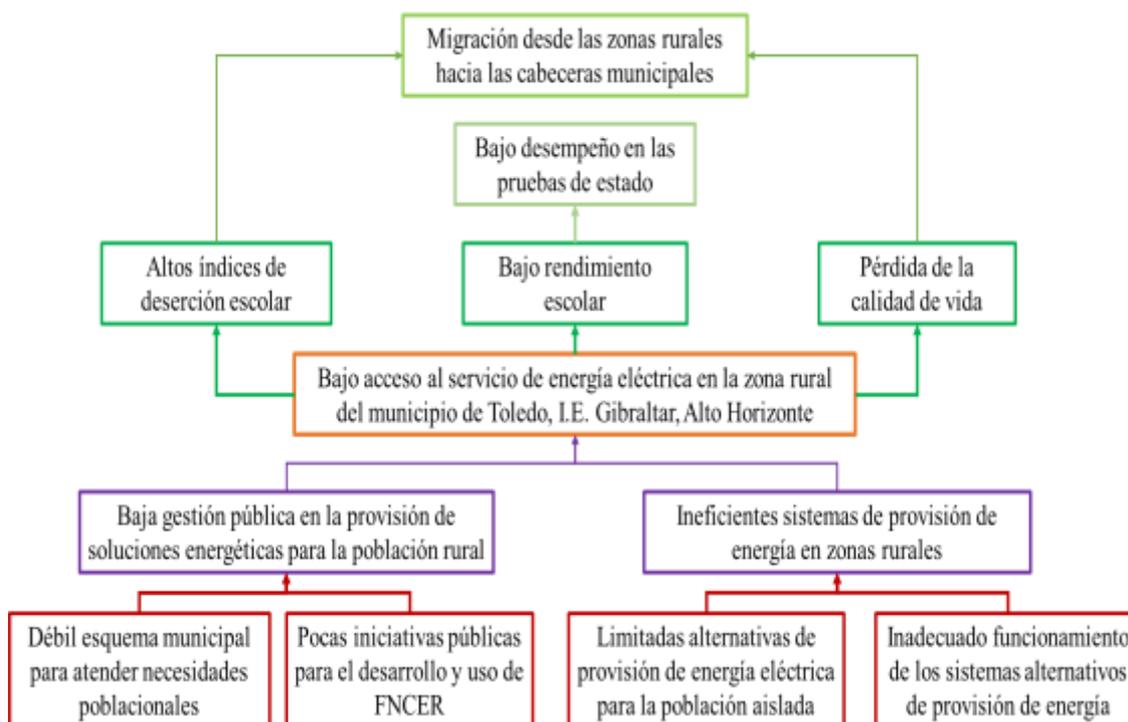
PAE

## 9. MARCO LOGICO

### 9.1. Árbol de problemas

En el análisis de problemas se identificaron las causas directas e indirectas, los efectos directos e indirectos, así como el problema central, esto se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 5. Árbol de problemas



El problema principal de la institución corresponde al limitado acceso al servicio de energía eléctrica en la zona rural del municipio de Toledo, lo cual termina limitando las alternativas de suministro de energía a las que tiene acceso la comunidad educativa.

Este problema está asociado a dos grandes causas: la baja gestión pública en la provisión de soluciones energéticas para la población rural y los deficientes sistemas de provisión de energía eléctrica en estas zonas. Con respecto a este último, las limitadas alternativas de provisión de energía eléctrica y el

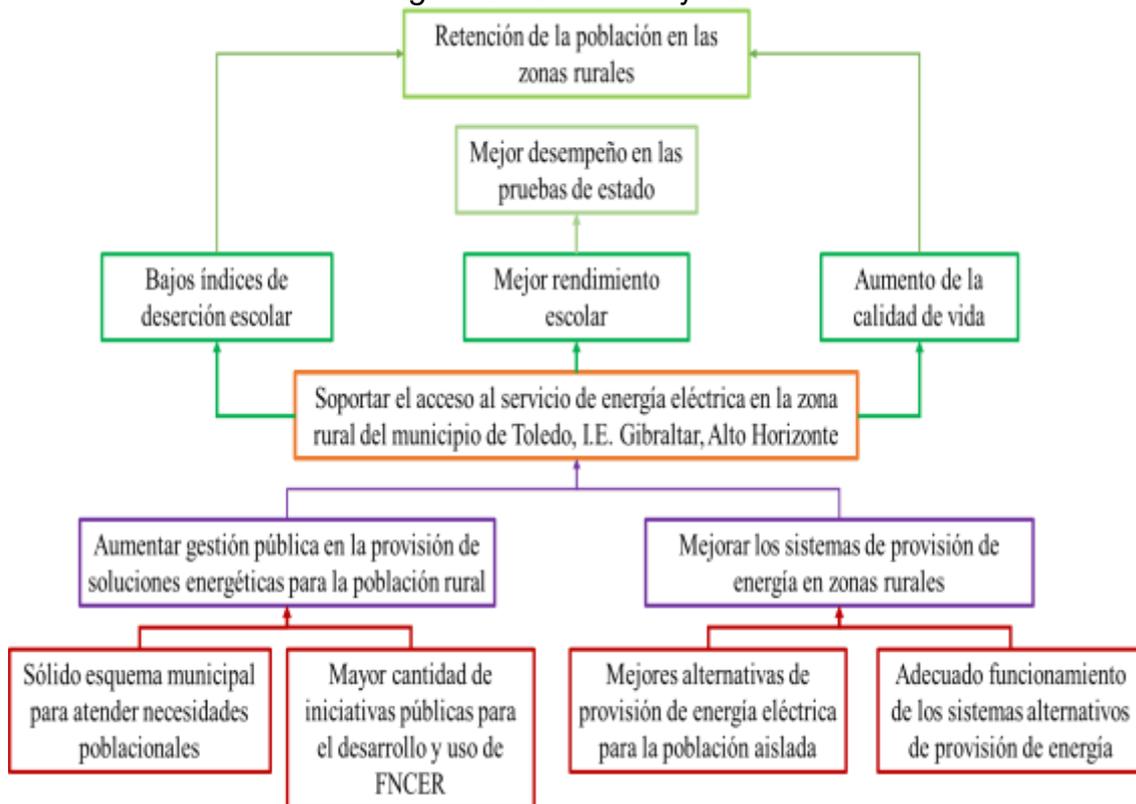
inadecuado funcionamiento de los sistemas alternativos de energía desencadenan en esta problemática.

Es en este último punto en el que se centrará el análisis del problema. La comunidad educativa ha expresado que debido a la ineficiencia en el suministro de energía eléctrica, mediante el uso de una planta de energía eléctrica a gasolina, han visto afectados la utilidad de sus recursos tecnológicos y las condiciones de operación del establecimiento, debido a fallas en la continuidad del suministro y en falta de protecciones eléctricas adecuadas, lo cual ha repercutido en aumento de gastos y dificultades en el proceso formativo.

## 9.2. Árbol de objetivos

Para el análisis de objetivos se tomó en cuenta la situación futura que se desea lograr al resolver los problemas planteados en el árbol de problemas. A continuación, se expresan el objetivo, los medios y los fines.

Figura 6. Árbol de objetivos



Con respecto al árbol de objetivos (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.6) se obtiene que el objetivo principal del proyecto se centra en aumentar el acceso al servicio de energía eléctrica para la sede educativa. En este sentido, es importante resaltar que en la formulación de este proyecto o las causas a solucionar se centran en mejorar los sistemas de provisión de energía en la sede educativa. Por lo tanto, los objetivos específicos se busca aumentar las alternativas de provisión de energía eléctrica y mejorar el funcionamiento de los sistemas de provisión de energía alternativa existentes.

### 9.3. Matriz de marco lógico

A continuación, se presenta la matriz de Marco Lógico del Proyecto.

*Tabla 9. Matriz de marco lógico*

Lógica de la intervención	Indicadores objetivamente verificables	Fuentes de verificación	Supuestos	
Objetivo General	Mejorar el sistema de provisión de energía eléctrica de la sede educativa Santa Marta I, de la I.E. Gibraltar.	La comunidad contará con un sistema de energía renovable que suministrará el 100% de energía eléctrica para la operación de la sede educativa.	-Pruebas de potencia y energía eléctrica basadas en las normas IEEE, NTC 2050 y RETIE.	
Resultados	<p>Resultado 1 (R1): Diseño del sistema de energía renovable para suministrar energía eléctrica a la sede educativa.</p> <p>Resultado 2 (R2): Implementación del sistema de energía renovable para la sede educativa.</p> <p>Resultado 3 (R3): Capacitación a los beneficiarios en el mantenimiento preventivo de los</p>	<p>-Al segundo mes del proyecto, se cuenta con las memorias de cálculo y diseño del sistema de energía renovable.</p> <p>-Al quinto mes, se habrá instalado el sistema de energía renovable y la comunidad contará con un servicio de calidad.</p> <p>-Al finalizar el proyecto la comunidad estará capacitada</p>	<p>-Memorias de cálculo y diseño del sistema de energía renovable.</p> <p>-Instalación y operación del sistema de energía renovable.</p> <p>-Encuestas de apropiación de la comunidad sobre el mantenimiento del sistema.</p>	<p>-El sistema diseñado cumple con las expectativas de demanda eléctrica por parte de la comunidad.</p> <p>-Las encuestas de apropiación permiten evidenciar fielmente los resultados de la</p>

	equipos del sistema.	para realizar actividades de mantenimiento preventivo al sistema.		capacitación.
		Presupuesto	Registro	Acontecimiento
	R1			
	A1: Cálculo de producción energética FV			El diseño será completado y contará con la memoria de cálculo que lo soporta
	A2: Cálculo de Paneles		Memorias de cálculo y diseño del sistema.	
	A3: Cálculo de banco de baterías			
Actividades	A4: Cálculo de controlador, inversor y cableado eléctrico	Treinta millones doscientos siete mil cien pesos: \$30.207.100		
	R2			
	A1: Obras preliminares de adecuación		Evidencias fotográficas comparativas de los trabajos de campo realizado.	El sistema implementado responderá a las necesidades de la comunidad dando
	A2: Instalación de estructuras de soporte			

A3: Instalación de componentes y sistemas	Informes de pruebas de funcionamiento del sistema y componentes.	cumplimiento a los requerimientos técnicos.
A4: Pruebas contra fallos		
R3		
A1: Desarrollo de la gestión social inicial ante la comunidad		La gestión social desarrollada
A2: Divulgación de la intervención del proyecto	-Actas y fotografías de gestión social.	permitirá que la comunidad se
A3: Acompañamiento social a la comunidad en el mantenimiento preventivo del sistema		apropie del proyecto y que este logre
A4: Consolidación del grupo de habitantes responsables del mantenimiento del sistema	-Actas de los auditores verificando cumplimientos	mantenerse en el tiempo.

## 10. ESTUDIO TÉCNICO

### 10.1. Estudios técnicos de ingeniería

#### 10.1.1. Consumo Energético

##### 10.1.1.1. Estimación

##### 10.1.1.1.1. Demanda energética del centro educativo

La demanda energética de la Sede Alto Horizonte, de la I.E. Gibraltar, se determinó con base en las necesidades energéticas expresadas por parte de la institución. Estas necesidades son atendidas mediante una planta de energía eléctrica a base de gasolina de potencia nominal 1 kW, se resumen las necesidades energéticas actuales y futuras (al implementar el proyecto energético).

*Tabla 10. Necesidades energéticas de la sede Alto Horizonte*

Necesidades energéticas actuales	Necesidades energéticas futuras
-Una (1) Nevera de 240 L	-Un (1) televisor
-Cinco (5) computadores portátiles	-Ocho (8) lámparas fluorescentes
-Dos (2) ventiladores	-Cinco (5) lámparas led
-Una (1) licuadora	
-Un (1) videobeam	

En la tabla 11. se presenta un resumen de los tipos y cantidad de electrodomésticos y/o equipos considerados por la institución para atender las necesidades energéticas, se relaciona la potencia eléctrica de cada uno y el número de horas de uso al día. Para estimar la demanda energética se asumió el consumo máximo al día al ser usados todos los electrodomésticos a la vez, razón por la que se suman todos los consumos energéticos.

Tabla 11. Demanda energética de la sede Alto Horizonte.

N	Electrodoméstico	Cant.	Potencia (W)	h/día	E/día (Wh/día)	días/mes	E/mes (Wh/mes)
1	Nevera 240 L	1	240	5	1200	30	36000
2	Televisor	1	100	10	1000	24	24000
3	Lámpara fluorescente	8	60	4	1920	24	46080
4	Lámpara Led	5	10	4	200	24	4800
5	Ventilador	2	40	4	320	24	7680
6	Computador portátil	5	45	6	1350	24	32400
7	Videobeam	1	280	2	560	24	13440
8	Licuadaora	1	500	0,25	125	24	3000
Consumo total					6675		167400

Con base en los datos consignados por el representante legal de la institución se obtuvo un consumo energético de 6,55 kWh/día, lo cual corresponde a un consumo máximo de 164,4 kWh/mes.

#### 10.1.1.1.2. Proyección de la demanda energética 2017-2032

Para proyectar la demanda de energía eléctrica de la sede educativa se utilizó la metodología de proyección de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) para Zonas No Interconectadas (ZNI), la cual fue utilizada en Plan de Energización Rural Sostenible (PERS) para Norte de Santander.

Con base en los cálculos de demanda energética elaborados por el Grupo de Investigación y Desarrollo en Microelectrónica Aplicada (GIDMA) para el PERS-

Norte de Santander, se obtuvo la demanda eléctrica para la Subregión Suroriental, consignada en la Tabla 12.

*Tabla 12. Demanda eléctrica de la subregión Suboriental*

Subregión	Encuestas	FEX	Población	Demanda E.E. (kWh/mes)	Básico de subsistencia (kWh/mes)
Sur Oriental	364	29,77	10.836	241,6	260,5

Fuente: Demanda energética en zonas rurales de Norte de Santander- PERS (2018)

De lo anterior se obtuvo que el consumo básico de subsistencia de la subregión es de 260,5 kWh/mes, lo cual corresponde al consumo final y máximo esperado por de los usuarios de esta subregión. Por lo tanto, se tomó como valor inicial de demanda, el consumo de 167,4 kWh/mes reportado por la institución educativa y como valor final de demanda, el consumo básico de subsistencia de la subregión suroriental.

Para aplicar la metodología de proyección de la UPME se tomaron como criterios adicionales que la población estudiantil no superará el valor máximo de estudiantes permitidos en el aula de clase y que los equipos reportados por la institución son los suficientes para atender estas necesidades. No obstante, se considera el crecimiento de la demanda de la subregión.

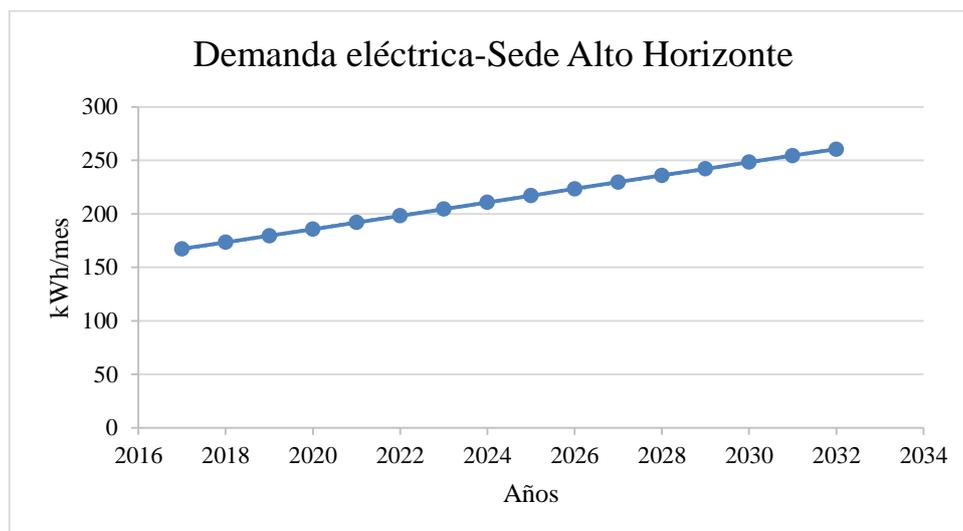
En la tabla 13, se muestran los resultados de proyección de demanda energética de la sede educativa Alto Horizonte, del 2017 al 2032, para cada uno de los años de estudio.

Tabla 13. Proyección demanda eléctrica Sede Alto Horizonte

Año	Demanda (kWh/mes)
0	167,40
1	173,45
2	179,56
3	185,73
4	191,95
5	198,21
6	204,49
7	210,80
8	217,10
9	223,41
10	229,69
11	235,95
12	242,17
13	248,34
14	254,45
15	260,50

El comportamiento de la demanda eléctrica se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en esta se evidencia que el crecimiento de la demanda se da de manera lineal y creciente a una tasa de 6,239 kWh/mes de manera anual.

Figura 7. Proyección demanda eléctrica, Sede Alto Horizonte, 2017- 2032



#### 10.1.1.2. Caracterización

##### 10.1.1.2.1. Dimensionamiento del Sistema Solar Fotovoltaico

El análisis de las diferentes ofertas energéticas alternativas de la vereda Alto Horizonte permitió concluir que la oferta energética con mayor potencial es la Energía Solar Fotovoltaica. Por lo anterior, en esta sección del documento se dan a conocer los resultados del dimensionamiento de un Sistema Solar Fotovoltaico (SSFV) que atienda un consumo máximo hasta de 265 kWh/mes, el cual corresponde al consumo máximo alcanzado por la comunidad educativa al año 2032. Con estas especificaciones, se garantiza que el SSFV logre suplir de manera holgada la demanda de energía eléctrica de la comunidad educativa.

En la tabla 14 se relacionan los datos utilizados para el dimensionamiento del SSFV. En esta se agregan los valores estimados para la eficiencia de los equipos, la demanda de energía eléctrica y se asume una potencia nominal de 310  $W_p$  (vatios-pico) para los paneles solares.

Tabla 14. Datos del sistema fotovoltaico

Variables	Sigla	Unidades	Valor
Demanda diaria de energía	$Dem_{En}$	Wh/día	6675
Demanda diaria de energía AC	$Dem_{EnAC}$	Wh/día	6675
Demanda diaria de energía DC	$Dem_{EnDC}$	Wh/día	0
Horas Pico de Sol	$HPS$	h/día	4,468
Días de autonomía	$da$	día	
Profundidad de descarga de las baterías	$DoD$	N/A	0,6
Voltaje del sistema	$V_{sist}$	V	
Eficiencia del inversor	$Ef_{inv}$	N/A	0,9
Eficiencia de las baterías	$Ef_{bat}$	N/A	0,8
Eficiencia del controlador de carga	$Ef_{cont}$	N/A	0,98
Factor de pérdidas	$F_{perd}$	N/A	0,8
Factor de pérdidas por temperatura	$F_{temp}$	N/A	0,88
Potencia del arreglo FV	$PV_{array}$	W	
Capacidad del banco de baterías	$CB$	Ah	
Capacidad diaria del banco de baterías	$cd$	Ah/día	
Potencia de los paneles	$PV_{panel}$	W	310
N° de Paneles	$N_{PV}$	N/A	

#### 10.1.1.2.2. Dimensionamiento del banco de baterías

Para el dimensionamiento del banco de baterías se determina primero la capacidad diaria de almacenamiento de energía en unidad de carga eléctrica por tiempo, en este caso amperios por hora al día. En este caso, se realiza el cálculo de la capacidad diaria del banco de baterías utilizando la ecuación 3 de

este documento y utilizando diferentes configuraciones de baterías en serie para obtener cada capacidad diaria (cd1, cd2, cd3 y cd4).

En la tabla 15 se presenta la capacidad diaria del banco de baterías para cada arreglo de baterías, los cuales van desde 12 V hasta 48 V.

*Tabla 15. Capacidad diaria del banco de baterías*

Vsist	Capacidad diaria (Ah/día)	
12	618,06	cd1
24	309,03	cd2
36	206,02	cd3
48	154,51	cd4

Con base en los resultados de la tabla 15, se debe determinar la capacidad del banco de baterías (en amperios-hora, Ah) dependiendo del número de días de autonomía requeridos para el SSFV. Se debe recordar que los días de autonomía (da, por su sigla) de un SSFV representan el número de días que el sistema puede operar de manera nominal sin poder recargar las baterías debido a condiciones ambientales o técnicas que impidan la carga de las baterías. En este caso, en la tabla 16, se muestran los resultados de los diferentes bancos de baterías requeridos.

*Tabla 16. Capacidad del banco de baterías con base en la autonomía*  
 Capacidad del Banco (Ah)

da	cd1	cd2	cd3	cd4
1	1030	515	343	258
2	2060	1030	687	515
3	3090	1545	1030	773
4	4120	2060	1373	1030

Al comparar los diferentes tipos de banco de baterías, se obtiene que la mejor combinación corresponde a la columna cd4 con dos (2) días de autonomía, la cual representa un banco de cuatro (4) baterías de 12 V conectadas en serie con capacidad nominal, cada una, de 515 Ah. El arreglo de 4 baterías en serie implica una tensión de salida del controlador de 48 V, lo cual repercute en el costo del inversor, de corriente directa a corriente alterna, toda vez que si la tensión de las baterías es baja el inversor deberá tener una alta ganancia y ello aumenta el costo del sistema.

Además, entre otros criterios técnicos, esta decisión se basa en la búsqueda de un equilibrio entre la autonomía del sistema, capacidad de operar sin recargarse; el número de baterías requeridas, a mayor número de baterías menor capacidad nominal individual; el costo de cada batería, debido a que una mayor capacidad nominal en Ah desemboca en un mayor costo de esta y la facilidad de obtener valores comerciales de baterías que suplan el diseño requerido. Asimismo, una menor capacidad nominal de las baterías implicará menor calibre de los conductores entre estas debido a que la corriente que circulará para cargar o descargar las baterías es proporcional a su capacidad.

### 10.1.1.2.3. Dimensionamiento del arreglo fotovoltaico

Para el dimensionamiento del arreglo de paneles solares, como se explicó en la sección 6.2 del documento, se escogieron paneles solares que operan a 310  $W_p$ . Esto se sustenta en que a mayor potencia nominal de los paneles solares se requerirán menor cantidad de estos para completar el arreglo. Al aplicar las ecuaciones 1 y 2 de este documento, se obtuvieron los resultados consignados en la tabla 17.

*Tabla 17. Dimensionamiento del arreglo de paneles solares*

Potencia del arreglo fotovoltaico ( $W_p$ )	2707
Número de paneles	8,73

Con base en lo anterior, se obtuvo un arreglo fotovoltaico 2790  $W_p$ , compuesto de 9 paneles solares de 310  $W_p$ . Las características eléctricas de los paneles solares se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.18.**

*Tabla 18. Características paneles solares 310  $W_p$ .*

Características	Valor
Panel solar policristalino	6x12 celdas solares
Voltaje a circuito abierto	45 V
Corriente de corto circuito	8,8 A
Voltaje en el punto de máxima potencia	37 V
Corriente en el punto de máxima potencia	8,38 A
Eficiencia pico	15,96%
Calibre del conductor de salida	12 AWG
Peso	27 kg

#### 10.1.1.2.4. Selección del controlador de carga

Para seleccionar el controlador de carga se debe recordar que la corriente máxima de entrada al controlador igual o mayor que 80 A. Por lo tanto, buscando la máxima eficiencia del sistema, se seleccionó un controlador de carga de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés).

Se selecciona un controlador de carga con seguimiento del punto de máxima potencia (Maximum Power Point Tracker, MPPT), de la marca Victron modelo MPPT 150/100, 12/24/48 V, con corriente nominal de 70 A, corriente de cortocircuito de 100 A.

#### 10.1.1.2.5. Selección del inversor

El inversor debe tener una potencia superior a 800W, entrada en CD de 48 V y una salida de CA de 120 V con una onda senoidal, debido a la carga en AC de la nevera.

### 10.1.2. Selección de alternativa

#### 10.1.2.1. Identificación de Potenciales Energéticos

##### 10.1.2.1.1. Selección de la alternativa más viable para la implementación del proyecto

Teniendo en cuenta los diferentes criterios establecidos para evaluar cada una de las alternativas, se procede a seleccionar la mejor de estas, que más se ajuste al proyecto para dar solución al objetivo principal de mejorar las condiciones de infraestructura energética de la escuela alto horizonte.

Por haber cumplido con cuatro (4) de los cinco (5) criterios que se establecieron para la selección de alternativas, los cuales son, Impacto ambiental, Impactos social, Viabilidad técnica y Sostenibilidad, la solución con nombre “Alimentación energética a través de FNCER” es seleccionada como la alternativa que llevara a cabo la solución de la problemática principal y brindara un apropiado desarrollo al objetivo principal que se presenta en este proyecto.

Debido a que las FNCER son un abanico de posibilidades de alimentación con energía renovable, como lo son la energía solar, la energía eólica, la biomasa y algunas otras, se opta por escoger a la **energía solar** como fuente principal de energía para la alimentación de la escuela alto horizonte, esto debido al alto potencial solar que presenta la zona rural y al avanzado estado de desarrollo de la energía solar fotovoltaica con lo cual se puede cubrir ampliamente la demanda de energía eléctrica de esta institución educativa.

#### 10.1.2.1.2. Análisis de alternativa

Con el fin de dar solución al problema central que habla del mejoramiento de la infraestructura energética a través de la energización de la escuela alto horizonte, se han propuesto diferentes alternativas, las cuales se mostrarán a continuación y se evaluarán, por medio de una matriz de selección.

- A. Ampliación del SIN hasta la escuela Alto horizonte.
- B. Energización a través de plantas eléctricas de gasolina
- C. Alimentación energética a través de FNCER.

Con el propósito de evaluar las alternativas, se consideran los siguientes aspectos:

- a. **Costo:** en este aspectos se analiza el valor de la ejecución de la alternativa y se emite un juicio cualitativo que puede ser Alto, medio y bajo dependiendo del mayor valor entre las opciones presentadas.
- b. **Impacto ambiental:** en este aspecto se analiza el impacto ambiental que tendría la alternativa y se compara con los otros, emitiendo juicios de alto, medio y bajo impacto, dependiendo de la alternativa que ocasione más daños al medio ambiente donde un alto impacto es la que más perjudica al medio.
- c. **Impacto social:** este aspecto considera el impacto que tiene la puesta en marcha de esta alternativa en cuanto a la parte social, pretende evaluar la penetración en la comunidad en cuanto a cambios en su cultura, conocimientos y cambios en su rutina.
- d. **Viabilidad técnica:** en este aspecto se analiza si la alternativa es técnicamente viable.
- e. **Sostenibilidad:** en este aspecto se considera si la alternativa es sostenible y por lo tanto su implementación se ve afectada con el pasar del tiempo.

A continuación, se presenta la matriz de selección en donde se resalta con una sombra verde la alternativa que presenta mayores beneficios para su implementación.

Tabla 19. Analisis de alternativas

		Alternativas		
		Ampliación del SIN	Energización con Plantas	Alimentación con FNCER
C R I T E R I O S	Costo	ALTO	BAJO	ALTO
	Impacto Ambiental	ALTO	ALTO	BAJO
	Impacto Social	BAJO	BAJO	ALTO
	Viabilidad técnica	BAJA	ALTA	ALTA
	Sostenibilidad	BAJA	BAJA	ALTA

10.1.2.1.3. Análisis del costo de la implementación de cada una de las alternativas:

La alternativa "Ampliación del SIN" requiere de un elevado costo para su implementación debido a la compra de una gran cantidad de materiales de infraestructura física, el pago de personal especializado para la ampliación de este mismo, y los costos de mantenimiento.

La alternativa "Energización con Plantas" presenta un bajo costo para su implementación debido a la economía que se presenta en la compra de la planta eléctrica y a que su instalación no requiere de una gran inversión siendo el transporte del equipo el gasto más importante; sin embargo debido a que su combustible es la gasolina y a que la escuela Balcones se presenta en una área retirada del casco urbano, el costo de este combustible se eleva y hace

que esta alternativa a largo plazo presente una inversión mayor además del costo del mantenimiento de esta misma.

La alternativa "Alimentación con FNCER" presenta un costo alto debido principalmente a la compra de materiales y equipos necesarios para su instalación, sin embargo el costo se amortigua con el tiempo debido a que esta no requiere de combustibles fósiles y su mantenimiento presenta un costo reducido

#### 10.1.2.1.4. Análisis del Impacto ambiental de cada una de las alternativas

El impacto ambiental que representa la alternativa "Ampliación del SIN" es elevado, siendo así que además de utilizar combustibles fósiles para la generación de energía (debido a que las generadoras Termotasajero 1 y 2, presentes en Norte de Santander trabajan con combustibles fósiles) el traslado de la energía desde un lugar tan alejado repercute en pérdidas las cuales incrementan el costo ambiental.

El impacto ambiental que representa la alternativa "Energización con plantas" es elevado debido a que el principal combustible para su trabajo es la gasolina, lo cual genera un alto impacto ambiental por la liberación de gases como dióxido de carbono, el óxido de nitrógeno, el monóxido de carbono y las moléculas de hidrocarburos.

El impacto ambiental que representa la alternativa "Alimentación con FNCER" es reducido, esto es debido que utiliza fuentes renovables de energía como lo son el Sol, el viento y otras cuyo potencial se considera virtualmente infinito.

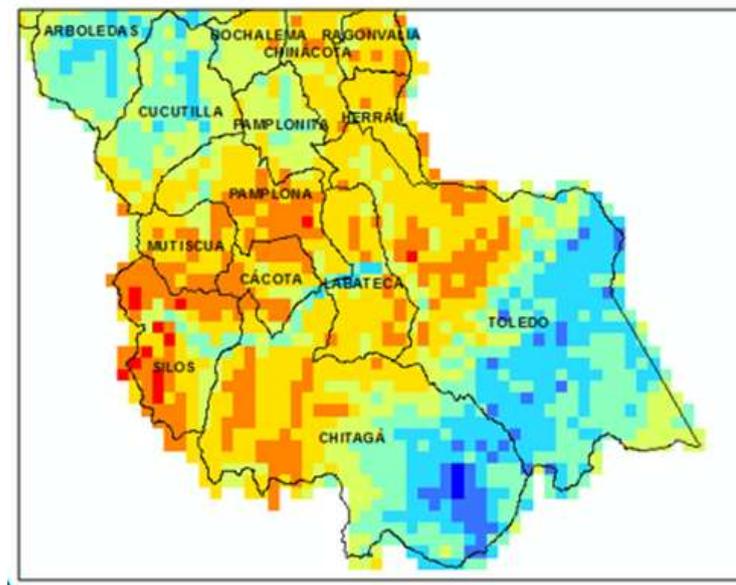
## 10.1.2.2. Descripción de Alternativas

### 10.1.2.2.1. Oferta hídrica

Norte de Santander presenta una importante oferta hídrica y una capacidad considerable para producir proyectos de índole hidráulica, desde el punto de vista general y preliminar.

De acuerdo con el mapa del Índice de Potencial Hídrico, IPH (PERS, 2018), se identifican las áreas del departamento con mayor potencial para la implementación de proyectos de generación hidroeléctrica, estas áreas corresponden a los municipios de Chitagá, Toledo, Cucutilla, Arboledas y Salazar, como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

*Figura 8. Municipios con mayor índice de potencial Hídrico*



Fuente: Oferta energética de Norte de Santander, PERS Norte de Santander (2018).

Se resalta que los municipios identificados corresponden a zonas con el mayor potencial hídrico en el departamento, pero para identificar proyectos

específicos es necesario incluir otro tipo de consideraciones, como por ejemplo aspectos ambientales y geológicos.

En el caso de la vereda Alto Horizonte, según la comunidad de la sede educativa, ninguna fuente hídrica o tipo de cuerpo de agua se encuentra cerca de las instalaciones de la institución.

Por lo tanto, con base en las recomendaciones del grupo de investigación Hydros y la información suministrada por la institución educativa, no es recomendable ni viable implementar algún tipo de Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH).

#### 10.1.2.2.2. Oferta eólica

Norte de Santander solo cuenta con tres estaciones climatológicas con registros suficientemente extensos para realizar un análisis estadístico del comportamiento del viento, con esta información disponible no es posible aplicar método alguno de interpolación geo-estadística que permita georreferenciar dicha variable, de manera que se garantice un grado de confiabilidad.

La información de viento solo es confiable cerca de las tres estaciones con registro, pero estas áreas están cerca de centro urbanos de los municipios de Cúcuta y Pamplona, lo cual no incluye al municipio de Toledo o una región aledaña. Por lo tanto, no se cuenta con la información suficiente para determinar la viabilidad de usar generadores eólicos para suministrar energía eléctrica a la sede Alto Horizonte, la I.E. Gibraltar.

#### 10.1.2.2.3. Oferta de biomasa

Según los resultados del PERS-Norte de Santander, el departamento tiene una gran cantidad de biomasa residual proveniente de actividades agrícolas y

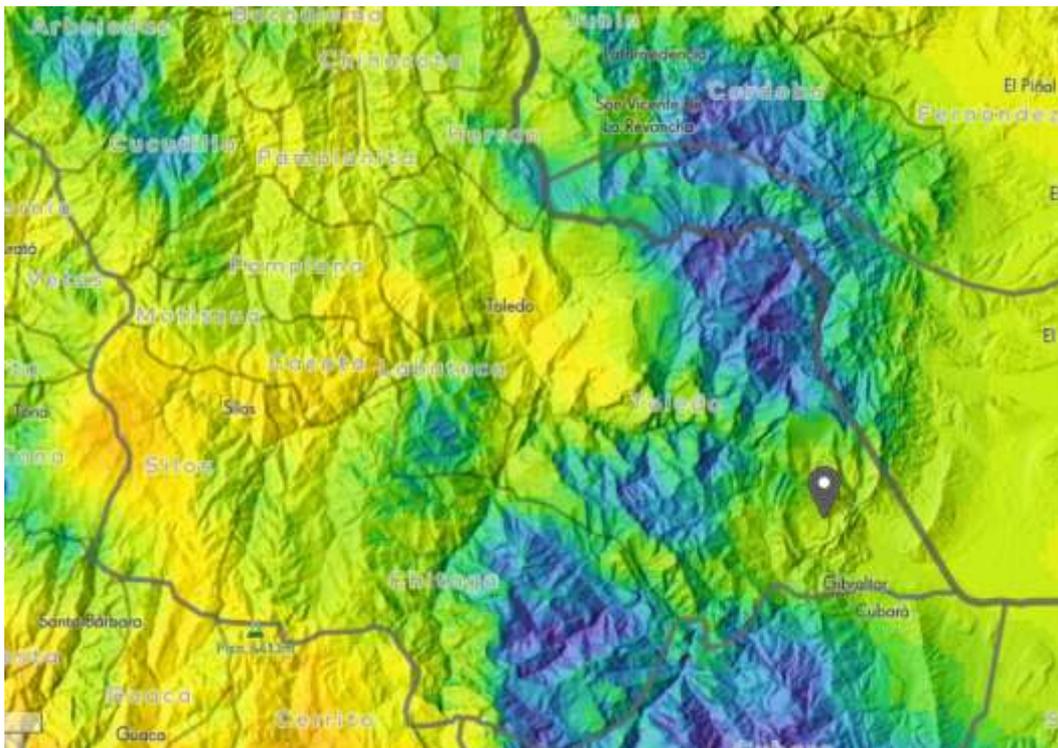
pecuarias, con un elevado potencial energético. En conjunto la biomasa que se obtiene de los cultivos seleccionados (arroz, palma de aceite, café, plátano y caña panelera) podría generar una oferta energética cercana a 284 GWh/año, mediante procesos de conversión termoquímica (gasificación) y bioquímica (digestión anaerobia).

No obstante, el municipio de Toledo no genera alguna parte representativa de la biomasa residual del departamento. Adicionalmente, los beneficiarios no evidenciaron la oferta de biomasa residual en el corregimiento de Gibraltar.

#### 10.1.2.2.4. Oferta solar fotovoltaica

Con base en los resultados del PERS-Norte de Santander se encontró que para la vereda Alto Horizonte del corregimiento Gibraltar, del municipio de Toledo, con ubicación en coordenadas UTM 7.092582, -72.166849, tiene una Insolación Solar promedio de 4,545 kWh/m<sup>2</sup>/día, lo cual corresponde, aproximadamente, a 4,5 Horas Solar Pico (HSP) de radiación

Figura 9. Mapa Radiación solar, Vereda Alto Horizonte, Toledo, Norte de Santander



## 10.2. Mercado

El nivel de escolaridad de una comunidad cercana a la institución educativa Gibraltar, sede Alto Horizonte está relacionado con el nivel de desarrollo de la misma, ya que éste permite determinar el grado de cualificación de sus integrantes que a su vez tienen un gran impacto sobre el desarrollo de las actividades productivas que se desenvuelven en dicha comunidad. Basados en esto, es necesario mejorar los niveles de escolaridad y analfabetismo los cuales afectan de manera directa la oferta de mano de obra calificada conforme lo requieran los sectores económicos del municipio.

Comprendiendo que el aumento de la infraestructura energética conlleva a una reducción de la pobreza y por lo tanto un mejoramiento en los índices socioeconómicos de la región.

Las escuela Alto Horitonte y las presentes dentro de estas regiones padecen de los mismos efectos al no contar con acceso a la electricidad y por lo cual los estudiantes presentan bajos índices de desarrollo académico, esto se ve reflejado en la escuela Alto Horizonte, municipio de Toledo, Norte de Santander.

Por esto, es conveniente la implementación de recursos que generen un gran impacto en la calidad y cobertura de la educación en el nivel de Transición, primaria y secundaria, para evitar la deserción escolar y mejorar la formación de la población de acuerdo a las potencialidades productivas del municipio; esto les permitirá aumentar los niveles de producción de los pobladores ya que con una formación mínima se pueden desarrollar ciclos de capacitación en proyectos productivos que en la actualidad no se pueden realizar por falta de infraestructura y acceso a tecnologías de la información.

Con este proyecto se pretende mejorar las condiciones de accesibilidad a nuevo conocimiento y nuevas estrategias de capacitación y formación reduciendo la brecha de desigualdad que se tiene entre las zonas rurales y los cascos urbanos. Así mismo darle herramientas para el mejoramiento continuo que le ayuden a potenciar y desarrollar sus procesos de producción.

## 11. PRESUPUESTO

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el presupuesto general del proyecto, el cual tiene un valor de \$30.207.100, incluyendo un valor del 10% del total del proyecto para solventar imprevistos.

*Tabla 20. Presupuesto general*

Descripción	Costo Total
Instalación eléctrica	\$2.300.000
Instalación fotovoltaica	\$25.161.000
Imprevistos (10%)	\$2.746.100
Total	\$30.207.100

En la Tabla 21 se describen los costos de la instalación eléctrica, la cual tiene un valor total de \$2.300.000.

*Tabla 21. Costos de la instalación eléctrica*

Descripción	Costo
Costo de materiales instalación	\$1.500.000
Costo de mano de obra instalación eléctrica	\$800.000
Total	\$2.300.000

En la tabla 22 se desglosan los gastos de equipos e instalación del sistema solar fotovoltaico con un valor de \$25.161.000.

*Tabla 22. Costos de Instalación fotovoltaica*

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Panel solar J310M	9	\$589.000	\$5.301.000
Batería de AGM 230 Ah	8	\$1.500.000	\$12.000.000
Controlador de cargar MPPT Victron 150/100	1	\$2.400.000	\$2.400.000
Inversor Victron 800 W, 24 VDC/120	1	\$760.000	\$760.000
Estructura de soporte para paneles solares	1	\$2.500.000	\$2.500.000
Transporte de los equipos	1	\$200.000	\$200.000
Mano de obra de la instalación	N.A.	\$2.000.000	\$2.000.000
Total			\$25.161.000

## 12. CRONOGRAMA

El proyecto está diseñado para ejecutarse en 12 semanas, un total de 84 días y comprende las actividades relacionadas en la Tabla 23.

Tabla 23. Cronograma de actividades

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Realizar obras preliminares												
Instalar SSFV												
Instalar cables y dispositivos de transformación de energía												
Instalaciones internas y conexión en el centro educativo												
Desarrollo de gestión social												
Desarrollo de interventoría y/o supervisión												

## 13. ANALISIS DE SOSTENIBILIDAD

13.1. Económica: Capacidad y compromisos de pago por parte de la comunidad y acceso a subsidios por parte del Estado.

La empresa prestadora de los servicios públicos de energía no define sus tarifas de forma autónoma, ya que es regulada por diferentes entidades del Estado como la Comisión de Regulación de Energía y Gas- CREG es esta quien realizan la revisión de las tarifas y reglamentan sus variaciones.

Dentro de la tarifa que pagan los usuarios en su factura, están incluidos componentes asociados a toda la operación de la infraestructura que se requiere para la prestación del servicio, así como las inversiones, el mantenimiento y los planes de expansión. También se contemplan todas las acciones necesarias para apalancar el crecimiento de los territorios donde la empresa ofrece sus servicios, así como el mantenimiento de los equipos.

Al momento de revisar la factura de servicios públicos, más allá del valor total a pagar, es importante hacer un seguimiento a la cantidad de kilovatios (kW) de energía consumidos durante el mes. Del uso que se haga de estos servicios, dependerá el valor a pagar.

Es importante tener en cuenta que los estratos socioeconómicos 5 y 6, hacen una contribución a los estratos 1, 2 y 3. El estrato 4 no subsidia ni es subsidiado. También que cada municipio cuenta con unos subsidios diferentes, lo que incide en que el costo de los servicios varíe de acuerdo con la localidad en la que se vive.

### 13.2. Social: Participación activa y apropiación de la comunidad

Las actividades del municipio de Toledo giran principalmente entorno al sector primario de la producción económica; es decir la agricultura y la ganadería. El estudio de estas actividades y de otras posibles recomendables hará más eficiente y sostenible la economía municipal, y serán parte del proceso de planeación y de ordenamiento territorial municipal.

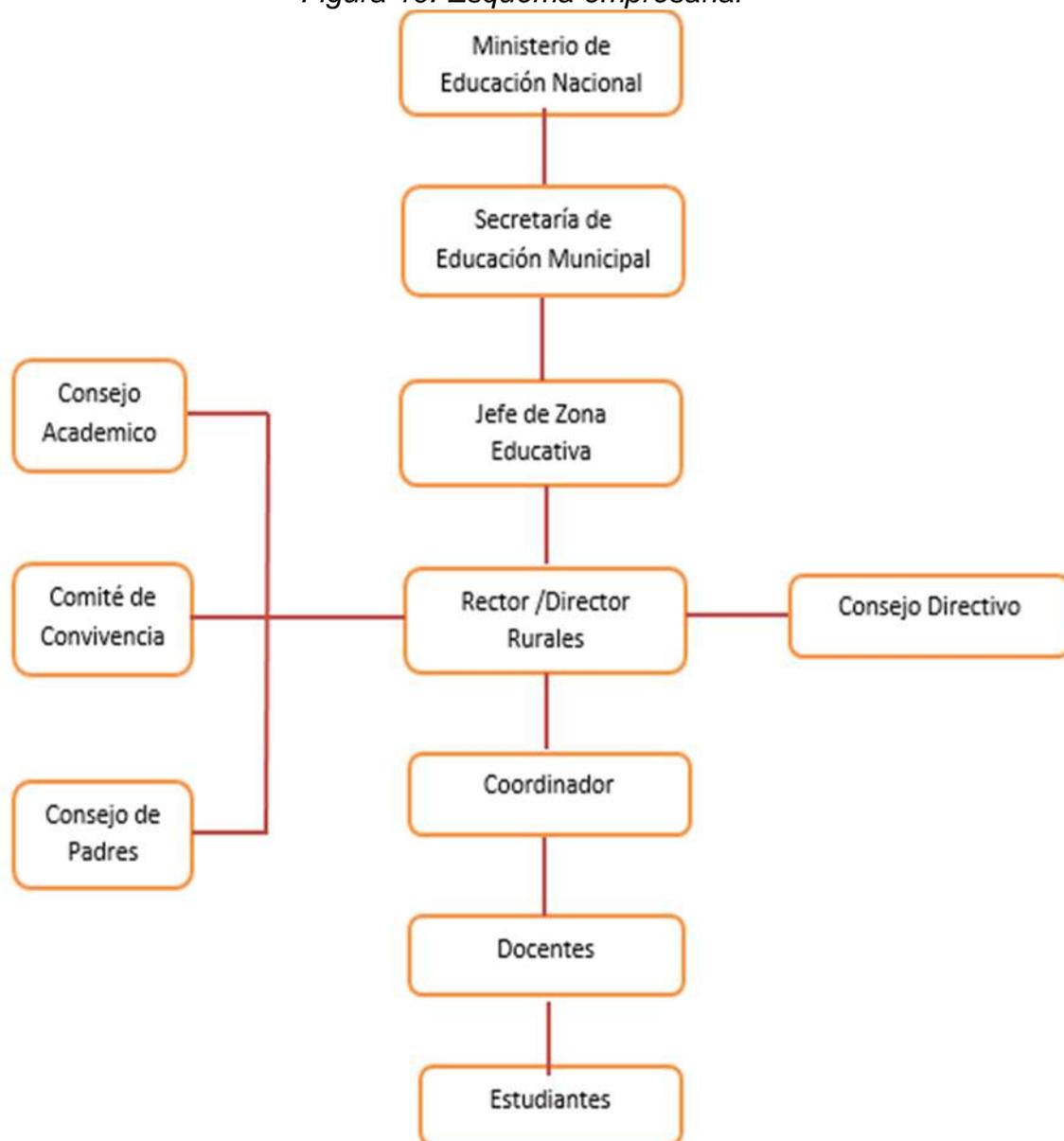
De la misma forma, el municipio de Toledo al igual que los demás municipios vecinos, posee una marcada vocación agropecuaria, ya que la mayor parte de su población se dedica a ellas, podemos decir que esta es en primera instancia la base de su economía y en segundo lugar encontramos el comercio y el transporte hacia Cúcuta, Pamplona, los centros poblados y las veredas.

El municipio ocupa un lugar estratégico en las comunicaciones terrestres entre los departamentos de Norte de Santander y Arauca, gran parte del comercio y transporte de personas entre estas dos importantes regiones se hace por medio de una vía de carácter nacional que une las dos capitales de departamento, Cúcuta y Arauca. Esta vía constituye el elemento central y principal de comunicación entre el municipio y la capital de los departamentos a con el resto del país.

## 14. ESQUEMA EMPRESARIAL

El primer ente y que encabeza el esquema empresarial de todos los colegios y escuelas en Colombia es el Ministerio de Educación Nacional, encargado de formular la política de educación nacional y fomentar el desarrollo de una educación competitiva y de calidad que genere oportunidades de progreso y prosperidad y contribuya a cerrar las brechas de inequidad, seguido por la Secretaría de Educación Nacional, el cual garantiza a la comunidad Norte Santandereana el derecho fundamental a la educación con capacidad de liderazgo y gestión participativa que potencie un capital humano competitivo. Los jefes zonales educativos son el enlace entre la Secretaría de Educación y los diferentes rectores de las instituciones rurales; los coordinadores son los encargados de supervisar la correcta aplicación de criterios de evaluación acorde con el proceso educativo de los alumnos. Detectan y analizan las necesidades que se derivan de las actividades académicas y así buscar posibles soluciones y convocan a los Coordinadores de áreas a su cargo a reuniones periódicas y constantes. El equipo docente es el encargado de enseñar a los alumnos sus conocimientos sobre los diversos temas de los cuales son especializados.

Figura 10. Esquema empresarial



## 15. ANALISIS DE RIESGOS

*Tabla 24. Analisis de riesgos*

NIVEL CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	VALORACIÓN RIESGO	CATEGORÍA	TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO CONTROL
1- Propósito objetivo principal	Se cuenta con el riesgo de que la comunidad exija requerimientos extra para la implementación del sistema solar fotovoltaico y que no haya sido expresado anteriormente	Administrativo	4 Probable	Dilatación en el desarrollo de apropiación social por parte de la comunidad acerca del proyecto eléctrico para la asociación	3	Moderado riesgo	Diseño programa de Capacitación	Diseño de un programa de capacitación y trabajo con la comunidad para tocar aquellos temas neurálgicos de modo que la comunidad entienda y comprenda el alcance del proyecto, evitando la oposición al mismo

2- Componente, (productos)	Poco apoyo por parte de los fondos nacionales para la energización de las zonas no Interconectadas.	Financiero	3 Moderado	Apoyo parcial para la financiación del proyecto fotovoltaico para la energización de la escuela rural Alto horizonte	3	Moderado riesgo	Formulación del proyecto	Formulación del proyecto en función de los requerimientos del fondo de financiación específico seleccionado para apoyar el proyecto
3- Actividad	Variación del costo de dispositivos eléctricos debido al cambio en la tasa representativa del dólar	De costos	3 Moderado	Aumento en el costo de dispositivos y modificación de presupuesto	2	Menor riesgo	Aumento de presupuesto en los costos de imprevistos	-Incremento de los imprevistos -Solicitar cotizaciones con valores congelados a 6 meses

Terrenos irregulares que requieran adecuaciones extra para la instalación de los equipos eléctricos cerca a la escuela.	Operacionales	3 Moderado	Diseño o adecuación de estructuras extra para la instalación de los equipos eléctricos como paneles solares y Bancos de baterías.	2	Menor riesgo	Diseño de estructuras versátiles	Diseño de estructuras de soporte con la capacidad de adecuarse a Diferentes tipos de terreno.
---	---------------	------------	---	---	--------------	----------------------------------	---

---

## 16. ANEXOS

### 16.1. Anexo 1. Evidencia fotográfica de la Sede Alto Horizonte-Institución Educativa Gibraltar

*Figura 11. Vista frontal de la sede Alto Horizonte. I. E. Gibraltar*



*Figura 12. Vista lateral derecha de la sede Alto Horizonte*

