

Estudio técnico y financiero, para la instalación de un sistema de energía limpia en un centro educativo regional del municipio de Tibú.

Technical and financial study for the installation of a clean energy system in a rural educational center of the municipality of tibú.

^aMónica Gisela Real Capacho, ^bFrancisco Raúl Arencibia Pardo, ^cBelisario Peña Rodríguez

^a Maestrante, Universidad de Pamplona

Correo electrónico: monica.real@unipamplona.edu.co

^b Maestrante, Universidad de Pamplona

Correo electrónico: francisco.arencibia@unipamplona.edu.co

^c Maestrante, Universidad de Pamplona

Correo electrónico: belisariop60@gmail.com

Forma de citar: M.G. Real-Capacho, F.R. Arencibia-Pardo, B. Peña-Rodríguez, Estudio Técnico y Financiero para la Instalación de un Sistema de Energía Limpia en un Centro Educativo Regional del Municipio de Tibú, Mundo Fesc, vol 11, no S6, pp. 498-515,2021

Resumen

La presente investigación, muestra una perspectiva local nortesantandereana frente a la creciente necesidad de conservación medioambiental, así como el reconocimiento y desarrollo de los entornos rurales vulnerables. El propósito principal en el estudio es brindar un diseño industrial de un sistema fotovoltaico que pueda beneficiar en primera instancia, a un Centro Educativo Rural del municipio de Tibú, Colombia.

Teóricamente, enfatiza en los mecanismos industriales y tecnológicos en torno al desarrollo de las energías limpias, la conservación del ambiente y la optimización en el uso de los recursos naturales. Complementariamente, se abordan aspectos como el desarrollo humano, desarrollo rural, inclusión y equidad social. Los resultados del trabajo pretenden demostrar que es latente la perspectiva del acceso a energías limpias, en estos territorios relegados y aislados en su propia necesidad.

Este tipo de interposiciones, por tanto, visibilizan, apoyan y fundamentan acciones de crecimiento económico y social.

Palabras clave: Sistema fotovoltaico, Desarrollo Rural, Energías limpias.

Autor para correspondencia:

*Correo electrónico: monica.real@unipamplona.edu.co



Abstract

This research shows a local perspective from Norte Santander in the face of the growing need for environmental conservation, as well as the recognition and development of vulnerable rural environments. The main purpose of the study is to provide an industrial design of a photovoltaic system that can benefit in the first instance, a Rural Educational Center in the municipality of Tibú, Colombia. In addition, aspects such as human development, rural development, inclusion and social equity are addressed. The results of the work aim to demonstrate that the perspective of access to clean energy is latent, in these relegated and isolated territories in their own need.

This type of interposition, therefore, makes visible, supports and bases actions of economic and social growth.

Keywords: Photovoltaic System, Rural Development, Clean Energy.

Introducción

Las energías limpias y su aprovechamiento, presentan múltiples beneficios en comparación con las energías fósiles no renovables. A diferencia de las fósiles, las mismas son económicas, no exponen la atmósfera a los gases de efecto invernadero y disminuyen el uso y explotación de los recursos naturales [1].

Con base en los esfuerzos mundiales por el mantenimiento, cuidado y preservación del medioambiente, surge la imperiosa necesidad de replantear la manera en que se consumen los servicios energéticos.

En el interior de Latinoamérica, Colombia se enorgullece por sus reservas solares, acuíferas y eólicas, sin embargo, el país ostenta el décimo lugar en el aprovechamiento de sus fuentes energéticas naturales [2].

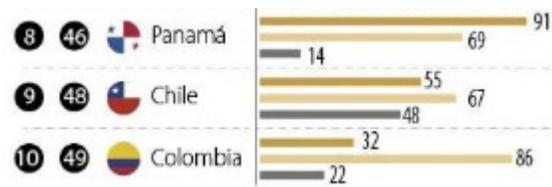
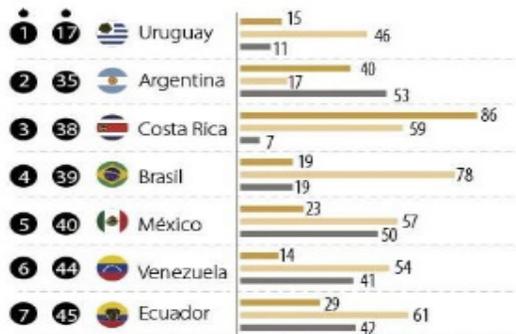


Fig. 1. Ranking de Colombia por el aprovechamiento de sus recursos naturales en la producción de energía sostenible. (LR.2020).

No obstante, la transición energética actualmente ocupa uno de los principales objetivos a cometer. La Ley 1715, emitida en el 2014, concentra al Gobierno de Colombia en implementar fuentes no convencionales de electricidad, al igual que instauró la bonificación de los excedentes energéticos producto de la producción de energías limpias [3].



Fig. 2. Más de 50 proyectos de energías alternativas se prevén para 2022. (energiahoy.com.2020).

La región de Norte de Santander posee potencialidades para el desarrollo de la hidroenergía, utilizar sus capacidades

solares y la biomasa [4]. Estos índices favorecerían a varios sectores de la sociedad regional, entre los que se encuentra el educativo. Dentro del mismo, uno de los más necesitados, corresponde a los Centros de Educación Regional (CER).

Las malas condiciones energéticas, resultando en un deficitario uso en las tecnologías digitales, disminuye la eficacia de la enseñanza rural regional. Aunque los niños y adolescentes concluyan su formación escolar, la calidad resulta significativamente menor a la de los colegios urbanos. [5].

Por demás, el departamento Norte de Santander ha sido el epicentro de múltiples conflictos, al colocarse en un epicentro fronterizo donde todas las problemáticas socioculturales se han agudizado. En este sentido, es comprensible que las zonas rurales se hayan visto desprotegidas, derivando al estancamiento de una zona altamente productiva y con grandes potencialidades en aportar, desde sus diferentes roles, a la construcción de una sociedad más competitiva y equitativa.

II. ANTECEDENTES.

En el sector rural existe una gran brecha en cuanto al desarrollo y la calidad de vida de sus habitantes. Una muestra de ello se relaciona con el uso de combustibles y recursos energéticos convencionales como la gasolina y la energía eléctrica a través de cables. En muchos otros casos, los procedimientos son mucho más rudimentarios como las cocinas a leña o simplemente con cuentan con un fluido energético que les permita acceder a la tecnología u

otros elementos de vanguardia.

El uso de métodos centrados en el uso de insumos no renovables, genera índices de riesgo para el medio ambiente. Ello deriva en la contaminación del aire, el efecto invernadero, producción de dióxido de carbono y deforestación; no obstante, no se detienen allí, dado que los efectos nocivos para la salud también están presentes al contribuir al desarrollo de afecciones respiratorias y cutáneas, entre otras [6].

Inicialmente, se ha volcado la mirada al sector rural, por lo que el 85% de los encuestados se desempeñan en esta zona. La fidelidad de la información, versa en el conocimiento de primera mano sobre las problemáticas y necesidades de cada una de las subregiones en las cuales interactúan.

El panorama permanece invariable. A pesar de los discursos y esfuerzos por la transición energética, son muy pocas las acciones que se ven materializadas en este aspecto y la percepción del diagnóstico son bastante similares a los hechos descritos.

De los consultados, el 85% no conoce, ni ha escuchado algún intento por cambiar la manera en que se viene presentando el servicio energético. Sin embargo, hay que reconocer que la energía solar puede ser un recurso llamativa (85%) y lo consideran con un nivel de impacto elevado (71%) con miras a la protección del ambiente y de los recursos naturales de la zona. No obstante, las encuestas reflejan que uno de los principales obstáculos (100%) puede ser el costo de estas alternativas.

En este orden de ideas, diversos trabajos se han desarrollado en diferentes

contextos con un objetivo muy similar al del presente estudio. En el año 2022 Martínez y Mora [7] diseñaron un sistema energético domiciliario a través de Datasheet y el simulado PVsyst, teniendo como resultado un alto rendimiento operativo del sistema. Otros autores [8], destacaron la importancia de la energía solar con miras a disminuir los efectos de los combustibles fósiles en el planeta y el favorecimiento del uso de energías limpias. A su vez, desarrollaron un sistema energético alternativo manteniendo una alimentación eléctrica de 12 V, resaltando una vez más la importancia, efectividad y necesidad de generar una transición efectiva en esta materia.

El territorio colombiano no ha sido ajeno a estas prácticas innovadoras. Diferentes especialistas han replicado estas experiencias del exterior y otros territorios de Colombia, para establecer en contextos difíciles mecanismos energéticos que coadyuven en el desarrollo de las rutinas diarias, del abastecimiento energético, de la reducción de gastos y claro está, apoyando la conservación de los recursos naturales [9].

Actualmente, el desarrollo tecnológico ha permitido que estos sistemas fotovoltaicos tengan una capacidad operativa óptima para un hogar común y aumentando de forma recurrente su potencial. Son muchos los países que han adelantado la instalación de estas nuevas estrategias de generación desde Asia hasta América Latina. En Colombia, además del potencial energético, se han establecido una gran cantidad de recursos a través del ministerio de minas y energía,

Ministerio de Ciencias y las entidades territoriales para avanzar en esta apuesta sobre las energías limpias.

En el espacio colombiano se cuenta con los requisitos mínimos para brindar soluciones a los problemas de energía y el mantenimiento de la misma en un gran porcentaje de territorio nacional.

Teniendo en perspectiva lo expresado hasta el momento, es necesario reconocer el panorama nacional, en torno a la ruralidad, la educación y especialmente el suministro de energía.

COLOMBIA RURAL, EDUCACIÓN Y ENERGÍA.

Contexto rural.

Desde una perspectiva geográfica, el hábitat rural se caracteriza por ser un espacio geográfico en el cual confluyen una población, actividad económica y desarrollo sociocultural en asentamiento específico. Una de las características más importantes es el ambiente natural, prístino y tradicional, que enmarca todas las interacciones humanas y sus actividades productivas. Generalmente, el sector primario de producción al generar insumos o materias primas directamente de la tierra [10].

Socialmente, el tejido de la sociedad rural está determinado por sus actividades económicas como la siembra, la transformación de materiales, bioenergía, Pymes, pesca, ganadería, entre otros. No obstante, últimamente están incursionando nuevas estrategias comerciales como el ecoturismo y la generación de energía alternativa a través de diversos mecanismos y sistemas.

El país, en su diversidad y contextos tiende a reagrupar las actividades de desarrollo económico a través de modelos cuyo protagonismo lo lleva la ruralidad [11]. Por ende, es importante no solo la concepción de habitar el entorno natural, sino de acercar allí los mecanismos que permitan desarrollarlo y potenciarlo de una manera eficiente, respetuosa y responsable.

Desarrollo actual del ámbito rural.

Sin lugar a dudar, el desarrollo rural ha sido una materia que ha quedado suspendida en el tiempo a pesar de los esfuerzos de las diferentes administraciones gubernamentales. Pensar en lo rural, es abordar no solamente la parte ambiental y productiva, sino reconocer los múltiples factores que confluyen en la interacción y el acercamiento de los habitantes con sus respectivas acciones.

Ello deriva proporcionalmente en la calidad de vida y el acceso a innumerables recursos de la población rural. Algunos pensadores actuales defienden que el desarrollo de las actividades personales y la percepción de calidad de vida de la gente.

Del mismo modo, la tecnología también ha llegado para quedarse, apoyar el crecimiento y la productividad del sector campesino. La modernización y el ritmo de la globalización han obligado al sector rural a dar pasos agigantados para mantenerse a la vanguardia de los retos mundiales, impactando en el crecimiento económico de las familias del campo, el acceso y la cobertura de los servicios básicos y la inclusión efectiva como contexto primordial

dentro del desarrollo de la nación.

Esta concepción de desarrollo está específicamente centrada en un sector determinado de la sociedad, por lo cual se ha reproducido erróneamente el concepto de economía dual. Para precisar mejor, esta percepción se malinterpreta y de cierta manera atribuye al sector rural una subvaloración de los procesos al relacionarlos con lo tradicionalista, atrasado o inferiormente estratificado [12].

Ello indica que el desarrollo del entorno rural no debe ser solo tecnológico, sino que debe imbricar una serie de aspectos y pensamientos que desencadenen paulatinamente en la recuperación de la dignidad y el valor que realmente posee el contexto campesino. Claro está, debe partir desde las políticas públicas y privadas, quienes al voltear la mirada a este sector puedan propiciar acciones que detonen procesos económicos, socioculturales y ambientales orientados a la transformación de los métodos de producción, conservación, producción y adaptación con las nuevas tendencias mundiales.

Lo expresado anteriormente, conlleva la construcción de oportunidades para que los habitantes del sector rural permanezcan en sus tierras, mejoren sus condiciones de calidad de vida y de esta manera se cierren las brechas de desigualdad. En cifras, la ruralidad en el territorio colombiano evidencia que los niveles de pobreza muchas veces alcanzan el 70%.

Es prácticamente obligatorio, por tanto, iniciar nuevas estrategias que propendan la igualdad y la estabilización de la comunidad rural de forma económica

y como sociedad. De igual manera, se han establecido unas políticas a corto plazo que buscan potenciar el desarrollo del entorno rural a través de la distribución equitativa de tierras productivas, el uso apropiado de los suelos y fortalecer los sistemas vitales del campo, claramente entre ellos la energía eléctrica.

}

Lo anterior puede significar un cambio sustancial para todos los habitantes del sector rural; no obstante, las características sociales en Colombia hacen que todos estos esfuerzos también queden muchas veces inocuos como consecuencia del conflicto interno [13].

Es justificable, divisar un desarrollo que impacte la región y especialmente a las comunidades olvidadas a través de todos los mecanismos posibles. La tecnología puede ser la puerta para que lleguen todas las demás acciones que alivien en gran medida las necesidades del agro colombiano y a partir de allí, cimentar el desarrollo de la nación como potencia.

Desarrollo energético rural.

Resulta notable que más del 50 % del sector rural en Colombia se encuentra inmerso en una brecha social significativa. El desaprovechamiento de los recursos naturales ha impactado nocivamente en el desarrollo, no tan solo nacional, sino también de las naciones, destacando la atención especial que el agro requiere.

Actualmente, nuevas tendencias se han volcado hacia el campo y su desarrollo, aprovechamiento, tecnificación y equilibrio de la calidad de vida. Todo

ello se aborda como una estrategia que potencie las agroindustrias y la producción de primer nivel [14].

El sector energético no se encuentra aislado de este proceso; al contrario, está ligado a los esfuerzos de renovación de la producción de energía y la conservación del medio ambiente. Por esta razón, los estudios que se han desarrollado desde todas las esferas posibles como la economía, geografía, política y tecnológica han abordado la energía fotovoltaica como un punto de referencia.

Los sistemas de generación eléctrica han avanzado de forma importante especialmente en el sector campesino a nivel mundial y así mismo en Colombia. Esto permite percibir que en la actualidad es un recurso energético que es cada vez más tenido en cuenta y adoptado gracias a las bondades comprobadas, especialmente desde el plano económico y el desarrollo de la ruralidad.

La energía fotovoltaica es uno de los grandes retos que tienen las diferentes disciplinas y ciencias de la vida en beneficio del ser humano de la manera más altruista posible. Claro está, que también es necesario tener una visión integradora, pues no se trata solamente de la conservación de la vida y el desenvolvimiento del hombre, sino de la coexistencia en el planeta como un ecosistema [15].

En este sentido, la intención primordial es la de aprovechar las ondas electromagnéticas captadas de la luz solar a través de los paneles solares. La transformación de esta energía y su aplicación en las zonas rurales impacta

positivamente en la calidad de vida de las personas y en los recursos que pueden aprovechar como sistemas hídricos, de iluminación, salud, educación, diversión y alimentación [16].

Algunas experiencias piloto han permitido identificar que gracias a la adecuación de estos mecanismos de apoyo energético se han desarrollado actividades novedosas en beneficio de las comunidades rurales, contribuyendo al establecimiento de acciones de producción y transformación de la materia prima. Esto indica que profesiones poco convencionales en el campo como la carpintería o las artesanías se han potenciado teniendo en cuenta el suministro eléctrico de las herramientas.

El impulso de un solo sistema como el eléctrico, permite desarrollar nuevas actividades económicas y sociales que fortalecen la consolidación de la sociedad rural y el aumento de sus condiciones [17]. No es una novedad, pero no hay acciones.

IV- METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Objetivo general.

Plantear un estudio técnico y de factibilidad para la instalación de un sistema de energía limpia en un CER del municipio de Tibú.

Específicos.

1. Identificar las características de la zona de influencia y las condiciones necesarias que posibiliten la instalación de un sistema fotovoltaico.

2. Diseñar un estudio de factibilidad para la instalación del sistema fotovoltaico en la sede del CER que pueda apoyar las necesidades básicas para los estudiantes.

3. Plantear recomendaciones para el desarrollo social, económico y cultural de la zona partiendo de la implementación de proyectos que impulsen y visibilicen la comunidad.

El enfoque de esta investigación es de carácter mixto, dado que es apropiado para estudiar, analizar y comparar la información que se ha recolectado en el proceso investigativo. Por tal razón, se emplean estos datos recolectados con el fin de originar conclusiones o información estadística, numérica y cuantificable en torno a las hipótesis, teorías o fenómenos que se han identificado, para poder establecer la descripción y reflexión en torno a los datos concretados.

De igual manera, también sobresale un carácter comprobatorio de cada una de las etapas que se han establecido y a partir de allí se pueden tomar decisiones que permitan adaptar el trabajo.

Método de la investigación

De acuerdo con los objetivos propuestos, para establecer la viabilidad de instalación de un sistema de energía fotovoltaica se ha adoptado un diseño no experimental-transversal. Se persiguen las nociones establecidas en el desarrollo de las actividades de planeación y ejecución del mismo, pues se recopila información directamente del entorno investigativo sin alterar las variables y centrándose especialmente

en la observación y análisis de los fenómenos y los datos.

El alcance de la presente investigación, estará enmarcada en el ámbito descriptivo, teniendo en cuenta que es un piloto para un posterior análisis y ejecución en otro proyecto. Aunado a la construcción de fundamento teórico y de experiencias que favorezcan herramientas a quienes tengan pensado replicar de alguna manera estas actividades en beneficio del medio ambiente y de las sociedades.

Técnicas de recolección de información.

Dentro del proceso investigativo se han tenido en cuenta las técnicas como la observación directa, puesto que a partir de allí se obtuvo una percepción propia directa y original de la situación en que se encuentra la escuela, las posibilidades de instalación y también la aceptación de la comunidad en torno al estudio desarrollado. También, la aplicación de entrevistas que permitan corroborar de primera mano el pensamiento y el sentir de los participantes de la investigación desde diversos puntos de vista.

Finalmente, el uso de software y las visitas de campo, en donde se efectuaron los análisis necesarios para la ejecución de las etapas de la investigación [18].

Análisis de la información por etapas.

Etapas 1: Recolección de información, consulta bibliográfica y diagnóstico.

Etapas 2: Identificación de la necesidad,

cotización y verificación de condiciones.

Etapas 3: Análisis de viabilidad.

Tabla I. Variables de análisis

DIMENSIÓN	TEMA PRINCIPAL	INDICADOR
Social	Equidad	Oportunidades para el sector rural
	Servicios básicos	Acceso a iluminación y dispositivos
	Calidad de vida	Conservación de alimentos y confort
Ambiental	Cambio climático	Reducción del uso y explotación de RNR
	Calidad del agua y tierra	Conservación de los recursos naturales
	Huella de carbono	Energías limpias
Económico	Dependencia económica	Actividades laborales con prácticas complicadas
	Costos	Instalación, mantenimiento y pago mensual
	Usos	Actividades económicas diferentes.

DESARROLLO DEL ESTUDIO.

Apoyo tecnológico.

Para el desarrollo técnico del presente estudio se ha empleado el software gratuito de diseño de iluminación arquitectónica denominado Dialux Evo. Esta herramienta es ampliamente empleada en recrear espacios interiores y exteriores con una proyección de sus sistemas de iluminación [19].

El principal objetivo es dar un soporte en cuanto a la simulación y especialmente el cálculo de la distribución de la iluminación en diversos espacios

en cuanto a cantidad, ubicación, intensidad, recursos y otros aspectos que se integran en la conformación de estos sistemas. Además, un aspecto valioso es la posibilidad de poder modelar en tercera dimensión los proyectos y así tener una visualización prototipo de los espacios para, a partir de allí, reflexionar sobre el rendimiento y estética de los diseños.

Entre las condiciones que se pueden evaluar están los índices de iluminancia, eficiencia, proyección, uniformidad, alcance, deslumbramiento, mantenimiento, entre otras métricas. Gráficamente, se pueden observar algunos ejemplos a continuación.

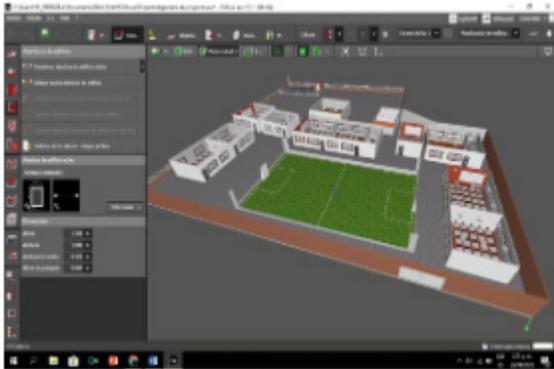


Fig. 3. Panorámica de la sede. (elaboración propia.2021).

Reuniendo lo anterior, es posible detallar las funciones del software y cuáles fueron especialmente empleadas en el desarrollo de este estudio.

Simulación y visualización: permitió realizar una simulación y posterior visualización del diseño y distribución de la iluminación en el Centro Educativo Rural. Partiendo de allí, se modeló el proyecto y se agregaron diversos ajustes virtuales teniendo en cuenta los diferentes parámetros. Esto permitió tener una

perspectiva realista de cómo se podrían renovar los sistemas de iluminación en la sede.

Cálculos: con base en los ejercicios realizados se proyectó un cálculo muy preciso sobre los aspectos de la iluminación, como la cantidad de iluminancia, uniformidad de acuerdo con las necesidades del entorno. Todo ello, con la intención de garantizar un funcionamiento óptimo para las actividades académicas que se van a realizar al interior del CER.

Elección de materiales: el aplicativo brindó la posibilidad de identificar en un amplio inventario de materiales que se emplean, además de diversas marcas. Allí, se pudo explorar y definir cuáles fueron las mejores opciones para el proyecto.

La información que se encontró allí fue bien detallada en cuanto a las características técnicas de cada uno de los elementos para tener plena conciencia y poder cumplir con los requerimientos.

Performance: con base en la información recolectada, se realizó una evaluación de funcionamiento energético de todos los sistemas de iluminación en pleno funcionamiento. Gracias a ello, se efectuaron análisis comparativos, se propusieron soluciones ante la necesidad del consumo energético en contraste con los cálculos esperados. Ello ayudó a generar determinación en función de los estándares establecidos y la finalidad del proyecto en cuanto a la reducción del consumo y costo de energía.

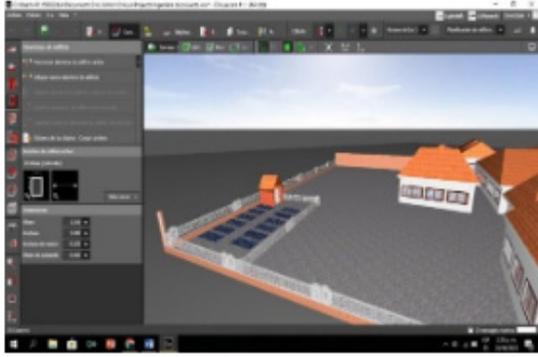


Fig. 4. Localización del sistema energético. (elaboración propia.2021).



Fig. 5. Plano de la sede. (elaboración propia.2021).

Tomando como base el desarrollo ingenieril del estudio, se proyectó la siguiente información:

Tabla II. Proyección financiera del proyecto

Item	Cantidad	Valor	Valor total
Paneles solares 545W	12	1400000	5600000
Regulador	1	250000	250000
Inversor controlador híbrido 3000 W 24V	2	2,904,121	5808242
Bateria 250 AMP 12V	4	2,394,000	2,394,000
Cables y otros	1	500000	500000
Instalación y verificación	1	1500000	1500000
Transportes	1	500000	500000
		TOTAL	16552240

Es importante tener presente el contexto y estado del progreso social de la población, con el fin de poder establecer y dibujar un panorama del espacio en el cual se aplicó la investigación, sus habitantes y sus características propias. Por tanto, se ubican en este apartado, algunos elementos que atañen precisamente a los aspectos más relevantes de la población.

Desde la perspectiva nacional.

De acuerdo con los instrumentos de medición nacional, el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales [20], ofrece una caracterización de la población a través del estudio de sus condiciones de vida en los diferentes contextos. Allí podemos observar información sobre aspectos de estratificación social y capacidad económica, lo cual favorece un primer acercamiento con las particularidades de los habitantes de la vereda, generando estadísticamente la concepción de un nivel de calidad de vida, además del estado en que se encuentra la vivienda, el nivel de formación y el desempeño laboral de los habitantes del sector, entre otros.

En concordancia con lo anterior, se evidencia que la clasificación de estrato social de los habitantes de la vereda Campo Giles se clasifica en un nivel bajo teniendo en cuenta que son habitantes del sector rural y su capacidad económica se percibe de acuerdo con las cantidades y propiedades de la producción agrícola que desempeñan. Esto indica que las condiciones sociales en las cuales se mueven las dinámicas de la población, se enmarcan en una zona de recursos limitados y carencias

de algunos elementos básicos para el desarrollo adecuado de una vida con estándares aceptables.

No obstante, la parte baja de la vereda se encuentra más avanzada, teniendo en cuenta aspectos especialmente de infraestructura. Al encontrarse con una vía de acceso al municipio y con una cercanía al mismo, se han encontrado facilidades para el desarrollo y la adaptación de las viviendas a las necesidades.

Servicios básicos

En el estudio de las características sociodemográficas de la población, se tiene en cuenta el acceso a los servicios básicos de cada una de las familias. Conceptualmente, los servicios públicos tienen una estrecha relación con las nociones de calidad de vida de los habitantes, el desarrollo de la comunidad y la convivencia en sociedad. Es por ello que hacen parte importante de los índices de progreso y consolidación de los diferentes contextos.

Desde un punto de vista legal, es la ley 142 la encargada de regular el funcionamiento y las condiciones de producción, distribución y cobro de los servicios públicos básicos [21]. Esto evita que se generen excesos de las empresas privadas o públicas que se encargan de gestionar estos recursos.

Dentro de la caracterización de la ONU y la OMS, los servicios básicos son los de energía eléctrica, agua, acueducto, alcantarillado y la disposición adecuada de residuos biológicos o artificiales. El espectro se amplía al tener en cuenta otros como la internet, la telefonía y el

gas natural, sin embargo, estos ya no son imprescindibles para el desarrollo normal de la vida de las personas.

Al transpolar esta concepción al contexto rural de la presente investigación, se puede apreciar que hay una gama de contrastes en los cuales priman las condiciones de vida en un nivel inferior al esperado. Inicialmente, las instalaciones del acueducto se encuentran en la parte superior de la vereda, por lo cual se ha facilitado el acceso para un porcentaje de la población.

Sin embargo, hay otros habitantes que tienen que poner en práctica otros métodos de recolección y almacenamiento de agua, ya que el servicio no llega hasta los hogares más alejados.

En cuanto al servicio de gas domiciliario se tienen tres prácticas establecidas. La primera de ellas es el gas natural que llega hasta los hogares cercanos al municipio, especialmente los de la parte baja teniendo en cuenta la proximidad con el casco urbano. La segunda es la del uso de cilindros de gas los cuales tienen la practicidad de ser transportados en motocicletas, en animales de carga o a pie hasta las viviendas. Finalmente, también existen hogares que funcionan con cocinas de leña en las cuales se realiza la cocción de los alimentos.

Ahora bien, el sistema de energía eléctrica es el punto focal investigativo. El flujo eléctrico es administrado por la empresa Centrales Eléctricas de Norte de Santander, del grupo EPM [22]. A través de sus cables de alta y media tensión, es trasladada la energía eléctrica hasta un porcentaje de la población.

Sin embargo, hay hogares que se encuentran más retirados y por sus condiciones de ubicación topográfica ha sido difícil acceder al servicio de electricidad. Es precisamente hasta aquellos hogares que se orienta la investigación, propiciando espacios y posibilidades para que poco a poco puedan acceder y contar con todos los servicios públicos elementales.

Necesidades básicas del contexto.

Teniendo en cuenta los párrafos anteriores, es posible establecer que existen varias necesidades que no se satisfacen completamente. De acuerdo con el DANE [23], estas situaciones muestran un umbral sobre el cual deben estar todos los habitantes para tener unas condiciones de vida mínimamente aceptables. Claro está, que esto no quiere decir que sean condiciones óptimas para el desarrollo personal de los habitantes.

Las condiciones identificadas en la vereda indican que un 45 % de las viviendas no cuenta no la organización o los elementos adecuados en el desenvolvimiento de la vida diaria. Aspectos de salubridad como el hacinamiento con personas y animales, los servicios básicos inconstantes y la dificultad económica, permiten entrever las dificultades evidentes y especialmente, el apoyo que constituiría la implementación de dispositivos de energía alternativa que puedan coadyuvar en la consecución de estándares de vida adecuados.

Proceso de generación fotovoltaica.

La posibilidad de invertir en este

sistema, se estructura partiendo del análisis del comportamiento natural del sol dentro del territorio mencionado. La siguiente figura, evidencia cómo es el comportamiento en kW por metro cuadrado en todo el territorio colombiano.

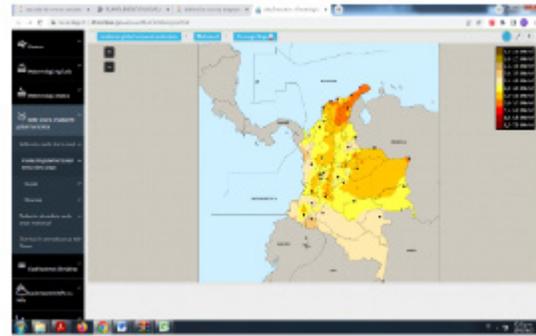


Fig. 6. Incidencia solar en Colombia. (Ideam.2020).

Con base en lo anterior, se puede apreciar que es factible el uso continuo de sistemas de energía alternativa que puedan proveer adecuadamente electricidad para las actividades cotidianas básicas o al menos para alguna de ellas.

Por esta razón, analizando el departamento Norte de Santander y especialmente el municipio de Tibú, se hace interesante ver como un reto la instalación de energía solar, teniendo en cuenta que los niveles de recepción de radiación no son tan elevados como en otros municipios del departamento.

En la siguiente gráfica se muestra cuáles son los municipios con el mayor índice de insolación en el departamento Norte de Santander, siendo la parte norte la que cuenta con mejores capacidades en comparación con el sur nortesantandereano.

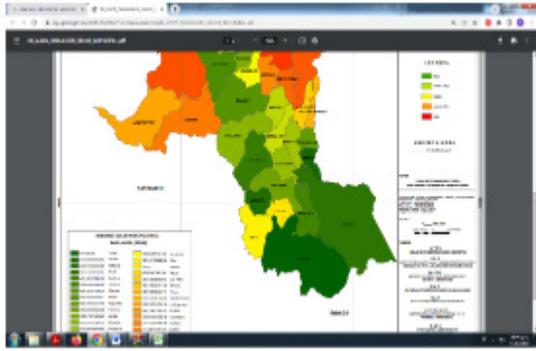


Fig. 6. Incidencia solar en norte de Santander. (Ideam.2020).

Tomando como base las características naturales analizadas anteriormente, se propuso la proyección del sistema fotovoltaico que puede ser aprovechado de mejor manera en el contexto de la vereda y que se adapta a las necesidades identificadas en la caracterización de la población.

Dimensión económica.

Factibilidad.

Teniendo en cuenta las características y los requerimientos energéticos del Centro Educativo Rural Campo Giles, se centra la proyección de la viabilidad según la cantidad de kWh de consumo por mes. Se refleja proporcionalmente entre el tipo de electrodoméstico y la cantidad de uso diario que este tiene dentro de las actividades cotidianas.

Se determina el valor de 928 kWh, según los estudios técnicos especializados a través del software y de la planificación energética del espacio.

Con base en el estudio técnico, se ha establecido la necesidad de implementar 12 paneles solares de 545 W cada uno, para un total de \$ 17.069.400 como recurso destinado a estos elementos.

La proyección indica la necesidad de incluir 1 regulador de \$ 500.000.

Se precisan 2 inversores controlador híbrido de 3000 W 24 V con un valor de \$2.904.121 cada uno, para sumar un total de \$5.808.242.

Se adicionan cuatro baterías de 250 AMP y 12V por un valor de \$2.394.000 c/u, para un total de \$9.576.000.

Es importante reconocer la necesidad de otros aspectos requeridos para poner en funcionamiento el sistema. En este sentido, los cableados y demás componentes se asumen en \$3.500.000. El transporte se ha estimado en \$750.000.

Solamente se ha enfatizado en los recursos físicos del proyecto. Resulta imprescindible integrar el recurso humano capacitado para desarrollar dicha instalación técnica, por ende, se tiene un valor estimado para la instalación y la verificación del sistema de \$6.000.000.

En total, la inversión para poner en funcionamiento el sistema de energía solar en el CER Campo Giles es de \$43.203.642. Esta cifra, garantiza que las condiciones operativas del sistema tengan un elevado nivel de confiabilidad para abastecer, apoyar y soportar las necesidades y los requerimientos energéticos diarios al beneficio de la comunidad.

La visión en este caso, es que puede considerarse como una alta inversión de forma inicial. Un esfuerzo enorme que desde un punto de vista sobrepasa las capacidades institucionales especialmente, pero que desde el

panorama gubernamental no es equívoco pensar como viable.

La razón principal es que anualmente se estaría efectuando un ahorro de 8 millones y medio aproximadamente en los gastos destinados para cancelar los servicios energéticos. Proyectado a 5 años, el ahorro se visibiliza en 42 millones de pesos aproximadamente. Teniendo en cuenta, la vida útil de estos dispositivos, se garantiza un desempeño funcionalmente estable de al menos 30 años. Se aprecia una reducción de la inversión en energía que puede favorecer el fortalecimiento de otros aspectos relacionados con la calidad educativa o la calidad de vida de los integrantes de la comunidad académica, así como los habitantes del sector.

El ahorro es considerablemente importante en relación con el funcionamiento del sistema energético que, en muchos otros casos, ya se ha comprobado como altamente eficiente.

Lo anterior indica, que el rendimiento del sistema de energía y la reducción de costos relacionados con el consumo eléctrico se pueden apreciar a largo plazo, siendo esto una mejoría desde todos los puntos de vista, especialmente el económico, al reducir la inversión o el gasto en todo lo concerniente al flujo de energía eléctrica tradicional.

Tabla III. Dimensión económica del proyecto

Ítem	Cant	Valor	Valor total
Paneles solares 545W	12	1.422.450,0	17.069.400,0
Regulador	1	500.000,0	500.000,0
Inversor controlador híbrido 3000 W 24V	2	2.904.121,0	5.808.242,0
Batería 250 AMP 12V	4	2.394.000,0	9.576.000,0
Cables y otros	1	3.500.000,0	3.500.000,0
Instalación y verificación	1	6.000.000,0	6.000.000,0
Transporte	1	750.000,0	750.000,0
TOTAL:			43.203.642,0

Impacto ambiental.

El impacto que tendrá el sistema de generación de energía fotovoltaica en la vereda Campo Giles, puede ser de gran beneficio para la comunidad y especialmente para el medio ambiente. Al tratarse de un sistema de energía limpia y renovable, no son necesarios procesos de combustión o de turbinas para poder generar electricidad. Esto quiere decir, que la instalación de los paneles no va a ser molesto para la vecindad por ruidos, derrames o algunos otros contaminantes que puedan afectar a las personas y mucho menos al ambiente.

De igual forma, algunos de los implementos utilizados en la instalación son orientados hacia la conservación del ambiente pues muchos de sus materiales pueden ser reciclados cuando hayan cumplido su ciclo de servicio o vida útil. Inicialmente va a pasar un amplio lapso antes de que eso suceda; sin embargo, cuando llegue el momento muchos componentes pueden

ser llevados a plantas de reciclaje o disposición amigable de residuos. De hecho, hay algunos lugares en el país en donde son recibidos estos implementos exclusivamente con el fin de darles un manejo final adecuado.

Lo expresado hasta el momento, es un alivio a futuro a las complicaciones del medio natural. Hoy en día los niveles de contaminación están llegando e incluso ya han sobrepasado límites inesperados por lo cual los esfuerzos han sido prácticamente ineficientes en contraste con los niveles de producción de desechos a nivel mundial.

La situación es verdaderamente preocupante y con miras a un futuro prácticamente nada alentadoras. Por lo tanto, esta propuesta reviste gran importancia pues técnicamente podría resultar una salida incluso mucho más económica desde un punto político administrativo, que invertir en campañas, propagandas y fondos que en los últimos años no han podido mostrar un avance significativo en el tema.

Además, que con este tipo de energías se tiene un plus y es que paralelamente se está brindando a la sociedad, niveles de confort apropiados.

CONCLUSIONES.

Con el desarrollo del presente estudio es posible concebir los siguientes aspectos:

El reconocimiento contextual es un proceso que debe hacerse de manera imperante puesto que a partir de allí se pueden y se deben conocer todos los aspectos que componen una cultura o una comunidad. Partiendo

de esta información, se consolidan pensamientos, métodos y acciones concretas que propendan el beneficio o solución de las necesidades reales.

No es simplemente quedarse con aquello que se dice de un lugar o con lo que muestran algunas estadísticas. Es obligatorio estar inmerso y conocer en primera persona las comunidades y así poder generar empatía y una conexión con las realidades de nuestro territorio y desde allí, estructurar las etapas de intervención desde una perspectiva más humana y consciente.

En este sentido, el acercamiento a la comunidad rural del municipio de Tibú dejó una gran enseñanza pues existen realidades difíciles que se desconocen y están dentro de nuestro propio municipio. Muchas veces resulta preocupante o alarmante, evidenciar que en la actualidad todavía existan familias con unas condiciones de vida inadecuadas. Por tanto, suscita procesos de reflexión interesantes como ser humano a la vez que es una muestra fehaciente de la necesidad de implementar este tipo de proyectos.

A raíz de los estudios verificados, se cometió una proyección para la instalación de un sistema fotovoltaico a través del cual se pudieran satisfacer en cierta medida los requerimientos energéticos que se tienen en la Sede del CER. Con base en los datos recolectados, se ejecutó un barrido del mercado y se pudo establecer un sistema factible para proveer el servicio.

Se estima que la propuesta sirva como piloto y pueda ser inicialmente aplicada y adaptada al contexto y en segundo lugar, replicada en las zonas más

vulnerables de la vereda. En síntesis, la transformación de las estructuras mentales de los habitantes de la vereda y especialmente del municipio es uno de los retos más importantes.

Desde el ámbito social, la concepción política y cultural debe empezar a cambiar y reconocer la importancia de los medios alternativos de energía y especialmente, estos que son amigables con el medio ambiente. De esta forma, es posible garantizar la pervivencia dentro del contexto y a nivel global.

Financieramente, la instalación de estos sistemas requiere de una inversión importante en cada uno de los hogares. No obstante, a largo plazo se puede convertir en un recurso que disminuye los costos no solo de las familias sino también del estado, sufragando el afán de mejorar la calidad de vida.

El desarrollo de la investigación, tiene como segunda finalidad, visibilizar nuevas rutas y posibilidades de atención a la vida de las comunidades más aisladas y vulnerables.

RECOMENDACIONES.

Emprender espacios para la consolidación de proyectos de energía alternativa en Colombia, brindando espacios para fortalecer la transición energética.

Valorar el impacto ambiental que pueden traer estas iniciativas, teniendo en cuenta que el planeta empieza a agonizar y el tiempo es justo para su protección y la de todos sus habitantes.

REFERENCIAS

[1] «¿Qué son las Energías limpias? Conoce sus beneficios», Enel X,

2020. <https://www.enelx.com/co/es/historias/conoce-todo-sobre-las-energias-limpias>

[2] E. L. R. S.A.S, «Colombia es el décimo de América Latina en el ranking de energías sostenibles», Diario La República, 2020. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/colombia-es-el-decimo-de-america-latina-en-el-ranking-de-energias-sostenibles-2939288>

[3] E. S. Peña y S. M. Gallego, «Democratización de la producción de la energía eléctrica en Colombia a partir de la Ley 1715 de 2014», Dos mil tres mil, vol. 20, pp. 135-152, dic. 2018, doi: 10.35707/dostresmil/20106.

[4] E. La Opinión, «Norte tiene potencial para generar más energía», Noticias de Norte de Santander, Colombia y el mundo, 2018. <https://www.laopinion.com.co/economia/norte-tiene-potencial-para-generar-mas-energia>

[5] «La educación rural, un gran desafío», 2020. <http://www.colombiaaprende.edu.co/agenda/tips-y-orientaciones/la-educacion-rural-un-gran-desafio-para-colombia>

[6] F. Raynaud López., «BND Visor: De cómo Margarita Flores puede cuidar su salud y ayudar a salvar el planeta [artículo] Francisco Raynaud López.», p. 157, 1990. [En línea]. Disponible en: <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/visor/BND:556273>

[7] C. O. Marin Giraldo, «Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico autónomo para iluminación domiciliaria», 2017, [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11059/8534>

- [8] J. Abella, J. Reyes, y J. Hernandez, «Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico híbrido y desarrollo de su regulador de carga aplicando instrumentación virtual», *ELEMENTOS*, vol. 2, may 2013, doi: 10.15765/e.v2i2.170.
- [9] J. Acero Herrera y H. S. Puentes Acevedo, «Guía metodológica para la implementación y selección de paneles solares fotovoltaicos para edificios y viviendas en la ciudad de Bogotá D.C.», 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5578>
- [10] J. M. Segura Gutiérrez y H. F. Torres, «Educación rural e inclusión social en Colombia. Reflexiones desde la matriz neoliberal», *Plumilla Educativa*, vol. 25, n.º 1, pp. 71-97, 2020 [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7436586>
- [11] C. A. Meza Carvajalino y J. R. Romero Prada, «De la economía agrícola a la economía de la ruralidad», *Equidad Desarro.*, n.º 25, p. 95, ene. 2016, doi: 10.19052/ed.3727.
- [12] A. Sen, «El desarrollo como libertad», *Gaceta Ecológica*, n.º 55, pp. 14-20, 2000, Accedido: 15 de julio de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2899993>
- [13] C. Z. Astudillo y Á. C. Muñoz, «Una Aproximación al Concepto Comunidad Rural en Psicología Comunitaria», *Dialnet - Artículos de revista. Dialnet - Artículos de* revista, 2015.
- [14] PMG, «Nuevas tecnologías en el agro: 11 tendencias mundiales», 17 de marzo de 2017. <https://www.pmgchile.com>.
- [15] C. FOLOU, «Colombia: la importancia de su biodiversidad y el rol de las especies», FOLOU, 18 de junio de 2020. <https://folou.co/ciencia/colombia-la-importancia-de-su-biodiversidad-y-el-rol-de-las-especies/>
- [16] M. Bonilla, «Energía para un mundo rural», *Revista de Ingeniería*, n.º 48, Art. n.º 48, jun. 2019, doi: 10.16924/riua.v0i48.1005.
- [17] J. M. Mantilla González, C. A. Duque Daza, y C. H. Galeano Urueña, «Análisis del esquema de generación distribuida como una opción para el sistema eléctrico colombiano», *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, n.º 44, pp. 97-110, jun. 2008, [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-62302008000200010&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- [18] D. M. O. López y M. C. S. Gómez, «Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa», *Revista de Investigación Educativa*, vol. 24, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2006, [En línea]. Disponible en: <https://revistas.um.es/rie/article/view/97661>
- [19] DX, «DIALux es el software para su diseño de iluminación profesional», 2021. <https://www.dialux.com/es-ES/dialux>.

[20] Departamento Nacional de Planeación, «¿Qué es el Sisbén?», 2021. <https://www.sisben.gov.co/Paginas/que-es-sisben.aspx>

[21] Edumed, «Ley 142 de 1994 o Ley de Servicios Públicos Domiciliarios - Libro 997 - LOS SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS EN COLOMBIA: UNA MIRADA DESDE LA CIENCIA DE LA POLITICA», 2020. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2011c/997/ley%20142%20de%201994.html>

[22]TICSA, «Grupo EPM», 2021. <https://www.grupo-epm.com/site/ticsa/institucional/grupo-epm>

[23] «¿Qué es el DANE?», Rankia, 26 de marzo de 2019. <https://www.rankia.co/blog/mejores-opiniones-colombia/4182066-que-dane>

