

Diseño de Tecnologías Limpias y Sostenibles para la Finca Bella Vista,  
Vereda del Cerro del Tabor, Municipio de San Juan de Rioseco -  
Colombia.

**Ingrid Viviana Rodriguez Maldonado**

Programa de Ingeniería Ambiental  
Faculta de ingeniería Ambiental y Civil  
Universidad Antonio Nariño  
Bogotá D.C.  
2023

Diseño de Tecnologías Limpias y Sostenibles para la Finca Bella Vista,  
Vereda del Cerro del Tabor, Municipio de San Juan de Rioseco -  
Colombia.

Ingrid Viviana Rodriguez Maldonado

Documento presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Director:  
Marcos Ramos

Programa de Ingeniería Ambiental  
Faculta de ingeniería Ambiental y Civil  
Universidad Antonio Nariño  
Bogotá D.C.  
2023

Diseño de Tecnologías Limpias y Sostenibles para la Finca Bella Vista,  
Vereda del Cerro del Tabor, Municipio de San Juan de Rioseco -  
Colombia.

*Design of Clean and Sustainable Technologies for Bella Vista Farm, Vereda del  
Cerro del Tabor, Municipality of San Juan de Rioseco - Colombia*

Rodriguez Maldonado, Ingrid Viviana;

Docente, Ramos Castañeda, Marcos Andrés.

<sup>1</sup> Universidad Antonio Nariño, Colombia, irodriguez17@uan.edu.co

**Resumen:**

Las fincas y zonas rurales desempeñan un papel crucial en la transición hacia fuentes de energía más respetuosas con el medio ambiente. Además de su función tradicional como centros de producción agrícola y ganadera, estas propiedades ofrecen un entorno idóneo para la adopción de tecnologías renovables y sostenibles. La combinación de energías limpias y tecnologías avanzadas no solo contribuye a reducir la huella ambiental de la finca, sino que también crea oportunidades económicas y mejora la eficiencia en la producción. A través de criterios específicos, se identificaron las tecnologías limpias más adecuadas para las condiciones de la Finca Bella Vista, teniendo en cuenta factores como el entorno, el clima y la disponibilidad de recursos naturales.

Se desarrolló un diseño detallado para la adaptación de tecnologías limpias como: paneles solares, aerogeneradores, biodigestor, entre otras a la infraestructura física de la finca, garantizando su viabilidad técnica, económica y ambiental. Se evaluaron los impactos ambientales para determinar el grado de afectación de consumo actual de las energías, con la implementación de la matriz de

Leopold, debido a su sencillez y practicidad para el proyecto, dando como resultado 8 impactos que tuvieron una solución por el medio de implementación de tecnologías limpias y diseños sostenibles, la viabilidad económicos y sociales de la implementación de tecnologías limpias se adapta a las condiciones que tienen los habitantes de la finca bella vista, destacando los beneficios en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el ahorro de recursos.

Este trabajo de grado demuestra que la adopción de energías limpias y tecnologías sostenibles en fincas rurales no solo contribuye al cuidado del medio ambiente, sino que también fortalece la resiliencia de las actividades agrícolas y ganaderas, al tiempo que mejora la seguridad energética.

**Palabras claves:** Energías alternativas, energías limpias, biodigestor, desechos, biodigestor, biogás, aerogenerador, panel solar, reforestación, compostaje.

**Abstract:** Rural estates and rural areas play a crucial role in the transition to more environmentally friendly sources of energy. In addition to their traditional function as centers of agricultural and livestock production, these properties provide an ideal environment for the adoption of renewable and sustainable technologies. The combination of clean energy and advanced technologies not only helps reduce the environmental footprint of the estate but also creates economic opportunities and improves production efficiency. Specific criteria were used to identify the most suitable clean technologies for the conditions of Bella Vista Farm, taking into account factors such as the environment, climate, and the availability of natural resources.

A detailed design was developed for the adaptation of these technologies to the physical infrastructure of the farm, ensuring their technical, economic, and environmental viability. Environmental impacts were assessed using the Leopold matrix, resulting in 8 impacts that were

addressed through the implementation of sustainable technologies and designs. The economic and social viability of implementing clean technologies is adapted to the conditions of the residents of Bella Vista Farm, highlighting the benefits in reducing greenhouse gas emissions and resource savings.

This thesis demonstrates that the adoption of clean energy and sustainable technologies on rural farms not only contributes to environmental conservation but also strengthens the resilience of agricultural and livestock activities while improving energy security

**Key word:** Alternative energies, clean energies, biodigester, waste, biodigester, biogas, wind turbine, solar panel, reforestation, composting.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, el incremento en la conciencia ambiental y la urgencia de enfrentar el cambio climático han generado un cambio hacia fuentes de energía más sostenibles y respetuosas con el entorno. En este contexto, la integración de tecnologías de energías limpias es fundamental para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar el desarrollo sostenible (Barredo, 2023).

Las fincas y zonas rurales desempeñan un papel esencial en este proceso de cambio, ya que representan un papel importante en la economía de muchas regiones. Además de ser centros de producción agrícola y ganadera, estas propiedades ofrecen un escenario idóneo para la adopción de tecnologías renovables y sostenibles. La combinación de energías limpias y la implementación

de tecnologías en las fincas no solo contribuye a reducir su huella ambiental, sino que también genera oportunidades económicas y aumenta la eficiencia de la producción.

Este documento se centra en analizar y comprender la integración de fuentes de energía sostenible y tecnologías que se ajusten de manera óptima al entorno de la Finca Bella Vista. Se explorarán los beneficios ambientales, económicos y sociales asociados con su adopción, considerando tanto el consumo energético como las ventajas derivadas de la eficiencia energética. Además, se examinarán los impactos generados por las tecnologías convencionales para destacar las ventajas significativas que pueden derivarse de la transición hacia prácticas más sostenibles.

La introducción de energías limpias y tecnologías en la finca se presenta como una propuesta innovadora y promisoría que, además de contribuir al cuidado del medio ambiente, fortalece la resiliencia de las actividades rurales y mejora la seguridad energética. Asimismo, proporcionar a los habitantes de la finca conocimientos sobre la importancia de la implementación de estas tecnologías tiene el objetivo de reducir su dependencia de la energía ilegal, evitando así riesgos y abriendo la puerta a un futuro más sostenible y responsable con el entorno.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Este proyecto está ubicado en la Vereda el Cerro del Tabor en el municipio de Beltrán Cundinamarca, pero limita con dos: San Juan de Rioseco y Pulí (Silva,2018), como se muestra en la Figura 1, con una población conjunta de 3687 habitantes (Dane,s.f). Se eligió la finca Bella Vista en la Vereda el Cerro del Tabor porque sus habitantes no cuentan con información acerca de buenas prácticas ambientales para minimizar los impactos que producen sus actividades agrícolas.

## Figura 1

### *Vereda el Cerro del Tabor*



*Nota:* La figura 1 representa los tres municipios que se encuentran alrededor de la vereda del cerro del tabor donde está ubicada la finca bella Vista que será la beneficiada del proyecto. Fuente: Tomado de Google Earth el día 18 de septiembre de 2021.

## Figura 2

### *Finca Bella Vista*



*Nota:* La figura 2 muestra dónde está ubicada la finca bella Vista que será la beneficiada del proyecto. Fuente: Tomado de Google Earth el día 18 de septiembre de 2021.

Actualmente las fincas o las casas en el campo tienen impactos ambientales negativos con mayor afectación en el medio ambiente tras el desarrollo de las actividades realizadas, como lo son calidad del agua, afectación en el suelo, deforestación, emisión de gases de efecto invernadero, inadecuado manejo de desechos sólidos, residuos orgánicos y malas prácticas ambientales que los administradores o propietarios de las fincas tienen en sus instalaciones (Fernández et al., 2020).

Por lo tanto, se busca resolver las siguientes preguntas: ¿De qué forma se podrán reducir los impactos negativos generados en la finca y cómo se puede realizar la implementación de tecnologías limpias a partir de energías alternativas en la finca Bella Vista en la Vereda del Cerro del Tabor?

## **ESTADO DEL ARTE**

En este apartado se dará a conocer el estado del conocimiento, para la realización de este se utilizaron las siguientes palabras claves en scopus: Ganadería, Porcicultura, gases de efecto invernadero, deforestación, construcción sostenible, energía renovable, energía solar, energía eólica, tecnologías limpias, bioenergía, cobertura vegetal. Los criterios de búsqueda de estas referencias fue que cumplieran con definiciones claras y concretas que se pudieran utilizar o implementar en la finca bella vista.

La ganadería, la agricultura, la porcicultura y otras actividades que se realizan en las fincas o en el campo han venido generando impactos ambientales negativos por el mal manejo de sus residuos, la deforestación, la erosión del suelo, contaminación de fuentes hídricas, entre otras, pero así mismo también generan impactos positivos siendo productores de alimentos para el consumo humano que venden por fuera o dentro de sus regiones y a su vez así ayudar



con la economía y el crecimiento del país generando empleos, exportaciones, desarrollo rural y diversificación económica, Asimismo, la agricultura es esencial para el crecimiento económico de un país porque representa el 4 % del PIB y en algunos países menos desarrollados puede representar más del 25 % del PIB (Agricultura y el Grupo Banco Mundial, s. f.)

En el año 2021, Singh y Arya en India hicieron una revisión sobre el manejo de la paja de arroz mediante el uso de tecnologías más limpias y respetuosas con el medio ambiente y que pueden ser aplicadas fácilmente en el manejo de la paja, realizando así la conversión de paja en biometano, hidrógeno, fabricación de pulpa y papel, el biocarbón, también realizando la producción de bioaceite, la preparación de alimentos para animales; entre otros usos que se le pueden dar a la paja de arroz de forma ecológica. Esta implementación se realiza con el fin de evitar la quema de esta paja y así disminuir la contaminación del aire con gases de efecto invernadero y mejorando la situación socioeconómica de los agricultores y los habitantes que viven en las zonas rurales de India.

Por otra parte, Freeman y colaboradores, en el año 2022 realizaron una investigación en Uruguay sobre las Tecnologías circulares en granjas para una mayor sostenibilidad, una de esas tecnologías es el manejo de estiércol en granjas y cómo generan beneficios económicos y de sostenibilidad. El análisis que se realiza por cada tecnología demuestra que los beneficios de estas también dependen de cómo se combinan. Por ejemplo, instalar sólo una piscina de gestión de residuos en la granja aumenta las emisiones de GEI, mientras que si la instalación de una piscina de gestión de residuos se combina con un separador este disminuye las emisiones de GEI y magnifica los beneficios de la reducción de la

contaminación del agua. En los resultados de esta investigación se identificó que una de las tecnologías circulares más comunes en las granjas es la de biomasa a energía, dentro de esta categoría las tecnologías más comunes fue la producción de biogás, la digestión anaerobia y la otra categoría con mayor concentración de tecnologías es la de biomasa para el ciclo de nutrientes, lo que refleja tecnologías como digestato para el ciclo de nutrientes, el biocarbón y el manejo del estiércol.

En el año 2015 Venegas y colaboradores realizaron una investigación de la energía renovable en granjas porcinas en México para abordar los problemas de contaminación del aire, agua y suelo, así como reducir los costos de producción, el estudio se centra en la introducción de biodigestores. Estos dispositivos posibilitan la generación de biogás y energía eléctrica, cuya producción está ligada al manejo de las explotaciones agrícolas y a la calidad de la materia orgánica. En líneas generales, a medida que aumenta el tamaño de la granja, también aumenta la producción de biogás. Es esencial resaltar que, aparte de la producción de biogás y energía eléctrica, las granjas tienen la capacidad de fabricar biofertilizante de alta calidad. Esta doble función no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental al disminuir la contaminación, sino que también mejora la rentabilidad de las unidades de producción agrícola. (Venegas y colaboradores, 2015).

Por otro lado, en Colombia en el año 1984 se fundó y se construyó una casa en guadua llamada la granja de Mamá Lulú en Quimbaya, Quindío. Es una granja donde está presente la arquitectura bioclimática y la sostenibilidad, el recurso que se utiliza cómo lo es la guadua es de origen natural y es uno de los materiales más sostenibles, allí se fomenta el conocimiento en el manejo constructivo de la guadua, técnicas de sostenibilidad en el manejo del agua y el aprovechamiento al máximo de la flora en beneficio de la fauna nativa. Las construcciones en guadua de las poblaciones campesinas e indígenas han perdurado y

han resistido a sismos de alta magnitud y fuertes vendavales un claro ejemplo de esto es la granja de Mamá Lulú. (Eraso, 2019).

Basándonos en estos antecedentes, podemos inferir que todas las fincas tienen el potencial de ser sostenibles, sustentables y respetuosas con el medio ambiente mediante la aplicación de tecnologías limpias y la gestión adecuada de los residuos agrícolas. El objetivo es reducir los impactos ambientales negativos asociados con la agricultura. No obstante, es crucial que los gobiernos consideren la implementación de políticas que integren energías renovables en el sector agrícola, ya que esto contribuye a la transición hacia un entorno más limpio, favoreciendo la sostenibilidad agrícola y el desarrollo de un país enfocado en fuentes de energía renovable que preserven el medio ambiente.

## MARCOS DE REFERENCIAS

En este apartado se revisarán los conceptos más relevantes para el proyecto de grado como lo son la deforestación, emisión de gases de efecto invernadero, ganadería, porcicultura, bioenergía, tecnologías limpias, energía solar, entre otros.

Una finca campesina es una propiedad rural que puede pertenecer a una familia o a una persona que se dedique a la agricultura o a las diferentes actividades relacionadas con la vida en el campo. Estas fincas suelen ser de tamaño pequeño en comparación con fincas que se utilicen para explotaciones agrícolas comerciales, en una finca campesina se pueden encontrar diferentes tipos de cultivos de alimentos como, granos, frutas, verduras y también la cría de ganado, aves de corral o la porcicultura, dependiendo de su ubicación geográfica, clima y objetivos de producción ya sea

para consumo propio o la venta en mercados locales que desempeñan un papel importante en la economía rural (FAO, s.f.)

La vida en una finca campesina está ligada a la naturaleza, pero a su vez las actividades que allí se realizan tienen impactos positivos y negativos al medio ambiente, como lo es la cría de ganado y la porcicultura que en algunos lugares es la fuente principal de contaminación del suelo, materia orgánica y sus excretas emiten gases que contribuyen al cambio climático (Perez,2008). Algunos de estos gases producidos por la ganadería y la porcicultura son el metano - CH<sub>4</sub> y el dióxido de carbono - CO<sub>2</sub> y son los responsables del 70% de los gases de efecto invernadero (Trespacios,2018).

Otros de los impactos que genera la ganadería es la deforestación, que es una de las diez problemáticas que tiene el planeta y se relaciona con la extinción de especies, erosión y contaminación en la atmósfera (García,2016).

Otro de los impactos que se generan en las fincas o granjas son los residuos agrícolas que generan como consecuencia del proceso de producción de alimentos en las explotaciones agrícolas y ganaderas, estos residuos pueden ser de diferentes tipos, como materiales de protección, lonas de plástico de invernaderos, plásticos para tapar hierba, botes de productos fitosanitarios, aceites y elementos de motor, aguas y fertilizantes, entre otros (FAO, s.f.).

Las fincas no solo generan impactos negativos como los que se mencionaron anteriormente, sino que también generan impactos positivos porque podemos hacer uso de las tecnologías limpias: las tecnologías limpias consisten en la aplicación de estrategias que incluyen técnicas tales como reciclado, sustitución, recuperación y revalorización. Pueden ser muy

sencillas, pues se puede tratar de un simple cambio en un procedimiento, o pueden ser sofisticadas (Marco, 2003).

También es posible incorporar el uso de energías renovables, las cuales provienen de fuentes naturales que se renuevan a una velocidad superior a su consumo. A diferencia de los combustibles fósiles como el petróleo y el carbón, estas fuentes naturales no se agotan con su uso, sino que persisten y se regeneran en un ciclo natural. Un ejemplo de estas fuentes es la energía solar, que se obtiene del sol y se renueva diariamente, constituyendo una fuente prácticamente inagotable. Asimismo, la energía eólica utiliza la fuerza del viento, una fuente renovable que está presente de manera constante en la atmósfera. Las fuentes de energía renovable son abundantes y se encuentran en diversos entornos (ONU, 2023).

Otra opción viable es la energía solar: las tecnologías solares tienen la capacidad de generar calor, refrigeración, iluminación natural y electricidad. Estas tecnologías transforman la luz solar en energía eléctrica, ya sea mediante paneles fotovoltaicos o mediante espejos que concentran la radiación solar, brindando así la oportunidad de un aprovechamiento eficiente (Vanegas, 2008).

También es factible emplear la bioenergía, generada a partir de diversos materiales orgánicos conocidos como biomasa, que incluyen madera, carbón, estiércol y otros abonos. Estos materiales se utilizan para la producción de calor y electricidad, así como en cultivos agrícolas destinados a biocombustibles líquidos. La mayor parte de la biomasa se emplea en áreas rurales para la preparación de alimentos, proporcionar iluminación y generar calor (Algarín, 2018).

Mediante la implementación de estas fuentes de energía en la Finca Bella Vista, ubicada en la vereda El Cerro del Tabor, se prevé no solo la reducción de los costos energéticos a largo plazo, sino también la contribución a la sostenibilidad ambiental y la posible disminución de la huella de carbono, minimizando así los impactos negativos que podrían surgir en el área.

La ingeniería ambiental desempeña un papel fundamental en el ámbito de las tecnologías limpias, al encargarse de concebir, implementar y gestionar soluciones sostenibles que mitiguen el impacto ambiental. Se diseñan sistemas eficientes, se evalúa su repercusión en el entorno, se fomenta la conservación de recursos y se educa a la sociedad acerca de la importancia de adoptar tecnologías limpias para alcanzar un desarrollo sostenible

## **OBJETIVOS**

**GENERAL:** Elaborar una propuesta de adaptación de tecnologías limpias a partir de la EIA, utilizando fuentes de energías renovables y el aprovechamiento de residuos, para la finca bella vista en la vereda el cerro del tabor ubicada en el municipio de san juan de Rioseco.

### **ESPECÍFICOS:**

- Realizar la revisión de la información primaria y secundaria con el fin de encontrar fuentes para el desarrollo del proyecto.
- Caracterizar la información a partir de criterios de búsqueda como: tecnologías limpias, energía solar, energía eólica, aerogeneradores, aprovechamiento de residuos, entre otros.
- Identificar las tecnologías limpias que mejor se adaptan a las condiciones de la finca.
- Realizar el diseño de adaptación de las tecnologías a la infraestructura física de la finca.

## **METODOLOGÍA**

**Población:** Los beneficiarios directos de este proyecto serán los habitantes de esta finca y la autora de este trabajo ya que le permitirá obtener su título de ingeniera ambiental. Los beneficiarios indirectos son otras fincas, comunidad general interesada en el proyecto, semilleros de investigación, industria relacionada con tecnologías limpias.

En este apartado se relacionan los pasos para cumplir los objetivos del trabajo.

### Etapa 1: Recolección de información

#### 1.1 Revisión primaria de la información.

En la revisión de la información primaria se realizó la visita a la finca bella vista para poder evidenciar los problemas ambientales que presentaba, así mismo, darle solución a dichos problemas como el de la ilegalidad en la energía, se realizaron las respectivas medidas de la casa para establecer que tecnologías se adaptaban a la infraestructura de la finca.

#### 1.2 Establecer criterios de búsqueda en fuentes confiables o bibliografía para la revisión secundaria de la información.

Para la búsqueda de información secundaria se hace investigación en fuentes confiables como scopus, scienceDirect, recursos electrónicos que brinda la universidad como el servicio de crai, se buscan palabras claves como: Agricultura sostenible, granjas o fincas sostenibles y sustentables, energías limpias, tecnologías limpias, entre otras.

#### 1.3 Identificar palabras claves fundamentales para obtener una información más precisa.

Las palabras claves que se utilizaron para obtener una información más precisa fueron: Tecnologías limpias, compostaje, energía solar, energía eólica, entre otras, con el fin de determinar cuales se adaptaban mejor a la infraestructura de la finca bella vista.

#### Etapa 2: Caracterización de la información.

2.1 Utilizar la información recopilada en la Etapa 1 para identificar y destacar los elementos más relevantes para el proyecto.

2.2 Aplicar filtros de búsqueda utilizando palabras clave pertinentes al proyecto incorporando criterios relacionados con las energías y tecnologías limpias, así como los aspectos de construcción sostenible y sustentable para fincas o granjas que serán implementados en la finca Bella Vista.

#### Etapa 3: Evaluación de impacto ambiental

3.1 Evaluación del impacto ambiental que genera la finca Bella vista utilizando la matriz de Leopold.

Para la elaboración de la matriz se consideran los siguientes pasos:

- Paso 1. Es fundamental identificar en primera instancia todas las actividades y elementos ambientales que podrían experimentar impactos significativos durante la ejecución del proyecto, considerando las interacciones existentes. (Peralta y Barrios, 2012).
- Paso 2. Analizar la extensión y relevancia de cada acción considerando los factores ambientales previamente identificados. La magnitud se evalúa en una escala del 1 al 10, con valores positivos (+) o negativos (-) según el tipo de impacto; siendo 10 la máxima alteración y 1 la mínima. (Peralta y Barrios, 2012).



- Paso 3. Para determinar el valor de cada casilla, se realiza la multiplicación de los dos aspectos posibles (magnitud x importancia). Una vez obtenidos estos valores para cada casilla, se procede a analizar cuántas actividades afectan al medio ambiente, categorizándolas como positivas o negativas. (Peralta y Barrios, 2012).
- Paso 4 Tras evaluar todas las celdas, se lleva a cabo la suma de cada columna y fila. Este proceso permite obtener el resultado y, por consiguiente, determinar el impacto en cada componente y subcomponente. También se calcula la calificación total del proyecto, ofreciendo una indicación sobre la naturaleza beneficiosa o perjudicial de las acciones implementadas en el proyecto. (Peralta y Barrios, 2012).

Al analizar los resultados de la matriz, se categorizan los impactos ambientales más relevantes según sus calificaciones. Una calificación negativa indica que el proyecto podría tener consecuencias perjudiciales, lo que requiere la implementación de acciones específicas de mitigación o corrección, especialmente en las actividades que causen un mayor impacto ambiental.

#### Etapa 4: Diseño de la propuesta

4.1 Después de la caracterización de la información y la evaluación del impacto ambiental se empieza a realizar la implementación de energías limpias a la estructura de la finca para la propuesta de grado. Este diseño se realiza implementando las energías limpias que más se adapten al proyecto y que vayan de la mano con construcciones sostenibles.

## **RESULTADOS**

En este apartado se dará a conocer cómo logramos los resultados esperados.

Etapa 1. Recolección de información.

Para la etapa 1 que es la recolección de información, se obtuvo información primaria y secundaria, se establecieron los criterios de búsqueda, se recolecta la información y se analiza, finalmente se identifican las palabras claves fundamentales para una obtención de información más precisa.

Para la revisión de información primaria se hace visita de campo, se toman medidas de la finca y evidencias fotográficas, se hace revisión de los corrales de los cerdos y ganado, se indaga la procedencia de los servicios que allí se necesitan cómo los son agua, luz y gas.

En el diagnóstico de la visita a la finca se obtuvo la siguiente información.

1. Con que servicios cuenta la finca

La finca Bella Vista cuenta con los servicios básicos los cuales son:

Gas: Los habitantes compran una pipeta de gas colgas que suple las necesidades para realizar sus respectivos alimentos. Por la vereda pasa un camión distribuidor de colgas y a ellos se les realiza la compra.

Agua: La vereda el cerro del Tabor no cuenta con servicio de acueducto ni alcantarillado, el agua que suple las necesidades de los habitantes de esta finca se saca de un nacedero que se encuentra en la parte alta de la finca en una montaña. Desde este lugar toman el agua con una manguera y la llevan hasta su finca. Se realizó el cálculo del caudal en temporada de verano y el dato que se obtuvo fue de 0,018 litros/seg.

$$Q = v/t \quad Q = 3 \text{ litros} / 2,41 = 0,018 \text{ litros/seg.}$$

Luz: la luz de esta finca se toma de manera ilegal por medio de un poste que se encuentra al lado de esta. La empresa encargada de brindar este servicio es Enel.



En la fotografía 1 se evidencia la empresa encargada de brindar el servicio de energía en la vereda, se toma de referencia de una finca cercana, se observo que hacen parte del estrato 2.

Fotografía 1: Recibo de la energía de la finca las delicias.  
Fuente: Autora, 2023.



Fotografía 2: Poste de la luz.

Fuente: Autora, 2023.

En la fotografía 2 se observa el poste de donde los habitantes de la finca Bella Vista toman de manera ilegal la energía para abastecer su hogar.



Fotografía 3: Pipeta de gas.

Fuente: Autora, 2023.

En la fotografía 3 se observa la pipeta de gas que los habitantes de la finca compraron para su uso.





Fotografía 3: Aljibe.  
Fuente: Autora, 2023.



Fotografía 4: Aljibe  
Fuente: Autora, 2023.

En las fotografías 4 y 5 se observa el nacimiento de agua y la manguera que los habitantes de la finca pusieron para el suministro de agua llegue en la finca y cubrir sus necesidades.



Fotografía 6: Cobertura rústica del aljibe.  
Fuente: Autora, 2023.



Fotografía 7: Cobertura rústica del aljibe.  
Fuente: Autora, 2023.



En las imágenes 6 y 7 se observa cómo los habitantes de la finca bella vista protegen el nacimiento de agua para que no le caigan ramas, basura, ni algún otro elemento que la pueda contaminar.



En la fotografía 8 se observa la pocilga o cochera de los cerdos.

Fotografía 8: Pocilga o cochera de cerdos.  
Fuente: Autora, 2023.



En la fotografía 9 se observa la estructura de la pocilga o cochera de los cerdos, diseñada por parte de los habitantes de la finca Bella Vista.

Fotografía 9: Estructura y cubierta de la pocilga o cochera de cerdo.  
Fuente: Autora, 2023.



Fotografía 10: Estiércol de los cerdos.  
Fuente: Autora, 2023.

En la fotografía 10 se observa la mala disposición del estiércol de los cerdos, generando propagación de vectores, virus, bacterias y el no aprovechamiento de estos.



Fotografía 11: Corral del ganado.  
Fuente: Autora, 2023.

En la fotografía 11 se observa la infraestructura actual del corral para el ganado.

## 2. Cómo es la casa y el predio

La casa cuenta con dos habitaciones, un baño, un patio con lavadero, cocina y sala comedor, es habitada por dos personas. Tiene una pocilga o cochera de cerdos y un corral para el ganado, la finca Bella Vista está conformada por 32 hectáreas, no cuentan con escrituras tiene una carta venta porque fue un reparto de herencia, los de la herencia vendieron, pero se paga impuestos y es donde se indica que cuenta con 32 hectáreas.



### Figura 3

*Vista en planta de la vivienda*



*Nota:* La figura 3 muestra como es el diseño y estructura de la casa Bella Vista.  
Fuente: Autora, 2023.



En la fotografía 12 se observa la vista lateral de la casa Bella Vista.

Fotografía 12: Casa Bella vista.  
Fuente: Autora, 2023.

Etapa 2. Caracterización de la información.

En esta etapa se utiliza la información que se recopiló en la etapa 1 para lograr identificar y destacar la información más relevante para nuestro proyecto.



En la filtración de búsqueda se utilizan palabras claves y pertinentes al proyecto y a partir de esa búsqueda se seleccionaron los artículos y documentos que hablaban sobre, ganadería, porcicultura, granjas y fincas sostenibles, energía y tecnologías limpias, desechos agrícolas, bioenergía, energía eólica y solar.

### Etapa 3: Evaluación del impacto ambiental

La finca Bella Vista fue sometida a una evaluación de impactos ambientales mediante la implementación de la matriz de Leopold, un método extensamente empleado para valorar el impacto ambiental de proyectos o actividades particulares. Durante la elaboración de esta matriz, se analizaron todas las posibles actividades del proyecto que pudieran originar algún tipo de impacto en el área de estudio. Posteriormente, se consideraron diversos componentes ambientales, incluyendo los bióticos, abióticos y sociales, entre otros (Peralta y Barrios, 2012).

Para observar la matriz completa de Leopold ver anexo 1.

Después de realizar la evaluación de impactos de la finca bella vista según la matriz de Leopold, nos enfocamos en los rangos más altos y que generan más impacto para darles una respectiva solución y se obtienen los siguientes resultados.

- Resumen de los impactos.

COMPONENTE AMBIENTAL		TECNOLOGIA A IMPLEMENTAR	
Físico	Agua	Turbidez	Mejorar el corral del ganado, en algunas ocasiones los animales se salen del lugar por la mala infraestructura que posee y se dirigen al cuerpo de agua ocasionando turbidez y contaminación.
		Calidad del agua	Diseñar un biodigestor que almacene el estiércol de los cerdos y este no sea vertido de manera incorrecta en la cobertura vegetal y pueda ser aprovechado
Biológico	Flora	Cubierta vegetal	La reforestación en la ganadería es la mejor alternativa para hacer recuperación de la cubierta vegetal, la plantación de árboles mejora la calidad del suelo porque pueden fijar nitrógeno en el suelo lo que enriquece la tierra y aumenta su fertilidad, las hojas caídas de los árboles proporcionan materia orgánica que mejora la estructura del suelo.
Socio Económico		Potencial agropecuario	Realizar la instalación de paneles solares y aerogeneradores caseros de uso permanente para sustituir el consumo de electricidad ilegal y cubrir las necesidades energéticas que posee la finca bella vista, adicional realizar la instalación de un calentador de agua casero para evitar el uso de ducha eléctrica o si se requiere agua caliente en algún lugar de la finca y mitigar el consumo energético.
		Riesgo sanitario	Realizar compostaje con los desechos agrícolas y estiércol del ganado, el compostaje ayuda a estabilizar los nutrientes, reducir el riesgo de contaminación y mejorar la salud del suelo al aumentar su contenido de materia orgánica.

Para darle solución a estos impactos se procede a seguir a la etapa 4 que es el diseño de la propuesta.

#### Etapa 4: Diseño de la propuesta

Después de realizar las etapas 1, 2 y 3 se procedió a realizar la etapa 4 que es el diseño con la estructura de la finca y a su vez la implementación de las tecnologías que más se adaptan a ella.

##### 4.1. Tecnologías o diseños por implementar dependiendo de los impactos identificados.

Como se observó en la matriz Leopold, los impactos negativos que se van a solucionar por medio de tecnologías o diseños son:

- Diseño de un nuevo corral para el ganado: Se realiza el diseño con llantas de carro en desuso y con guadúa o madera para formar una estructura más resistente, se eligió este diseño porque la llanta del carro es un material que afecta negativamente al planeta cuando finaliza su vida útil al darle otro uso se vuelve amigable con el medio ambiente y minimizar el uso de la madera. ¿Por qué realiza un nuevo diseño? por la mala estructura que posee, las vacas en ocasiones se salen del corral y se dirigen al cuerpo de agua generando turbidez y bebiendo agua directamente de allí generando contaminación.
- Biodigestor: Es una opción de tecnología viable para reutilizar desechos orgánicos que al no ser utilizados simplemente se suman a la masa contaminante del planeta (Hernández & López, 2023). Se eligió esta tecnología porque el biodigestor casero nos permite gestionar eficazmente el estiércol de los animales que actualmente no se le hace ningún manejo en la finca bella vista y que está generando mal olor, propagación de vectores y daño en la cubierta vegetal.

- La reforestación: La restauración de paisajes agrícolas y ganaderos se presenta como la opción más favorable, ya que tiene como objetivo principal ampliar la extensión de la vegetación natural con el propósito de potenciar la conservación del entorno y los servicios que los ecosistemas proporcionan.

En las explotaciones ganaderas, es factible mejorar el rendimiento productivo de las áreas más fértiles y adecuadas para la ganadería mediante la implementación de sistemas silvopastoriles y una gestión apropiada de los animales. (Calle & Murgueitio, 2020).

- Panel solar casero: Es un dispositivo que convierte la energía solar en energía eléctrica y se puede construir con materiales caseros y/o reciclados, la instalación de un panel solar en una finca no solo puede llevar a un ahorro significativo de costos de energía a lo largo del tiempo, sino que también contribuye a la sostenibilidad, la independencia energética y la valoración de la propiedad (Osorio, 2021). Se escogió un panel solar casero para sustituir la ilegalidad de la energía que presentan los habitantes de la finca bella vista y que estos paneles se pueden construir con materiales de fácil acceso para los habitantes de la finca,.
- Aerogenerador casero: La ventaja de instalar un aerogenerador de eje vertical casero y que se adapta a la finca bella vista es que capta el viento en cualquiera de las direcciones, no necesita control de orientación (SL, 2021). Se escogió este aerogenerador para ser menos dependiente de la red eléctrica, en este caso la que los habitantes toman de manera ilegal.
- Calentador de agua casero: Con la fabricación del calentador de agua solar se espera sustituir el calentador convencional o la ducha eléctrica demostrando que si se utilizan

componentes reciclados los gastos se reducen considerablemente ya que requiere de una inversión baja. (Armenta et al., 2015)

- Compostaje: El compostaje en la finca bella vista es una práctica beneficiosa que promueve la salud del suelo, aumenta la productividad agrícola, reduce los residuos y tiene un impacto positivo en el medio ambiente (Bohórquez, 2019). Se eligió este proceso para hacer un mejor uso de los residuos que genera la finca bella vista, ya que tiene múltiples beneficios para el suelo.

#### 4.2. Adaptación de tecnologías o diseño.

- Para el diseño del nuevo corral para el ganado en la finca bella vista se toma de ejemplo lo que hace Cormacarena y el Comité de Ganaderos del Meta en la construcción de corrales con llantas en desuso en Villavicencio (Fedegan, 2017).



Fotografía 13: Corral de ganado.

Fuente: Pinterest Autor: Luis Valenzuela, 2023.



Fotografía 14: Corral de ganado.  
Fuente: Pinterest Autor: Luis Valenzuela, 2023.

En la fotografía 13 y 14 se evidencia cómo sería la construcción y el diseño del nuevo corral fabricado con llantas en la finca bella vista.

El corral tendrá las siguientes medidas: 6 metros de ancho y 12 de largo, la finca bella vista posee entre 40 y 45 cabezas de ganado y para realizar dicho diseño se requieren aproximadamente 80 llantas, ya que al poner el caucho de la llanta recto la medida es de dos metros.

Para el lado que tiene 6 metros se pone una llanta cada dos metros, es decir; 3 llantas y por las 4 secciones que van hacia abajo serían 12 llantas, como el corral cuenta con dos lados de 6 metros el total para esa sección serían 24 llantas. Para el lado de 12 metros se ponen 6 llantas y por las secciones que son 4 hacia abajo serían 24 y el corral tiene 2 caras de 12 metros serían 48 llantas, esto sumaría en total 72 llantas. Se hace el cálculo con 80 llantas aproximadamente por si alguna no se encuentra en óptimas condiciones o si se requiere algún otro elemento o diseño para el corral.

- Biodigestor: Se realiza la adaptación a la pocilga de los cerdos el biodigestor casero con el fin de darle una correcta disposición evitando los vertimientos caudados y dándole aprovechamiento y generando biogás y que los habitantes de la finca bella vista no tengan que comprar ni utilizar más la pipeta de gas que habitualmente utilizan.

Los habitantes de la finca bella vista actualmente poseen 6 cerdos entonces el diseño del biodigestor no necesita ser de gran tamaño, la pocilga que los habitantes construyeron es para un máximo de 8 animales entonces el biodigestor que se pretende diseñar se adapta

de manera correcta para el manejo del estiércol, el lodo digerido del biodigestor casero se puede usar como abono orgánico en el jardín de la finca bella vista. (Herrero, 2008).

Los materiales necesarios para la edificación del biodigestor comprenden tanques, tubos de PVC con sus respectivos accesorios, segmentos de tubería para gas, adhesivos y algunas herramientas. Todos estos elementos son de fácil obtención, y los habitantes de la finca Bella Vista pueden adquirirlos en la ferretería del pueblo sin complicaciones.

Pasos para la construcción del biodigestor:

- I. Preparación del tanque colector de gas: El tanque más pequeño de 500 litros de capacidad debe cortarse por la parte superior (Solarpedia, 2023).



Fotografía 15: Tanque plástico.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 15 se observa cómo debe quedar el primer tanque que es el más pequeño para la fabricación el biodigestor.

- II. Preparación del tanque digestor: La parte superior del tanque debe ser cortada y retirada, asegurándose de que el ancho del corte sea suficiente para permitir el movimiento libre del tanque colector de gas que se instalará en su interior. (Solarpedia, 2023).



Fotografía 15: Tanque plástico.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 16 se observa cómo debe quedar el segundo tanque que es el más grande para la fabricación del biodigestor.

- III. Instalar la tubería de entrada y salida en el tanque digestor: El codo de 120 mm de diámetro con puerta debe ser ensamblado en la parte inferior del tanque digestor. Además, el tubo de 50 mm de diámetro y 300 mm de longitud debe ser colocado en la parte superior del digestor para facilitar la salida de los lodos. (Solarpedia, 2023).



Fotografía 17: Codo plástico.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 17 y 18 se observa cómo debe quedar la instalación de los codos y tubos en los tanques.



Fotografía 18: Tanque y tubo plástico.  
Fuente: Solarpedia, 2023



- IV. Guía sobre el digestor para el colector del gas: Se debe proporcionar algún tipo de guía al tanque digestor para facilitar el movimiento hacia arriba y hacia abajo del tanque colector de gas (Solarpedia, 2023).



Fotografía 19: Tanque plástico.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 19 se observa cómo debe quedar la instalación de los tubos guía para permitir el buen movimiento del tanque colector de gas.

- V. Instalación de manguera de gas en el tanque colector (Solarpedia, 2023).



Fotografía 20: Manguera para gas.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 20 se observa cómo debe quedar la instalación de la manguera de gas que permitirá el paso del biogás a la estufa.

VI. Conectar los dos tanques: Colocar el tanque colector de gas sobre el tanque digestor, asegurándose de que los acopladores de guía ubicados en los lados del tanque de gas encajen sobre los acopladores del digestor (Solarpedia, 2023).



En la fotografía 21 se observa cómo debe quedar la instalación de los dos tanques para dar por terminada la construcción del biodigestor.

Fotografía 21: Tanque plástico biodigestor.  
Fuente: Solarpedia, 2023

- Reforestación: En el año 2019 Jiménez y Ramos realizaron una reforestación en el municipio de San Juan de Rio Seco, mismo municipio donde se encuentra ubicada la finca bella vista, se tomó de ejemplo las especies forestales y frutales que en esa ocasión se sembraron en el municipio ya que se adaptan al clima y pueden ser sembradas en la finca bella vista.

Especies forestales que se pueden plantar en la finca bella vista:

Nombre común	Nombre científico
○ Floramarillo	Tabebuia Ocharacea
○ Cedrillo	Tabebuia sp.
○ Ocobo	Tabebuia Rosea
○ Samán	Pithecellobium Saman

Especies frutales que se pueden plantar en la finca bella vista:

Nombre común	Nombre científico
--------------	-------------------

- Naranja                      Citrus aurantiaca Swingle
- Limón                         Limon Swinglea
- Mango                        Magnifera Indica

- Aerogenerador casero: Se realiza la adaptación del aerogenerador de eje vertical a la estructura de la vivienda, los habitantes de la finca no tienen acceso a una electricidad digna y la toman de manera ilegal de un poste de luz que se ubica a pocos metros de la casa, este aerogenerador lograra que los habitantes no tengan necesidad de seguir tomando la electricidad ilegal y tenga energía limpia, amigable con el medio ambiente y cubrir sus necesidades energéticas.

El aerogenerador puede ser instalado en cualquier lugar de la vivienda ya que no necesita algún lugar específico, capta el viento en cualquiera de las direcciones, no necesita control de orientación (SL, 2021). Esta carga eléctrica será almacenada en una batería recargable portátil y puede ser utilizada posteriormente para diversas aplicaciones que demanden una baja potencia eléctrica, tales como recargar las baterías de móviles, ordenadores portátiles, baterías recargables de baja tensión e iluminar una parte del hogar (Diago, 2019).

Los materiales y herramientas que se necesitan para la construcción del aerogenerador deben ser de buena calidad como el PVC y los pueden conseguir en la ferretería del pueblo.

Pasos para la construcción del aerogenerador:

- i. Corte de los tubos PVC: Los tubos pueden ser nuevos o usados pero que se encuentren en perfecto estado, si la tubería es nueva y tiene un extremo cortado de fábrica lo aprovechamos, el tubo debe ser cortado a 30 cm con corte recto (Solarpedia,2023).



Fotografía 22: Tanque plástico biodigestor.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 22 se observa cómo deben quedar los cortes de los tubos PVC para el aerogenerador.

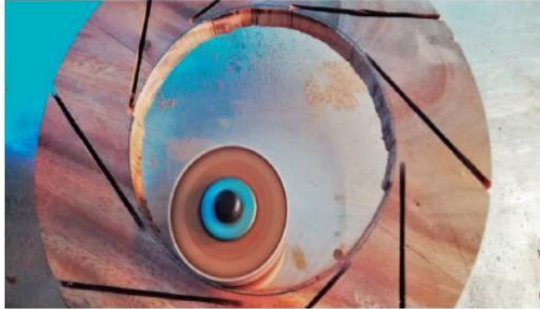
- ii. Cortar y ensamblar las partes del rotor Savonius: Asegurarse de que los tramos de la tubería estén firmemente fijados a su base de apoyo y en la posición adecuada. Estas bases deben quedar paralelas entre sí después de haber sido unidas (Solarpedia, 2023).



Fotografía 23: Corte y pegada del tubo PVC.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 23 se observa cómo deben quedar los cortes de los tubos PVC y las bases paralelas para que en su respectiva pegada coincidan las piezas.

- iii. Acondicionamiento de la base circular y los deflectores: Se realiza un orificio circular de 19 cm de diámetro a la base circular de madera. Luego realizar las marcas donde los deflectores descansaran verticalmente (Solarpedia, 2023).



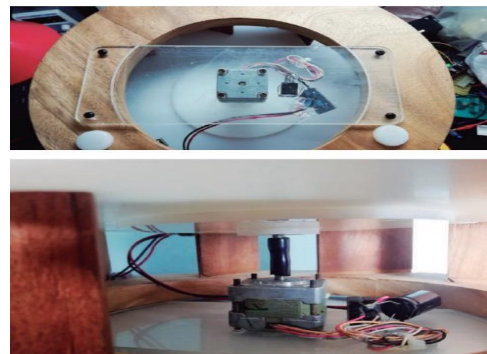
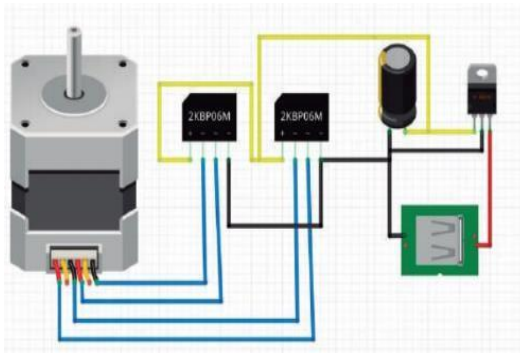
En la fotografía 24 se observa cómo deben los cortes de la madera para poner los reflectores.

Fotografía 24: Corte de la madera en la base.  
Fuente: Solarpedia, 2023

- iv. Conexiones eléctricas y cableado: La interconexión de los componentes que constituirán el grupo electrógeno, como se ilustra en la figura 4, es de fácil ejecución. Aunque es posible utilizar una matriz de diodos Schottky para optimizar la eficiencia, la presencia de estos dos módulos rectificadores simplificará considerablemente la tarea de realizar las conexiones eléctricas (Solarpedia, 2023).

#### Figura 4

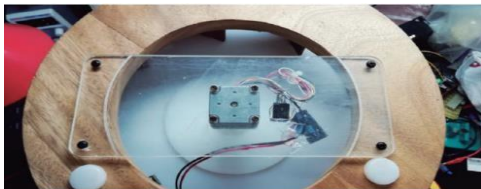
##### Cableado eléctrico



*Nota:* La figura 4 y la fotografía 25 muestra el motor y el cableado para que el aerogenerador funcione correctamente.

Fuente: Solarpedia, 2023.

- v. Asegurar los componentes electrónicos a la placa de soporte y a la base del aerogenerador: Para la unión del eje del motor y el Rotor Savonius, podría ser práctico utilizar un segmento pequeño de manguera flexible de silicona con un diámetro interno de aproximadamente 4 mm y una extensión de alrededor de 6 cm. Asimismo, el regulador se fija en la base mediante adhesivo y se conecta al puerto USB



Fotografía 25: Componentes eléctricos.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 25 se observa cómo deben ir el motor conectado a la base del aerogenerador.



Fotografía 26: Aerogenerador casero.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 26 se observa cómo quedaría el diseño y la estructura del aerogenerador casero de eje vertical.



- Panel solar: La instalación del panel solar casero se hace con el fin de apoyar el funcionamiento del aerogenerador cuando hay días de más luminosidad para reducir y sustituir el consumo de electricidad ilegal y así alimentar energéticamente la vivienda y la batería de la cerca eléctrica que se utiliza para el ganado.

Los materiales y herramientas que se necesitan para la construcción del panel solar deben ser de calidad y los pueden conseguir en la ferretería del pueblo.

Pasos para la construcción del panel solar:

1. Construcción de caja solar: Un panel solar es una caja que contiene una matriz de células solares interconectadas la estructura puede ser de madera contrachapada de 1 cm de espesor, recordemos que este panel tendrá 36 celdas solares de 3 X 6 pulgadas (76 x 156 mm (Solarpedia, 2023). Se recomienda realizar orificios de ventilación y que tengan un tamaño de al menos 6 mm de diámetro, para mantener el polvo y los bichos fuera del panel.



Fotografía 27: Aerogenerador casero.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 27 se observa cómo debe ser la estructura de la caja que apoyara las células solares.



Fotografía 28: Aerogenerador casero.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 28 se observa como deben quedar los agujeros, para el diseño del panel solar.



Fotografía 29: Aerogenerador casero.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 29 se observa cómo deben quedar los agujeros, para el diseño del panel solar con el fin de proteger las células solares de la intemperie, el panel deberá contar con un frente de plexiglás. El granizo y los escombros voladores que normalmente romperían el vidrio, con el plexiglás simplemente rebotarán.

2. Soldar y pegar las células solares en el panel: Se comienzan con solo dos celdas al revés y se colocan las lengüetas de soldadura del frente de una celda a través de los puntos de soldadura en la parte posterior de la otra celda. Asegúrese de que el espacio entre las celdas coincida con el patrón de cuadrícula (Solarpedia, 2023).

Luego se procede a pegar las células solares, las celdas y el panel en el que están montadas se expandirán, contraerán, flexionarán y deformarán con los cambios de temperatura y humedad. Si se pega las celdas con demasiada fuerza al tablero, se agrietarán con el tiempo, pegarlas en un solo punto en el centro permite que las células floten libremente sobre el mismo (Solarpedia, 2023).





Fotografía 30: Aerogenerador casero.  
Fuente: Solarpedia, 2023

En la fotografía 30 se observa cómo deben quedar las células pegadas y soldadas para que el panel solar funcione correctamente.

3. Instalación de diodo de bloqueo: este diodo evitará que se descarguen las baterías durante la noche o cuando este nublado.
4. Agregar enchufe: Para terminar, se agrega un enchufe de dos pines al final de los cables del panel, se conectará un enchufe hembra de acoplamiento a un controlador de carga para proteger la batería de sobretensiones que pueden generarse durante la operación.



Fotografía 31: Panel solar casero.  
Fuente: Solarpedia, 2023.

En la fotografía 31 se observa cómo debe quedar el diseño del panel solar.

- Calentador de agua casero: Un calentador solar es un aparato que utiliza el calor del sol para calentar alguna sustancia, en este caso utilizamos esa energía solar para calentar agua. Los materiales que se utilizaran en este calentador son de bajo costo incluso algunos materiales reciclados se pueden utilizar (Armenta et al., 2018).

Los materiales para la construcción son de fácil accesibilidad y de recursos disponibles algunos de estos materiales son reciclados y permiten que los habitantes de la finca no deban hacer inversiones económicas altas.

Pasos para la construcción del calentador de agua casero:

- a. Se elabora el contenedor de agua, el cual se conectará más adelante al tanque de reserva de la vivienda destinado a almacenar el suministro de agua para los residentes de la finca. Se procede al corte de dos tramos de tubería de 110 cm, otros dos de 30 cm y dos más de 10 cm. A continuación, se efectúa una perforación en uno de los tapones del recipiente para instalar el conector hembra destinado a la manguera de entrada de agua fría, ubicándolo en la parte inferior del depósito. Seguidamente, se realiza otra perforación en el tapón del extremo opuesto para insertar la llave con conexión macho destinada a la manguera de salida de agua caliente, situada en la parte superior del contenedor (Armenta et al., 2018).
- b. Después, se procede a insertar los recipientes ya armados en los tubos de cobre y se cierran los extremos de la tubería mediante la colocación de tapones en los conectores macho. Es crucial pintar hasta la mitad las botellas con pintura negra; la parte no pintada se ubicará en la parte superior de la botella, por donde penetrarán los rayos solares.



Fotografía 32: Botellas con tubos de cobre.  
Fuente: Armenta et al., 2018.

En la fotografía 32 se observa cómo deben quedar las botellas y los tubos de cobre luego se procede a pintar las botellas de color negro.

Después de su ensamblaje, se logra el diseño siguiente. Se conectó a la fuente de agua para verificar su funcionamiento. Como se puede notar, el calentador de agua es desmontable; las tuberías se desconectan y, a su vez, se separan del tanque de almacenamiento del agua caliente, lo que simplifica su utilización



Fotografía 33: Calentador de agua casero.  
Fuente: Armenta et al., 2018.

En la fotografía 33 se observa cómo quedaría el diseño final y la infraestructura del calentador de agua casero.

- Compostaje: Hacer implementación del compostaje en la finca bella vista atrae beneficios significativos para el medio ambiente y a su vez para la misma finca.

Realizar el proceso en un tanque o barril, es una de las alternativas de bajo costo ya que se puede realizar la reutilización de algunos envases y evitaría la compra y se aprovecha uno que

se encuentre en desuso, para su diseño se realizan varias hileras de perforaciones a lo largo del recipiente para permitir la circulación de aire y que drene el exceso de humedad que se pueda presentar, debe colocarse sobre un soporte que permita la circulación de aire en el fondo del recipiente (Docampo, 2014).

## Figura 5

*Tanque compostaje*



*Nota:* La figura 5 muestra el diseño de los orificios para que el tanque y el compostaje sea adecuado. Fuente: (Docampo, 2014).

Materiales que no se pueden utilizar para el compostaje:

- ✓ Cartón, Papeles de colores, revistas ilustradas, tetra brik, envoltorios metalizados o plastificados, Restos de comidas elaboradas, carnes, productos derivados de la leche y productos que contengan levaduras o grasas, pañales desechables, excretos de perros o gatos, el uso de estos materiales dañaría por completo el procedimiento o el compostaje.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.3 Diseño final de la finca.

Para ver el diseño final de la finca con la implementación de las tecnologías ver anexo 2.

En el diseño final de la adaptación de tecnologías en la finca se realizó el diseño del corral para el ganado utilizando llantas en desuso de los carros, la infraestructura del corral irá donde

actualmente es el corral, pero con el nuevo diseño. Evitando que los animales salgan de allí y causen contaminación y evitando la turbidez en el cuerpo de agua. Para el biodigestor se realiza el diseño y se hace la adaptación a la infraestructura de la pocilga de los cerdos y realizando las conexiones directamente a la estufa de los habitantes de la finca. La reforestación cumple un papel importante en la finca bella vista porque el ganado debe ser desplazado constantemente de lugar afectando la cubierta vegetal y el suelo, los árboles mencionados anteriormente pueden ser ubicados de manera dispersa en la finca.

El diseño del aerogenerador se hace con materiales caseros y de fácil acceso para los habitantes de la finca, se instala en el tejado de la finca para que la captación del viento sea más eficiente, igual que el panel solar que sea de apoyo para el aerogenerador y poder alimentar la vivienda y la cerca eléctrica que se utiliza en la finca bella vista. El calentador casero se instalará en el tejado al lado del tanque de reserva que capta el agua para el consumo de los habitantes, para que el calentamiento del agua sea más eficiente y no tenga que ser trasladado constantemente.

## **CONCLUSIONES**

- La exhaustiva revisión de información primaria y secundaria fueron fundamentales para establecer las bases sólidas necesarias para el desarrollo de este proyecto. La recopilación y análisis de fuentes de información han proporcionado una comprensión profunda del contexto y las investigaciones previas relacionadas con el tema, permitiendo así una fundamentación robusta. Esto con el fin de garantizar que las decisiones y diseños tomados se basarán en una comprensión sólida de las mejores prácticas y tecnologías disponibles en

el campo de las energías renovables y la gestión de residuos aplicables a fincas rurales en este caso la finca Bella vista.

- La caracterización detallada de la información obtenida mediante criterios de búsqueda específicos, tales como tecnologías limpias, energía solar, energía eólica, aerogeneradores y aprovechamiento de residuos, entre otros, han sido esencial para el desarrollo y enriquecimiento del proyecto. Este proceso ha permitido identificar de manera precisa las tendencias, avances y desafíos relacionados con el estudio. La aplicación rigurosa de criterios de búsqueda ha contribuido a seleccionar y organizar de manera efectiva la información relevante, proporcionando una base sólida para las etapas subsiguientes del proyecto.
- La identificación de tecnologías limpias adaptadas a las condiciones específicas de la finca demuestra un enfoque práctico y contextualizado para que sea efectivo y viable y que los habitantes de la finca lo puedan adaptar de manera satisfactoria, A través del análisis y la evaluación de impacto ambiental, se logró destacar las soluciones que mejor se ajustan a las particularidades de la finca. Este proceso no solo arroja luz sobre las posibilidades tecnológicas disponibles, sino que también proporciona una guía precisa para la implementación de medidas sostenibles y eficientes. La identificación de estas tecnologías no solo contribuye a la optimización de los recursos disponibles en la finca, sino que también establece una base sólida para el diseño y la implementación de estrategias medioambientales que benefician la finca y su entorno.
- La culminación del diseño de adaptación de las tecnologías a la infraestructura física de la finca representa un aspecto importante hacia implementación efectiva de soluciones

sostenibles. Este proceso ha implicado la integración meticulosa de las tecnologías identificadas con la infraestructura existente, considerando factores como la viabilidad técnica, económica y ambiental para que el proyecto sea factible y que pueda llevarse a cabo con éxito. Este diseño de adaptación proporciona una ruta práctica y viable para la implementación de medidas sostenibles en la finca, marcando soluciones ecoamigables y eficientes para el entorno agrícola.

## **CONTRIBUCIONES Y RECOMENDACIONES**

Se recomienda tomar los resultados de este trabajo y el enfoque que se hizo para poderse aplicar en otras fincas y en otros sitios que requieran este tipo de tecnologías y aprovechamientos. Se recomienda continuar con la investigación ya que existen otras fuentes de energías renovables que no se pudieron aplicar en este documento, pero si se pueden aplicar en otras fincas como las mini hidroeléctricas.

Para las fincas o establecimientos más grandes en los que se quiera aplicar estas tecnologías, se recomienda un panel solar más grande para generar la capacidad energética que se requiera o el uso de nuevas tecnologías para aumentar la oferta energética. Para las fincas donde la cantidad de los marranos sea mayor se recomienda el uso de un tanque con más capacidad o realizar varios tanques con el diseño propuesto, con el fin de que sea aprovechado todo el residuo generado por los cerdos.

## REFERENCIAS

Agricultura y el Grupo Banco Mundial. (s. f.). World Bank. <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview>

Algarín, C. R., & Álvarez, O. R. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *Espacios*, 39(10).

Armenta Josué, Zaragoza José A, Ortega Francisca, Juárez José Luis, Cabrera Rebeca. CALENTADOR SOLAR DE AGUA. In El Congreso Internacional Argos es organizado por la Academia Estatal de Ingeniería Industrial de Baja California AC, que está conformada por los maestros del área de los Institutos Tecnológicos de Ensenada, Mexicali y Tijuana, pertenecientes al Tecnológico Nacional de México. (p. 83).

Banga, C. (2022). El papel de las energías limpias en el desarrollo del turismo sostenible: ¿el uso de energías renovables ayuda a mitigar la contaminación ambiental? Un análisis de datos de panel. Obtenido de [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Barredo Portillo, A. M. (2023). Comunicación y sostenibilidad. Plan de Comunicación para la Agencia de Innovación y Desarrollo Económico de Valladolid.

Calle, Z., Murgueitio E., 2020. Árboles nativos para predios ganaderos. Especies focales del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. CIPAV, Cali Colombia. 346 p.

CAR. (2022). DGOAT. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/63f7c23aadb35.pdf>

Connor, M., de Guia, A. H., Pustika, A. B., Sudarmaji, Kobarsih, M., & Hellin, J. (2021). Rice farming in central Java, Indonesia—adoption of sustainable farming practices, impacts and implications. *Agronomy*, 11(5), 881.

Creus, A., Creus Solé, A. (2014). Energías renovables. Colombia: Ediciones de la U.

Cundinamarca, G. d. (25 de noviembre de 2020). Mapas y Estadísticas de Cundinamarca. Obtenido de <https://mapas.cundinamarca.gov.co/documents/municipio-de-beltran/explore>

DANE. (s.f.). Geoportal. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/informacion-veredas.xls>

De Kuyper, J. C. V., Ramírez, S. (2020). Fuentes de energía. España: Marcombo.

Diago Vidal, C. (2019). Diseño de un aerogenerador Savonius para uso doméstico.

Docampo, R. (2014). Guía de compostaje en pequeña escala. *Rev. INIA Uruguay*, 38, 46-49.

Dorado Díaz, Y. A. (2017). Formulación de la agenda ambiental municipal de Beltrán Cundinamarca (Doctoral dissertation).



Eraso Ordóñez, I. M. (2019). Construcción en Guadua: Una experiencia desde la granja de Mamá Lulú. Universidad Piloto de Colombia.

Fedegan. (07 de junio de 2017). En meta promueven los corrales hechos con llantas en desuso <https://www.fedegan.org.co/noticias/en-meta-promueven-los-corrales-hechos-con-llantas-en-desuso>

Fernández-Cortés, Y., Sotto-Rodríguez, K. D., & Vargas-Marín, L. A. (2020). Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. *Producción+ Limpia*, 15(1), 93-110.

Freeman, K. K., Valencia, V., Baraldo, J., Schulte, R. P., & van Zanten, H. H. (2022). On-farm circular technologies for enhanced sustainability: The case of Uruguay. *Journal of Cleaner Production*, 372, 133470.

García Marín, M. E. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción+ Limpia*, 11(2), 161-168.

García-Yuste, S. (2020). *Sustainable and Environmentally Friendly Dairy Farms*. Springer.

Gobernación de Cundinamarca. URPA (2018). Bogotá, Colombia.

Hernández, M. A. C., & López, C. W. S. (2023). Diseño de biodigestor casero para producción de biogás y fertilizante. *Revista Multidisciplinaria de Investigación-REMI*, 2(1), 65-71.

Herrero, J. M. (2008). *Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación*. Jaime Marti Herrero.

IDEAM. (2005). Distribución espaciotemporal de las variables del clima. En: *Atlas climatológico de Colombia*. p 77–78. Bogotá.

Jiménez Campos, V. & Ramos Domínguez, A. I. (2019). La participación comunitaria como factor relevante de la experiencia de reforestación en la microcuenca del río Paramito en San Juan de Río seco-Cundinamarca (2015-2016).. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/24937>.

Londoño, S., Emith, Y., Juvinao, L., & Daniel, D. (2020). Tecnologías limpias para la mejora de la gestión ambiental de la minería de sal en La Guajira, Colombia. *Prospectiva*, 18(2), 13.

López Núñez, R. (2015). Uso de compost en agricultura urbana: beneficios agronómicos y ambientales.

Marco Brown, O. L., & Reyes Gil, R. E. (2003). Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura. *Interciencia*, 28(5), 252-259.

Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. (s. f.). <https://www.fao.org/3/V5290S/v5290s29.htm>

Osorio Gomez, R. (2021). Paneles solares: aprendiendo sobre energías renovables en la institución educativa El Vergel de Tarqui Huila (Doctoral dissertation, Panamá: Universidad UMECIT, 2021.).

Peralta, D. y Barrios, C. (28 de Julio de 2012). Proyecto de creación de una fundación para el manejo y tratamiento de los residuos sólidos reciclables. Obtenido de Repositorio de ESPOL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/21085>

Pérez Espejo, R. (2008). El lado oscuro de la ganadería. *Problemas del desarrollo*, 39(154), 217-227.

Pomboza-Tamaquiza, P., Carrasco-Silva, A., Barros-Rodríguez, M., Muñoz-Espinoza, M., Artieda-Rojas, J., Espinoza-Vaca, S., ... & Velástegui-Espín, G. (2016). Granjas sostenibles: integración de sistemas agropecuarios. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 19(2), 93-99.

Pulido Buitrago, A. M. (2011). Prevalencia y factores de riesgo asociados a parasitismo intestinal en niños escolares del municipio de Pulí, Cundinamarca.

Residuos agrícolas y residuos ganaderos. (s. f.). Bioenergía y seguridad alimentaria rápida (BEFS RA). <https://www.fao.org/3/bp843s/bp843s.pdf>

Robles, J. A. J. (2017). Turismo solidario y comunitario en Chaguaní y Pulí (Cundinamarca), una alternativa económica sustentable. *Anuario Turismo y Sociedad*, (20), 249-263.

SDGF. (s.f.). Objetivos de desarrollo sostenible. Obtenido de: sustainable development goals fund

Silva, E. (2018). CAR. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/informacion-veredas.xls>

Singh, G., & Arya, S. K. (2021). A review on management of rice straw by use of cleaner technologies: Abundant opportunities and expectations for Indian farming. *Journal of Cleaner Production*, 291, 125278.

S.L, I. B. (2021). Aprovechamientos de energías renovables. Colombia: Ediciones de la U.

Solarpedia. (2023, septiembre 12). Cómo construir un biodigestor casero paso a paso <https://www.solarpedia.info/inventos-ecologicos-caseros/como-construir-un-biodigestor-casero/>

Trespalacios, J., Blanquicett, C., & Carrillo, P. (2018). Gases y efecto invernadero. BASILEA. [https://www.academia.edu/38002440/Gases\\_y\\_Efecto\\_invernadero](https://www.academia.edu/38002440/Gases_y_Efecto_invernadero).

Vanegas, F. J. (2008). Aplicación de la energía renovable: paneles solares (Doctoral dissertation).

Venegas<sup>1</sup>, J. A. V., Salvador, A. P., & del Valle Sánchez, M. (2015). Energía renovable una opción de competitividad en granjas porcinas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1.