



PROYECTO DE INTEGRACIÓN

INFORME FINAL

ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA AGRO-
VOLTAICA EN EL MUNICIPIO DE COGUA CUNDINAMARCA**DESARROLLADO POR:**

LUIS JAVIER MORA DAZA

VLADIMIR ALFONSO BALLESTEROS BALLESTEROS

VENUS NATALIA RODRÍGUEZ GUZMÁN

TUTOR:

INGENIERA MÓNICA MERCEDES MORA FORERO

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERÍA
VILLAVICENCIO- BOGOTÁ, D.C.
2022

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	5
3.	OBJETIVOS.....	7
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	7
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	8
5.	JUSTIFICACIÓN.....	11
6.	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	13
7.	MARCO DE REFERENCIA	15
8.	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES.....	19
8.1.	AMBIENTALES	19
8.2.	ECONÓMICAS	20
8.3.	LEGALES.....	20
8.4.	SALUD Y SEGURIDAD	21
8.5.	SOCIOCULTURALES	22
9.	METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN Y DESARROLLO DE LA	

SOLUCIÓN 23

9.1. ESTABLECER LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON ENERGÍA AGRO-VOLTAICA.....	
9.1.1. Caracterización técnica y aspectos climatológicos	23
9.1.2. Documentación de proceso y funcionamiento actual.....	25
9.2. DESARROLLAR UN ESTUDIO FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON ENERGÍA AGRO-VOLTAICA.	26
9.2.1. Establecer el modelo financiero	26
9.2.2. Análisis de capacidades.....	26
9.3. ANALIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON ENERGÍA AGRO-VOLTAICA.....	27
9.3.1. Recolección de información.....	27
9.3.2. Identificación de limitaciones	44
10. ANÁLISIS DE COSTOS	46
11. CONCLUSIONES.....	51
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1. RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente se ha pensado a nivel global el ahorro de recursos como el agua y la energía ya que son parte fundamental del sector agropecuario; por lo que implementándole a este mismo sector la producción de energía agro-voltaica, se conocerán las diferentes estrategias en cuanto a su función, ventajas y desarrollo sostenible tanto para nuestros campos como para nuestros agricultores (campesinos).

La energía agro-voltaica es una fusión, ya que se combinan elementos de la agricultura y la energía fotovoltaica. Esto se logra por medio de la instalación de paneles solares en determinados cultivos, contribuyendo con estos mismos, pues mantienen y conservan la humedad del suelo, garantizando el uso eficiente del agua para riego, protegiendo a la vez a las plantas del exceso de luz directa (sol) a determinadas horas del día, produciendo energía que puede ser aprovechada para el funcionamiento energético donde se encuentre la siembra (granja, finca).

Por lo que el beneficio agrícola que ofrecería la energía agro-voltaica los cultivos que mejor se podrían beneficiar son las plantaciones hortícolas y la viticultura, sin embargo, con el paso del tiempo la lista de cultivos que se beneficiarían por medio de esta energía será cada vez más alta. Al hablar de la producción de energía aplicando el método de instalación de paneles solares sobre el terreno de un cultivo; se conocería como un sistema agro voltaico el cuál iría aumentando la producción de energía solar, ya que, gracias al entorno fresco generado por los cultivos bajo los paneles, lograrían disminuir los problemas vinculados a las altas y bajas temperaturas asociados al cambio climático.

Keywords: Agro-voltaica, agricultura, cultivos, energía solar, paneles solares.

2. INTRODUCCIÓN

Actualmente a nivel global, la energía solar fotovoltaica, es una de las tecnologías renovables en la era moderna más eficientes, que demandan la ocupación de superficies de tierra cada vez más grandes en donde los paneles solares muchas veces se presentan como una “competencia”, en el campo de la agricultura por el uso de los terrenos.

El cambio climático es una de las problemáticas que demanda más atención en la actualidad, esta afectara de manera directa en el futuro de la humanidad. Las actividades relacionadas con la agricultura y los combustibles fósiles son dos componentes fundamentales dentro de la afectación o mitigación del cambio climático, ya que dentro de sus afectaciones generan el calentamiento global por las emisiones de gases invernadero, las soluciones actuales más viables son las energías renovables, permitiendo una agricultura sostenible

“El agro voltaica proporciona una solución eficaz, eficiente e innovadora a la competencia por el uso del suelo mediante la creación de sinergias entre las energías renovables y la agricultura, al tiempo que promueve el desarrollo rural sostenible y la protección de la biodiversidad y el ecosistema. Este es uno de los principales objetivos del llamado Green Deal, que establece una serie de medidas encaminadas a favorecer la descarbonización del sector y en el que la Agro voltaica juega un papel fundamental.” (Agrovoltaic, n.d.)

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y analizar la viabilidad de implementación de un sistema generado por medio de la energía agro-voltaica en el municipio de Cogua Cundinamarca.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir los requerimientos de las instalaciones agro-voltaicas
- Analizar el impacto ambiental que generan las instalaciones agro voltaicos
- Desarrollar estudio financiero para realizar la respectiva instalación por medio de la energía agro-voltaica.

4.DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en el área de la agricultura existen factores como el cambio climático, la falta de inversión en productos que se requieren para la agricultura debido al incremento del precio del dólar, los desastres naturales entre muchos otros que ponen en riesgo la siembra y cosechas de hortalizas y frutas debido al cambio climático extremo que se ha venido presentando en el mundo, Colombia no es la excepción sea por las heladas o por el incremento en la temperatura en ciertas épocas del año, los cultivos se ven afectados.

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes en el mundo ya que sin ellas la humanidad se vería enfrentada a problemas de hambruna, al verse afectada y enfrentada a efectos de cambio climático en muchos países del continente Asiático y Europeo tales como; Asia, España, Inglaterra, China, Japón entre muchos otros, han propuesto estrategias para la utilización de recursos renovables para la producción de energía eléctrica y el aprovechamiento del mismo para generar impactos menores ambientales con el fin de satisfacer las necesidades de energía que se necesitan para la agricultura y cada uno de sus procesos junto a la conservación de los recursos energéticos no renovables y el desarrollo regional.

La contaminación ambiental que se genera por la electricidad, las fuentes de energía de tipo convencional aumentan los costos de la energía eléctrica, ya que se aumenta la demanda de este recurso energético por el crecimiento poblacional, el desarrollo de tecnologías dependientes de la electricidad, entre otros.

Al desarrollar alternativas basadas en el aprovechamiento de recursos renovables, como lo es la energía solar la cuál es inagotable y alternativa, esto representa a largo beneficios para lograr satisfacer las necesidades energéticas, en especial en aquellos cultivos que se presentan en

el municipio de Cogua (Cundinamarca), en las cuales se reflejan tales como la lechuga, la papá, la arveja, inclusive el cultivo de flores.

De acuerdo con el artículo de la página Web Agronotips “Tecnología y proyectos de energía agro-voltaica” (Agronotips-2022): *“La energía agro-voltaica o energía fotovoltaica agrícola es el uso simultáneo de la tierra para la agricultura y la generación de energía solar. Este enfoque eficiente está en constante evolución y genera una cantidad cada vez mayor de interés”* siendo fundamental la implantación de estas tecnologías en la agricultura.

Todas estas siembras pueden aplicarse el sistema de energía agro-voltaica más conocida como tecnología AGROPV, la cual en el país se ha visto de manera gradual debido a la falta de conocimiento en la misma, es importante analizar la viabilidad de proyecto para implementarlo inicialmente en este municipio y a futuro pensar en hacerlo en las regiones donde se presenta mayor demanda en siembra y cultivos como la región Andina y Caribe. La producción de energía agro-voltaica por medio de módulos solares distribuirá de manera espacial un sombreado en el cultivo de manera uniforme de la cual se obtendría de manera eficiente el uso correcto de tierra cultivada sin necesidad de refaccionar y desperdiciar unidades de tierra fértil para realizar el mismo proceso. Al implementarse este tipo de paneles o módulos entre los cultivos de Cogua permitirían que se logre compartir tierra y luz, protegiendo a la vez los cultivos de las

irradiaciones altas, logrando atenuar la temperatura en el suelo y reduciendo el consumo de agua por medio de la evapotranspiración que los paneles emiten por medio de la luz solar en tiempos que se presenten de sequía. Por ejemplo, para la siembra y cultivo de lechuga, esta planta al ser tolerante en la sombra y cultivarse bajo estos módulos lograría adaptar su morfología, creciendo con hojas mucho más anchas y logrando generar un valor económico en la productividad y el incremento de ingresos en sus agricultores.

Por ello es importante para este proyecto conocer si, ¿Qué se requiere para darle viabilidad al proceso de energía de energía agro-voltaica en el municipio de Cogua Cundinamarca, para el cultivo de hortalizas?

5. JUSTIFICACIÓN

Gracias a la energía solar, la cual es fuente energética que se puede transformar por medio de la radiación solar en electricidad permitiendo aumentar la competitividad, para los sistemas de la siembra y cosecha de plantaciones de todo tipo, permitiendo que la energía agro-voltaica se pueda implementar en veredas específicas ubicadas en el municipio de Cogua Cundinamarca, esto basándonos desde la experiencia y vivencia de uno de los integrantes que conformamos este importante grupo y quien vive en el municipio mencionado, por lo que se hace necesario analizar, investigar y desarrollar proyectos de la mano de los recursos naturales (energía solar) que permitan mejorar las capacidades agrícolas y logren un menor impacto en el medio ambiente, con tecnologías innovadoras y desde las necesidades de la población ya que están un poco alejadas de las grandes ciudades, estos lugares retirados requieren del acceso a las tecnologías innovadoras y tecnologías que se puedan implementar, usando el suelo con dos finalidades, dando un mejor aprovechamiento.

Se analiza la viabilidad de implementar por medio de módulos solares la energía agro-voltaica en los cultivos del municipio de Cogua, el objetivo es mejorar las condiciones de producción, logrando la protección de la siembra y cultivos en épocas de calor o sobre exposición solar, mejorando las condiciones y posibilidades para una cosecha exitosa y con mejor eficiencia.

En Colombia el uso de este tipo de energía no es común y puede ser una de las soluciones ante la contaminación y generación de CO₂, en lugares que son favorecidos por la luz solar, puesto que el clima en esta parte del país sería un espacio ideal en el cual las condiciones serían favorables para implantar estas tecnologías agro voltaicos o AGROPV, dado el informe anual que

expide el IDEAM; en el año 2021 por ejemplo, la temperatura promedio en Cundinamarca se encontraba alrededor de los 19°C

La importancia de generar fuentes alternas de energía que minimicen el impacto en el ambiente y que generen el mejor aprovechamiento de nuestros recursos hace que este tipo de proyectos sean importante y necesarios en estas zonas del país, donde las poblaciones están en condiciones de mejorar su impacto al medio ambiente.

Dado el análisis para la “Potencial Solar Fotovoltaico en la Región Central RAP-E” (2020) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y el Ministerio de Minas Y >Energía (2020); en Colombia para el año 2030 se contempla que el 10% de la energía consumida va a provenir de proyectos solares, este tipo de energía es de las que tienen mayores impactos positivos, sin aumentar el calentamiento global ya que no genera gases efecto invernadero ni desechos peligrosos y reduce el uso de combustible fósil.

Los usos de esta energía pueden darse para iluminación, para riego en las plantaciones y bombeo de agua, y en estos lugares es común que el fluido eléctrico no pueda llegar por su dificultad en la instalación y mantenimiento del mismo, por el contrario, la energía fotovoltaica aplicada en la agricultura es una opción de instalación que generara un impacto positivo, en Colombia no requiere de permisos para su instalación, genera beneficios a largo plazo. reducción de la huella de carbono e incentivos tributarios de acuerdo con la Ley 1715 de 2014.

6. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Se ha demostrado que los sistemas agro-voltaicos aumentan la productividad total de la tierra entre un 35% y un 73% (Energía, 2021). Las innovaciones de este modelo fomentan la convivencia y la interacción, aumentan el valor de la tierra y apoyan positivamente a las comunidades locales donde se implemente también, favorece la conservación de la naturaleza y ayuda a mantener los ecosistemas.

La luz solar es esencial en los cultivos, sin embargo, cuando la luz incide de forma directa sobre las plantas puede ser contraproducente, con los recientes estudios (Abidin, m. M,2021) que se han realizado se ha demostrado que la instalación de paneles solares en los cultivos permite que estos no tengan un exceso de luz solar logrando así un mejor funcionamiento y aumentando su producción (Energía, 2021).

Una de las mayores preocupaciones actualmente es el desperdicio y consumo excesivo de agua en los cultivos, la energía agro-voltaica genera un gran impacto debido a la sombra que genera este en los cultivos, logrando mantener húmedas las tierras por más tiempo, reduciendo el consumo y con ellos el desperdicio en fincas de este recurso comúnmente utilizado para el riego.

Como resultado, esto reduce el consumo de agua y mantiene los niveles de producción óptimos, es decir podemos tener el mejor aprovechamiento del recurso hídrico y reducir la cantidad de agua necesaria en cada uno de los riegos que se deben realizar.

Con este tipo de energía, cualquier sociedad puede beneficiarse de los productos derivados de determinados cultivos en zonas antes inaccesibles (áridas, desérticas, etc.). Esta

ventaja puede traducirse en una mayor generación de empleo en zonas rurales o remotas, en accesibilidad para estas comunidades y alternativas de producción.

Teniendo en cuenta las características de este tipo de sistemas y el lugar en la cual se va a implementar. Se procedió a identificar cuáles son las variables para tomar en cuenta a la hora de tomar decisiones.

El proyecto tiene la necesidad de analizar la viabilidad para la producción de energía agro-voltaica en el municipio de Cagua Cundinamarca: Para lograr analizar la viabilidad del proyecto se tendrán en cuenta los siguientes pasos:

Tabla 1. Características viabilidad del proyecto:

CARACTERÍSTICAS
<ul style="list-style-type: none">• Tipo de panel solar<ul style="list-style-type: none">• Dimensiones• Peso• Material• Estación de control y carga<ul style="list-style-type: none">• Fiabilidad• Disponibilidad• análisis de Costos• Población

Fuente: Elaboración propia (2022)

7. MARCO DE REFERENCIA

7.1. MARCO CONCEPTUAL:

Para este primer marco se tienen en cuenta artículos de tipo científicos e investigativos con el fin de comprender los conceptos relacionados con la energía agro-voltaica:

5.1.2. AGROVOLTAICA: Permite por medio de la instalación de paneles solares fotovoltaicos fortalecer el crecimiento de cualquier tipo de cultivos, aprovechando la energía solar, la reducción de evaporación y aumento de la humedad del suelo.

5.1.3. ENERGIA: ENERGIA: La capacidad de realizar un trabajo. Puede existir en forma potencial, cinética, térmica, eléctrica, química, nuclear u otras formas diversas. Además, hay calor y trabajo, es decir, energía en el proceso de transferencia de un cuerpo a otro. Una vez transferida, la energía siempre se designa según su naturaleza. Por tanto, el calor transferido puede convertirse en energía térmica, mientras que el trabajo realizado puede manifestarse en forma de energía mecánica. (The Editors of Encyclopedia Britannica, 2022)

5.1.4. ENERGIAS RENOVABLES: La energía renovable es energía derivada de fuentes naturales que se reponen a un ritmo más alto de lo que se consumen. La luz del sol y el viento, por ejemplo, son fuentes que se renuevan constantemente. Las fuentes de energía renovable son abundantes y están a nuestro alrededor. (United Nations, n.d.)

PANELES SOLARES

Los paneles solares son una serie de células fotovoltaicas que se utilizan para aprovechar y convertir la luz del sol y convertirla en energía utilizable para nuestras necesidades eléctricas. hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo) que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones). (Bailey, 2021)

En los paneles solares, cuando hay luz solar, una célula solar se comporta casi como una batería. La luz solar recibida separa los electrones de modo que forman una capa de carga positiva y una de carga negativa en la célula solar; esta diferencia de potencial genera una corriente eléctrica. Estos paneles se conectan a su vez a una batería que almacena la electricidad generada y es esta carga la que se utiliza. Los paneles solares se componen de células fotovoltaicas (PV), que convierten la luz solar en electricidad de corriente continua (DC) durante las horas del día. Celsia. S.A. (2018)

5.1.5

5.1.6 INVERSOR DE VOLTAJE: Es un dispositivo electrónico capaz de convertir la corriente directa (CD) a corriente alterna (CA). El objetivo de un inversor es la conversión de un voltaje de entrada en corriente continua, la cual es suministrada desde un sistema de baterías, a un voltaje de salida en corriente alterna con especificaciones de tensión y frecuencia de acuerdo a la necesidad del usuario (*por ejemplo Entrada 24 VCD / Salida 120 VCA 60Hz*)

El uso de un inversor de voltaje permite tener un respaldo de energía a partir de un banco de baterías o permite la interconexión entre un sistema de generación solar/eólico que generan energía en corriente directa al sistema de distribución eléctrica en corriente alterna. Fuente: Corporación New Line MR (2014).

MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO: Permite que países y empresas comprometidas con la reducción de gases de efecto invernadero inviertan en proyectos de reducción de emisiones. Estos mecanismos de financiación de carbono son ejecutados por medio de proyectos financiados con la intención de minimizar las emisiones de carbono, en los cuales la energía renovable es un componente importante. Los proyectos de MDL aprobados producen Reducciones Certificadas de Emisión (RCE), que pueden ser negociadas con empresas, industrias o países que no están alcanzando sus propias metas de emisión de CO₂. Fuente: Artículo científico mecanismo de desarrollo limpio ¿Qué es y cómo funciona? Neoenergia.com (2019)

7.2.MARCO TEÓRICO:

Actualmente las condiciones climáticas afectan los cultivos siendo la energía agro-voltaica una solución por medio de la luz directa en los cultivos, el concepto proviene de la energía sustentable para la producción agrícola, que es relevante para el uso y aprovechamiento de los recursos renovables, teniendo en cuenta el libro de Wong, j. J. (2019). Uno de los beneficios más importantes que la energía agro-voltaica ha generado respecto al medio ambiente y la sociedad es el de mitigar el impacto de la luz directa, promoviendo el ahorro de la electricidad, el acceso de energía en lugares apartados y las conexiones eléctricas en zonas retiradas.

Abidin, M (2018), nos explica como la creación de energía se logra por medio de los rayos solares, siendo una de las actividades que conlleva a reunir electricidad, producción, electrónica y agronomía, lo que permite el aprovechamiento en la agricultura como es deseado para este proyecto. Teniendo en cuenta lo anterior, la tecnología que usan los paneles solares, promueve el cuidado del medio ambiente y mejoran el desarrollo productivo de las tierras, con el fin de maximizar el uso de esta energía y mejorar los rendimientos para el sector de cultivos, permitiendo que sea de una forma sostenible energéticamente, para su riego y para su mantenimiento de energía en épocas de bajas temperaturas.

Para cultivos que requieren mantener temperaturas controladas, se requieren conceptos básicos de la agricultura y su aplicación en el sector de las hortalizas, que se adapten a este campo de acción y usos sostenibles en el cultivo de hortalizas, ya que se requiere adicionalmente tener en cuenta los riesgos para implementar y dar uso a la energía fotovoltaica., con esto de lograrán revisar las oportunidades que genera el uso de esta energía agro-voltaica

El departamento de ingeniería mecánica de la universidad Nacional en el año 2021, realizó un análisis computacional del sistema agro-voltaica en Colombia y este generó un modelo que puede ser adaptado y utilizado en esta técnica con ciertos cambios para su implementación, pero con la validación previa) y recomendación de uso en Colombia, por la cantidad de energía que se puede recolectar y uso conveniente adicional de ser una zona que recibe luz aproximadamente doce horas del día y esto con respecto a otros países son horas de captación recomendables y deseables en este tipo de proyectos. Las dificultades que tiene la industria colombiana con tecnologías innovadoras destacada pueden ser limitantes; pero con las implementaciones actuales y mejoras en este tipo de sistemas, puesto que con las políticas públicas, apoyos gubernamentales y apoyo para la agricultura se pretende obtener colaboraciones, aportes en la sociedad y para zonas del país alejadas que requieren de electricidad.

Los usos de la energía agro-voltaica pueden darse en los sistemas de riego impulsados por bombas eléctricas o de combustión, para lograr mejorar la calidad de las tierras, el bienestar de los animales, combatir la crisis climática, el mejoramiento del bienestar de los seres vivos, el ahorro de energía y mejor aprovechamiento de agua, mejorando la productividad de los cultivos y la seguridad alimentaria.

8. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

8.1. AMBIENTALES

Dado el artículo periodístico del blog Departamento del derecho del medio ambiente de la Universidad Externado de Colombia (2020): *“Ley 2036 de 2020 Por la cual se promueve la participación de las entidades territoriales en los proyectos de generación de energías alternativas renovables. Tiene como fin promover la participación territorial en proyectos de distribución, comercialización y autogeneración a pequeña escala y la generación distribuida con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) como la biomasa, aprovechamientos hidroeléctricos, energía eólica, geotérmica, solar, de los mares entre otras”*

De lo anterior se destaca la participación de entidades territoriales en este tipo de proyectos como se presenta en este trabajo para el desarrollo y desde el aprovechamiento de fuentes no convencionales y que estas impacten de forma positiva a las poblaciones. En esta misma ley se puede apreciar que estos proyectos son susceptibles de financiación por el Sistema General de Regalías, y este priorizará los proyectos que realicen contratación laboral y en sectores rules

La implementación de energía agro-voltaica en los diferentes municipios del país es un proyecto nuevo, el cual no ha presentado aún el interés suficiente sea por los costos de inversión, desconocimiento, u otros factores que pueden reducir las posibilidades de su implementación, mas en zonas del país apartadas, donde por desconocimiento de nuevas tecnologías se puede ver el retraso.

8.2. ECONÓMICAS

Al ser un proyecto de análisis, investigación y viabilidad se deberá tener en cuenta el municipio seleccionado el cual es Cogua que se encuentra en Cundinamarca, las veredas o fincas que cuenten con siembras sea de verduras, hortalizas, flores, etc. Esto con el fin de desarrollar el proyecto e implementación del mismo de acuerdo a la accesibilidad del lugar.

Se debe tener en cuenta la inversión inicial, ahorros y ganancias para la misma implementación del proyecto y sistema de viabilidad por medio de la energía agro-voltaica, identificando las ganancias que podrán anualmente producir los cultivos.

8.3. LEGALES

Con base al artículo periodístico de Zapata y Aponte: Colombia lista cambios menores para proyectos de energía eléctrica, presas y represas (2022), destaca lo siguiente:

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) junto al Ministerio de Minas y Energía (MINMINAS) de Colombia el 5 de agosto de 2022 expidieron conjuntamente **la Resolución 859 de 2022 (la Resolución)** *"por la cual se establece el listado de cambios menores o ajustes normales en los proyectos de presas, represas, trasvases o embalses y en proyectos del sector de energía eléctrica que cuenten con licencia ambiental o su equivalente"*.

La Resolución establece en su artículo 3.1 el listado de cambios menores comunes para los proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica, mientras que en los artículos 3.2., 3.3. y 3.4., se discriminan los cambios menores para proyectos eólicos, de energía solar fotovoltaica, y de represas, presas, trasvases y envases, respectivamente. Entre otros, se mantiene como cambio menor el ajuste o variación de las vías proyectadas y existentes, mientras que se incluye v.g. el cambio en la localización de los puntos de captación de aguas superficiales concesionadas, bajo el cumplimiento de ciertas condiciones, como cambio menor.

Importante señalar que el artículo 2 de la mencionada Resolución establece unas condiciones adicionales a las establecidas en resoluciones expedidas anteriormente sobre cambios menores o ajustes normales. Entre ellas, destacamos que las actividades a realizar 1) deben cumplir con la zonificación de manejo ambiental y/o las restricciones sociales o ambientales establecidas en la normatividad vigente, 2) no deben implicar variaciones en los permisos ambientales otorgados, 3) no deben encontrarse sobre un área destinada para compensación o inversión forzosa de no menos del uno por ciento, entre otras.

8.4 SALUD Y SEGURIDAD

Gracias al artículo investigativo de la página Web Celsia: “Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia”, se puede tener en cuenta que aquellos países que se ubican cerca de la línea del ecuador, como Colombia, son de los mas llamados a realizar captación de energía solar.

En el país actualmente la regulación nacional no tiene impedimentos para la instalación y únicamente se quiere para construcción de sostenibilidad para el ahorro de energía y agua, desde el ministerio de vivienda mediante la resolución 0549 de 2015.

Los beneficios relacionados con este tipo de energía se pueden establecer a largo plazo, por lo que a nivel nacional se realizan beneficios tributarios de acuerdo con la ley 1715 del 2014, con el fin de incentivar la implementación de energía solar, con esta implementación se podría aprovechar los beneficios como el acceso de electricidad en zonas alejadas o de difícil acceso, acceso a salud y educación, oportunidades de empleo para su implementación y mantenimiento, reducción de la huella de carbono, alternativa energética para electrificación y contribuye con el compromiso del país para el 2030 bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre

Cambio Climático (CMNUCC), la reducción del 20% de contaminación de Gases de Efecto Invernadero.

8.5 SOCIOCULTURALES

La síntesis municipal deberá apoyarse en análisis sistémicos acerca de las dinámicas sociales que se dan en el municipio de Cogua, a partir de las relaciones entre lo económico, lo ambiental y lo político, en el marco de costumbres y tradiciones culturales de la población.

Este análisis deberá ser por medio de un proceso participativo en el que los actores de interés expresen de manera abierta sus visiones de su territorio y el posible efecto que el proyecto puede generar sobre ellos y sobre el territorio mismo. Esta síntesis, debe alimentarse de los siguientes aspectos específicos, de forma que permitan comprender esa dinámica social del territorio, para con ello evaluar los posibles impactos que el proyecto puede generar sobre el hombre, las organizaciones sociales, las formas de producción (lo económico), las relaciones en virtud de intereses y fuerzas de poder (lo político) y las relaciones con su entorno natural y artificial (lo ambiental), todo en el marco de su tradiciones y costumbres (lo cultural). Cabe destacar que lo político a integrar en este diagnóstico debe estar implícito en el análisis de actores de interés especificado antes.

9. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

7.1. DEFINIR LOS REQUERIMIENTOS DE LAS INSTALACIONES AGROVOLTAICAS

7.1.1. Caracterización técnica y aspectos climatológicos

Sector agrícola:

En Colombia la lechuga es una de las principales hortalizas por su volumen de consumo, precio y calidad, siendo el municipio de Cogua Cundinamarca dada su ubicación geográfica uno de las regiones determinadas donde se cultiva este tipo de hortaliza, gracias a este posicionamiento y clima ofrece variedad de cosechas en verduras, frutas, etc.

Los cultivos de lechuga son muy apetecidos tanto por compradores locales como nacionales y extranjeros, creciendo de manera considerable, debido a esto los compradores se preocupan por ir de la mano en los sistemas de producción para ser aún más competitivos teniendo en cuenta la oferta del sector, tanto compradores como agricultores en especial se ven en la necesidad de lograr analizar la viabilidad de implementar paneles solares que logren permitir el ahorro de costos y a la vez contribuyendo en el cuidado del medio ambiente y recursos.

La lechuga se adapta muy bien tanto en climas frescos como en climas húmedos. Sin embargo, para una cosecha exitosa deberá contar con una temperatura promedio de entre 15°C a 20°C, si se encuentra en temperaturas superiores a estas, las lechugas pueden presentar en los bordes de las hojas un color café siendo de aspecto poco llamativo. El cultivo de esta hortaliza en un ambiente de invernadero se realiza en aquellas que no forman cabeza apretada, por ejemplo, las lechugas conocidas en el mercado como la lisa, romana y verde crespo. De lo anterior es

importante he de destacar la necesidad que este sector requiere para innovar en sus cultivos de hortalizas (lechuga).

Energía:

Para lograr implementar un sistema de energía solar agro voltaica la cual generaría en el municipio de Cagua la generación de energía por medio de la luz solar, esta se almacenaría en baterías para ser utilizadas en diferentes horas del día.

Se realiza la determinación de localización de un vivero en la Vereda Rodamontal, ubicado en el municipio de Cagua para analizar la viabilidad del proyecto, mostrando el bosquejo del sistema de generación de energía agro-voltaica:

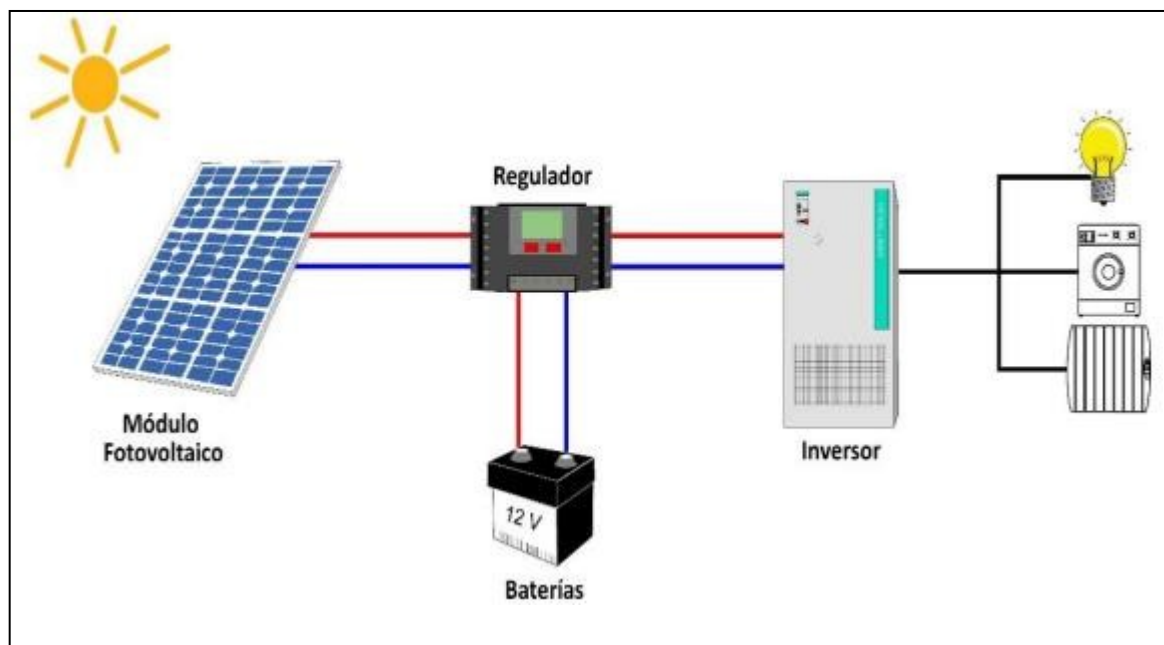
Imagen 1: Departamento de Cundinamarca donde está ubicado el municipio de cagua



fuentes: (cagua cundinamarca en el mapa de colombia - Bing, s/f)

La siguiente imagen nos muestra como la radiación solar se capta por medio del módulo o panel solar fotovoltaico que transforman la energía en corriente directa o DC. Gracias al controlador de carga y las baterías la corriente DC que se genera por medio de los paneles solares en corriente AC se convierte en energía sobrante que se logra almacenar en las baterías como respaldo en cualquier tipo de eventualidad.

Imagen 2: Sistema de energía agrovoltaica por medio de paneles fotovoltaicos:



Fuente: Elaboración propia desde herramienta Canvas (2022)

7.1.2. Documentación de proceso y funcionamiento actual

Descripción de optimización para el proceso de riego con el sistema de energía

agro-voltaica:

Analizar la viabilidad de producción de energía agro-voltaica permitiría ofrecer un servicio de calidad para los agricultores de la vereda del municipio de Cogua. Por medio de la energía solar y sistemas de paneles fotovoltaicos que no requerirían estar conectados a la energía

hídrica de los cultivos de hortalizas se lograría implementar un sistema de energía agrovoltaica independiente que permitirá el almacenamiento de la energía en aquellos espacios de la vereda donde no se recibe luz solar.

Actualmente solo se cuenta con invernaderos que no cuentan con este tipo de sistema de energía implementado por lo que es importante contar con el apoyo de un proveedor especializado, el cual permita el análisis y asesoramiento técnico necesario para trabajar en el proyecto, por lo que en la Ciudad de Bogotá se cuenta con una empresa de consultoría e ingeniería llamada Smart Green Colombia SAS que cuenta con más de 10 años de experiencia en asesoramiento de proyectos de energías renovables, medio ambiente y eficiencia energética:

Email: info@smartgreencolombia.com Página Web: <http://www.smartgreencolombia.com>

7.2. DESARROLLAR UN ESTUDIO FINANCIERO PARA REALIZAR LA RESPECTIVA INSTALACIÓN POR MEDIO DE LA ENERGIA AGROVOLTAICA:

7.2.1. Establecer el modelo financiero

Se deberá llegar a un acuerdo entre el dueño del predio y el contratista con el fin de calcular el efectivo que se requerirá en los costos fijos para que el proyecto cumpla con la viabilidad de ser implementado, para ser implementado se requiere de la construcción del invernadero en condiciones y con materiales duraderos, como se presenta en la tabla 2, en el costo de las instalaciones agro voltaicas se incluyen, paneles solares, materiales e insumos donde se contemplan los paneles solares de alta calidad, insumos y materia prima (cable, adaptadores, medidores, reguladores de voltaje, baterías para almacenar la energía), mano de obra (ingeniero eléctrico e ingeniero industrial, obreros y electricista.

En los costos fijos se establecen para 180 días donde se realizará el monitoreo, adaptación regulación y mantenimiento; para los gastos preoperativos son por un año y estos son destinados para la evaluación de la sola y toma de datos, con el fin de establecer la pertinencia, necesidades y requerimientos del espacio en términos del lugar, y zonas donde se establecerá la captación energética; y por último se deja un valor de imprevistos para casos especiales y que no estén dentro de las garantías de los productos o situaciones ocasionadas por el clima.

Tabla 2. Inversión diferida para la viabilidad del proyecto:

Descripción	Lugar o Tiempo	Total
Costo instalación agro-voltaicas	Invernadero finca	\$ 52.330.000
Costos fijos	180 días	\$ 6.750.000
Gastos Preoperativos	1 año	\$ 7.890.000
Imprevistos		\$ 1.000.000
	Total inversión	\$ 67.970.000

Fuente: Elaboración propia (2022)

7.2.2. Inversiones Fijas:

Para determinar los costos de operación se realizó una cotización con los valores aproximados para la contratación del proveedor Smart Green Colombia SAS para el respectivo montaje y funcionamiento para los costos de operación:

Tabla 3. Inversiones fijas para la viabilidad del proyecto:

VARIABLES	TOTAL
Obras en infraestructura	\$ 3.658.987
Maquinaria y equipo	\$ 1.250.000
Herramientas	\$ 1.100.000
VALOR TOTAL	\$ 6.008.987

Fuente: Elaboración propia (2022)

7.2.3. ANALIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERAN LAS INSTALACIONES AGROVOLTAICAS

7.2.4. Recolección de información:

Población:

Con base a las diferentes metodologías de investigación y teniendo en cuenta el libro base para el desarrollo del presente proyecto expuesto se tendrá en cuenta el método de **investigación mixto**, ya que se partirá el estudio de diseño de siembra y cosecha de plantaciones hortícolas o de viticultura aplicando la energía agro voltaica, puesto que al ser un método nuevo para el proceso de cultivo en el campo en el país se debe partir del análisis y síntesis del mismo, de la mano de la investigación científica descriptiva.

Puesto que este mismo proyecto podrá ser implementado del diseño a la practica en fincas o terrenos grandes como haciendas, ya que la agricultura es la responsable de más de un tercio de las emisiones anuales de bióxido de carbono, este mismo sector consume el 70% aproximadamente de todas las extracciones de agua dulce, por lo que la producción de alimentos y a la vez de energía permitiría la sostenibilidad del campo y sus derivados, por lo que la metodología más que centrarse en el ámbito empresarial se centra más en el ámbito del agro, la

ciencia y la tecnología.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se tiene en cuenta el propósito del proyecto por el cual se trabajará responder a las preguntas de investigación, para lograr cumplir con los objetivos de estudio el cual es las zonas donde se encuentran ubicados terrenos, teniendo en cuenta el tipo de investigación experimental de la cual se deberán recolectar datos de tipo exploratorio y descriptivos

VARIABLES

Población:

Actualmente 7736 habitantes del municipio de Cogua- Cundinamarca

Elemento muestral:

Agricultores del municipio de Cogua- Cundinamarca

Unidad de muestreo:

Poseedores de viveros en lechuga del municipio proyectado para el análisis de viabilidad.

Alcance de investigación:

Municipio de Cogua

Tiempo:

Se realizó los días 29 de agosto a 15 de septiembre del 2022, recolectando previa información, para posterior a ello lograr organizar, tabular y calcular la demanda actual y la oferta de participación de producción de este tipo de hortaliza en el municipio de Cogua Cundinamarca.

Se tienen en cuenta variables como:

Área de cultivo – Variable cuantitativa - continua

Área del predio – Variable cuantitativa - continua

Altura del cultivo – Variable cuantitativa - continua

Humedad requerida – Variable cuantitativa - continua

Cantidad de plantas por área – Variable cuantitativa - discreta

Características del cultivo – Variable cualitativa – Nominal

Cantidad de energía requerida – Variable cuantitativa – continua

SELECCIÓN DE POBLACIÓN Y MUESTRA

Teniendo en cuenta el método probabilístico se tiene en cuenta el tamaño de la población actual del municipio, con un nivel de confianza del 95% y un error del 5%, se determina el tamaño de la muestra con base a la fórmula del método mencionado, estimando también las proporciones en poblaciones infinitas, donde:

Ecuación 1:

$$n = \frac{N * K^2 * P * Q}{e^2(N - 1) + K^2 * P * Q}$$

Las variables de la fórmula se deducen de la siguiente manera:

$$\square = \square\square\square\square\square\square$$

$$N = \text{Población (7736 habitantes)}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{0.05 \cdot 0.05} \quad (95\%) \\ &= 1.96\% \end{aligned}$$

$e = \text{Error máximo} =$

$$(0.05)$$

$$p = \frac{7736}{15472} = 0.50$$

$$= 0.50$$

$$q = \frac{7736}{15472} = 0.50$$

$$= 0.50$$

Reemplazando la fórmula se tendría lo siguiente:

$$n = \frac{(7736) \cdot (1.96)^2 \cdot (0.50) \cdot (0.50)}{(0.05)^2 \cdot (7736 - 1) + (1.96)^2 \cdot (0.50) \cdot (0.50)}$$

$$n = \frac{7736 \cdot 3.8416 \cdot 0.25}{0.0025 \cdot 7735 + 3.8416 \cdot 0.25}$$

$$n = \frac{7429,65}{19.3375 + 0.9416}$$

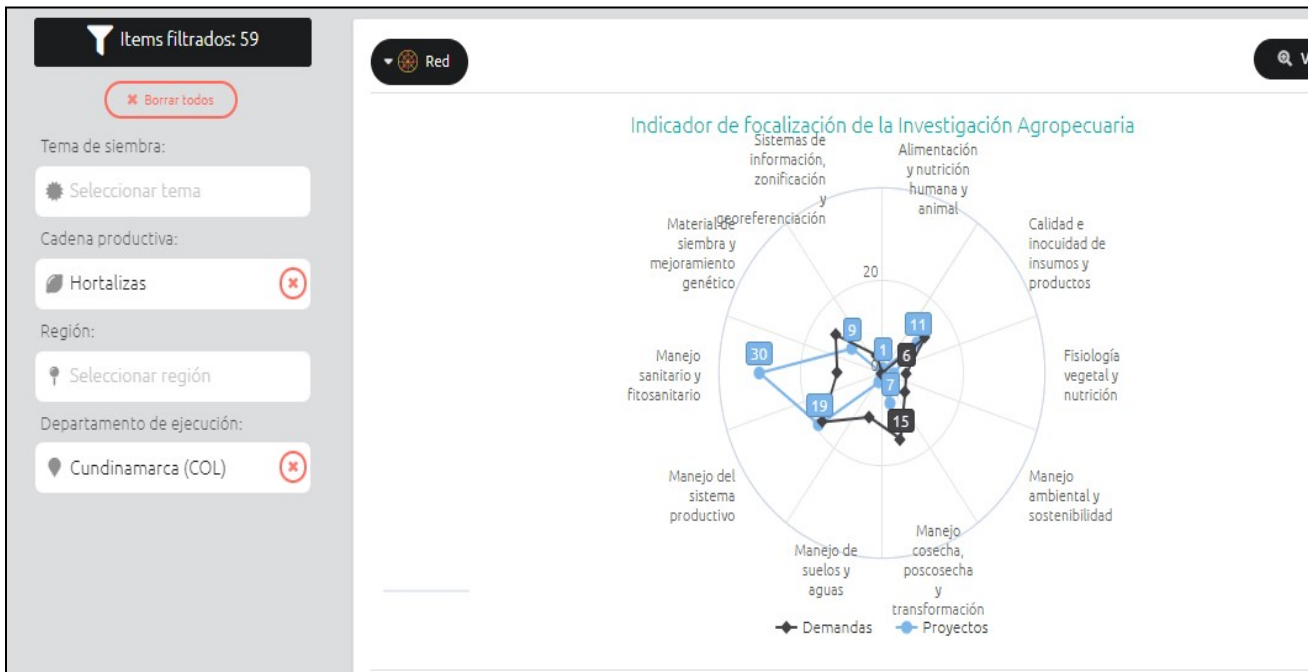
$$= 366,36998093$$

$$= 367 \text{ personas}$$

Con el resultado anterior, muestra un tamaño de 367 personas a quienes se les aplicará la encuesta para el análisis y desarrollo del proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto la población objetivo son los predios destinados al cultivo y fincas productoras, de acuerdo con la información del DANE el departamento de Cundinamarca en el municipio de Zipaquirá el porcentaje de área de cultivo es del 67,3%, y de acuerdo con su extensión y condiciones climáticas son zonas contempladas para desarrollar el diseño siendo relevantes en la cadena productiva y en la disponibilidad de este tipo de productos en la zona central del país.

Imagen 1. Porcentaje siembra municipio de Cogua Cundinamarca (DANE-2021)



Fuente: DANE (2021)

Para conocer el porcentaje de personas interesadas en esta población se realizará un muestreo clústeres de acuerdo con los tipos de fincas o zonas de producción tomando como base la información en el censo de agricultura nacional y de acuerdo con el acceso a estas zonas, se definirán en pequeños productores (con predios menores a 3 hectáreas) de acuerdo con el informe trimestral de cadena de hortalizas este representa el 75% de la población, y este tomara una

muestra de los tipos de hortalizas de acuerdo con las temporadas, esto para determinar las preferencias y conveniencia de tener este tipo de energía en la zona, determinar la importancia y necesidad de la población en términos energéticos.

Para la recolección de información se generará una encuesta, esta se podrá aplicar por medio de medios digitales y aplicaciones que permitan la recolección de la encuesta donde se pueda recolectar la información socio cultural de las poblaciones, conocer las necesidades en términos energéticos para la producción o para el hogar de acuerdo con el tipo de productor, el instrumento será de la siguiente manera.

Tabla 2: Estructura encuesta

Objetivo de la Encuesta:	Conocer el interés y necesidades para la implementación en la siembra y cosecha de plantaciones hortícolas o de viticultura aplicando la energía agro-voltaica
Hipótesis:	Impacto positivo que tiene la propuesta implementación en la siembra y cosecha de plantaciones hortícolas o de viticultura aplicando la energía agro-voltaica
Preguntas para realizar: <ul style="list-style-type: none"> - ¿Su producción es para comercio interno o comercio intermunicipal? - ¿Cuáles son sus necesidades energéticas? - ¿Estaría interesado en implementar energía agro-voltaica en su cultivo de hortícolas o de viticultura? - ¿Cuánto considera pertinente para implementar energía agro-voltaica en su cultivo de hortícolas o de viticultura? - ¿Qué características hacen que usted quiera implementar energía agro-voltaica en su cultivo de hortícolas o de viticultura? - ¿Cuáles beneficios que le gustaría recibir por implementar energía agro-voltaica en su cultivo de hortícolas o de viticultura? - ¿Cuál es el tamaño de su predio? - ¿Cuál es el tamaño de su producción de hortícolas o de viticultura? 	

- ¿Conoce cuanta energía consume la producción de hortícolas o de viticultura?

Fuente: Elaboración Propia (2022)

7.3 Material Informativo (bibliografía)

Con el objetivo de Conocer el interés y necesidades para la implementación en la siembra y cosecha de plantaciones hortícolas y de viticultura aplicando en la energía agro-voltaica en cagua Cundinamarca se realizó la búsqueda de material informativo con respecto a la locación.

Algunas de las fuentes principales que se usaron para complementar la recolección de datos fueron

- Secretaria de agricultura en Cundinamarca
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
- Ministerio de Mina

7.4 Encuesta

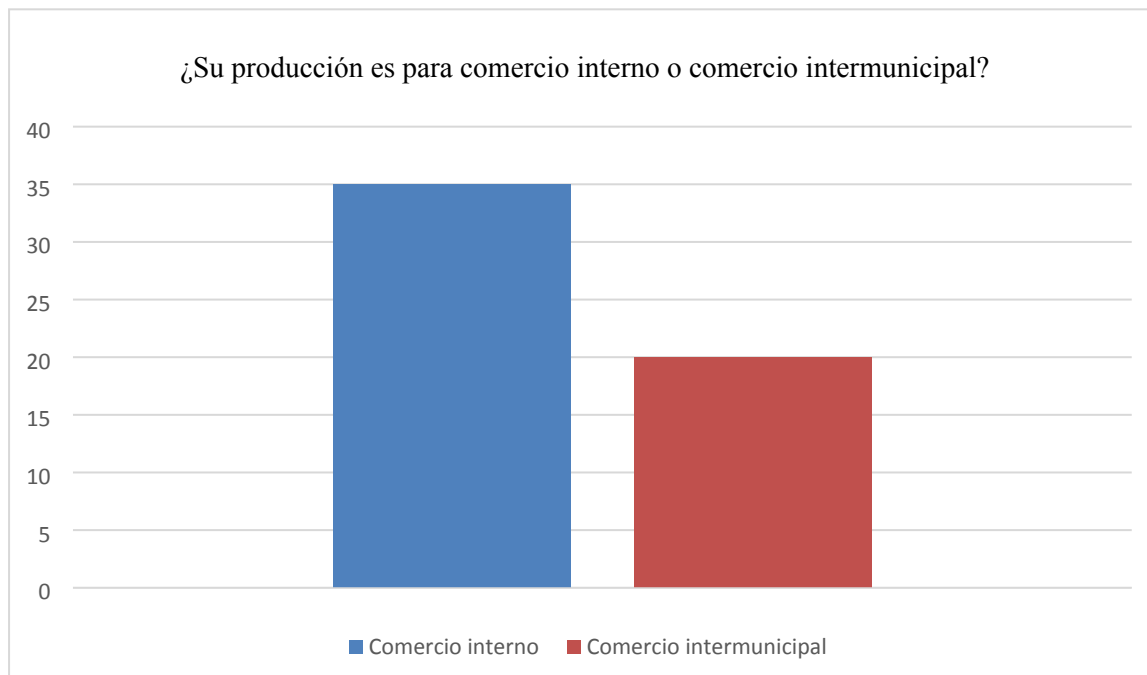
Tamaño de la muestra	55 ██████████
Tipo de encuesta	Analítica – cuantitativa
Target	personas destinadas al cultivo y fincas productoras
Objetivos	Medir, analizar y relacionar las variables recolectando información socio cultural de las poblaciones

	conociendo las necesidades en términos energéticos para la producción o para el hogar de acuerdo con el tipo de productor
Medio	Digital

Fuente: Elaboración Propia (2022)

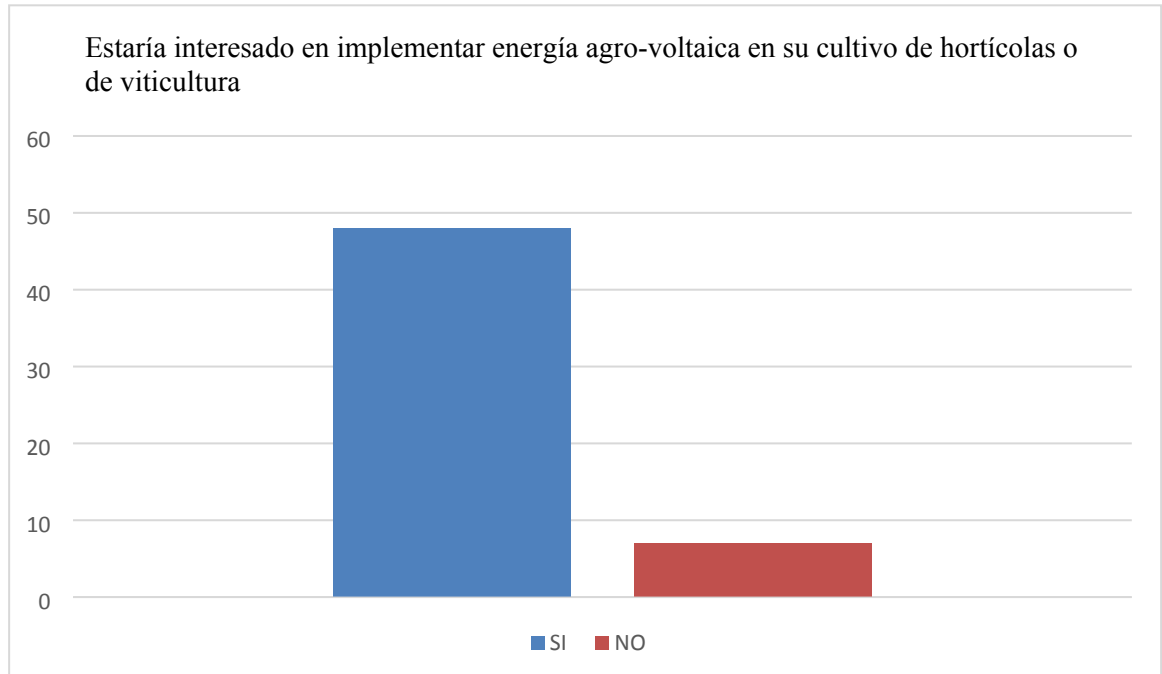
GRÁFICAS DE LOS RESULTADOS

GRAFICA 1



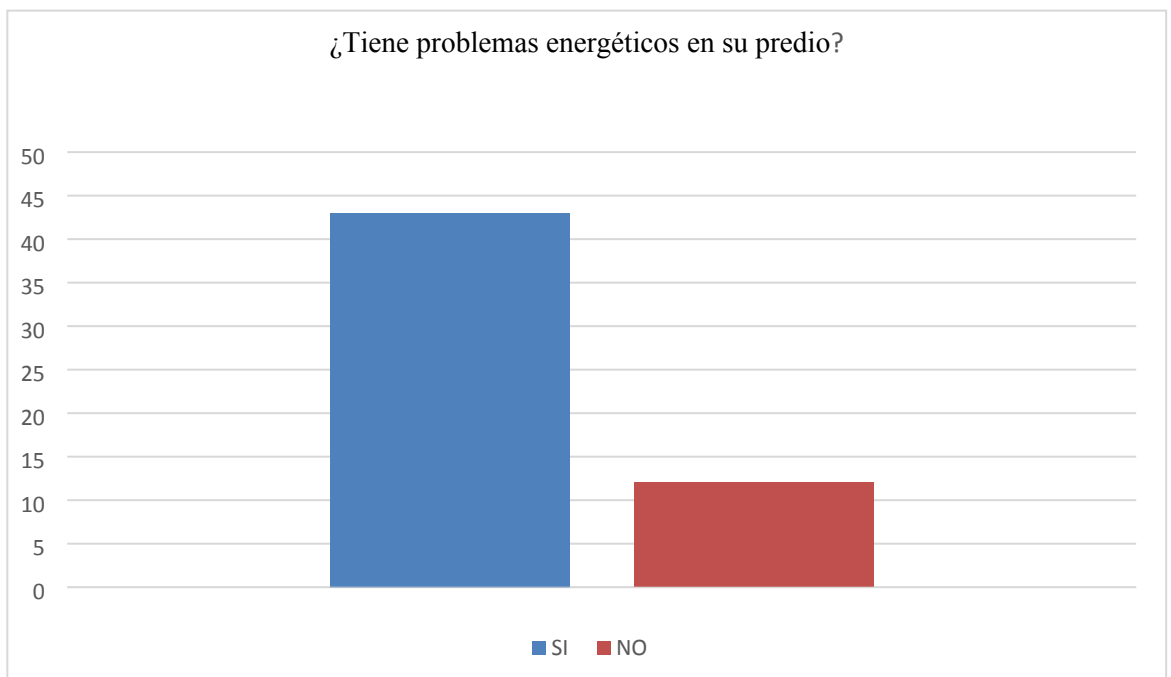
A la pregunta ¿Su producción es para comercio interno o comercio intermunicipal? Realizada a 55 personas, se obtuvo que el 63,6% de la población encuestada lo usara para comercio interno y 36.3% para comercio intermunicipal

GRAFICA 2



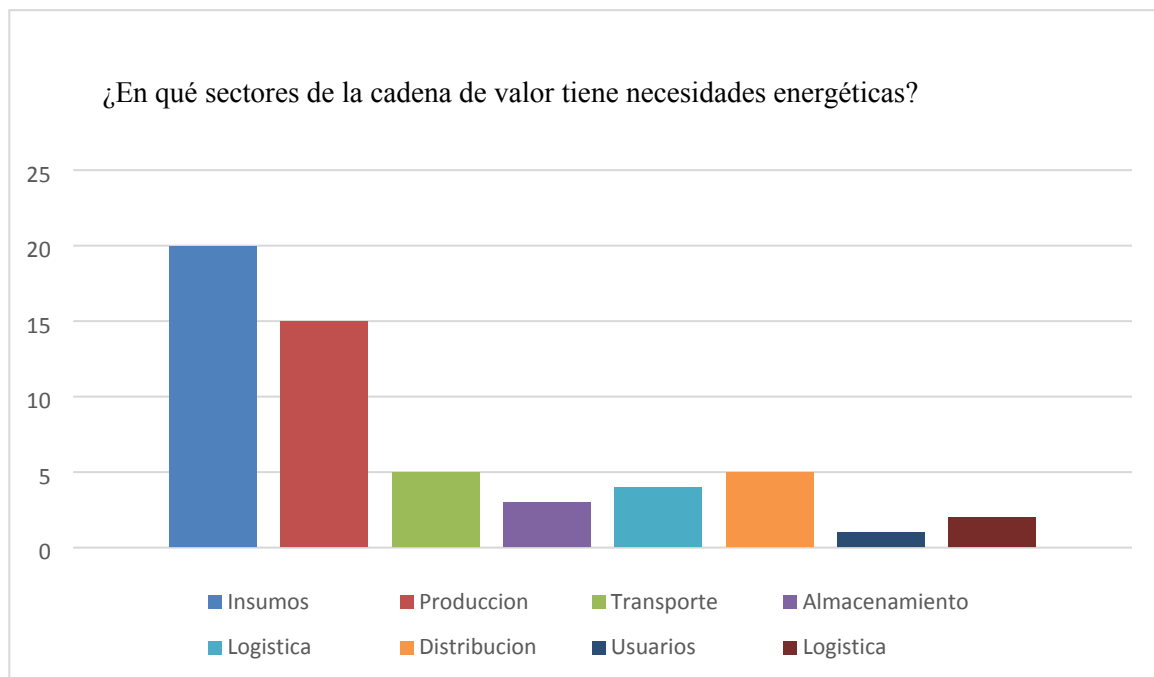
A la pregunta Estaría interesado en implementar energía agro-voltaica en su cultivo de hortalizas o de viticultura se obtuvo que el 87.2% de la población si estaría interesados en implementar energía agro-voltaica y el 12.7 no estaría interesado.

GRAFICA 3



A la pregunta ¿Tiene problemas energéticos en su predio? se obtuvo que el 78.1 de la población encuestada tiene problemas energéticos en su predio y el 21.8% no tiene problemas energéticos.

GRAFICA 4



A la pregunta ¿En qué sectores de la cadena de valor tiene necesidades energéticas?

se obtuvo

36% de la población en insumos

27.2% en producción

9% en transporte

5.5 en almacenamiento

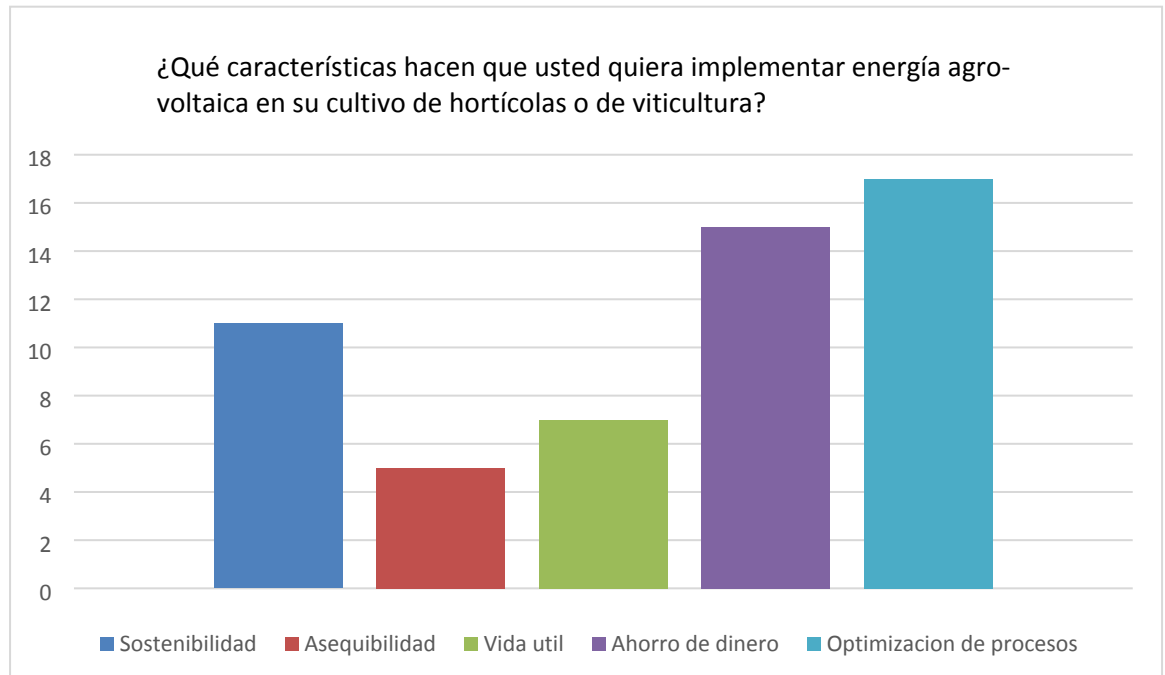
7.2 en logística

9% en distribución

1.8 en usuarios

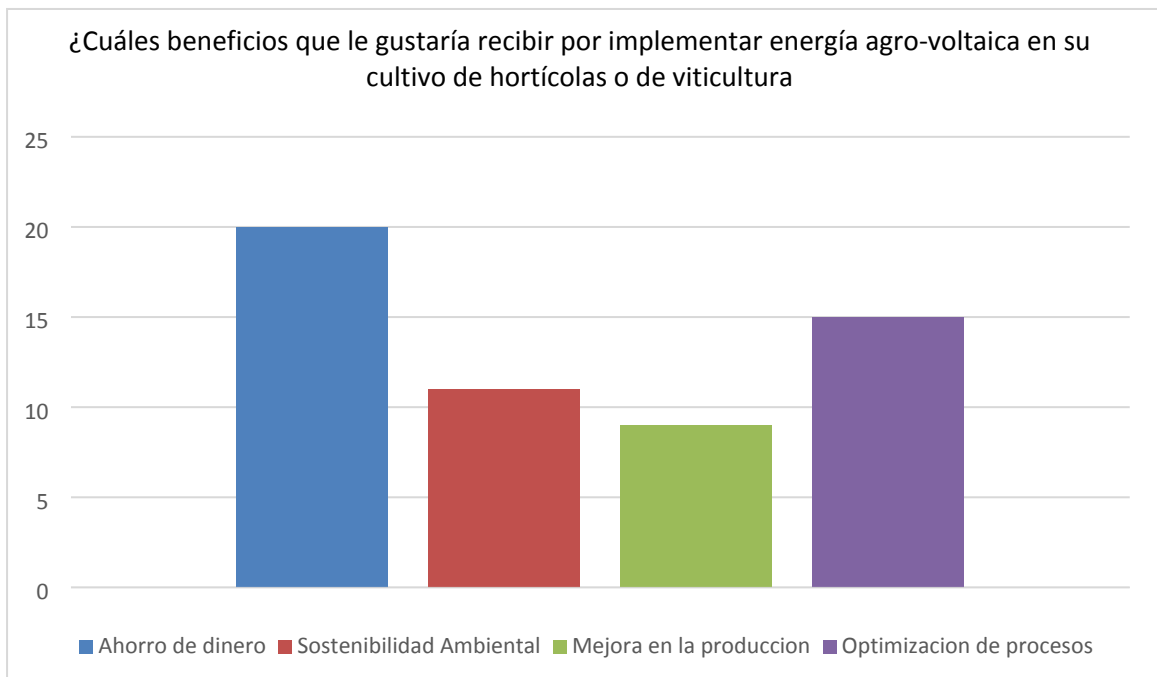
3.6 en logística

GRAFICA 5



A la pregunta ¿Qué características hacen que usted quiera implementar energía agrovoltaica en su cultivo de hortalizas o de viticultura? se obtuvo que el 20% de la población encuestada en sostenibilidad, el 9% asequibilidad, 12.7% vida útil, 27.2% ahorro de dinero, 30.90% en optimización de procesos

GRAFICA 6



A la pregunta ¿Cuáles beneficios que le gustaría recibir por implementar energía agro-voltaica en su cultivo de hortícolas o de viticultura? se obtuvo que el 36.3% de la población busca el ahorro de dinero, 20% sostenibilidad ambiental, 16.3% mejora en la producción y 27.2% en optimización de procesos.

- ¿Cuál es el tamaño de su predio?

MODA	20 hectáreas
MEDIA	13.83

7.5 ANALISIS DE DATOS

7.5.1 Necesidades energéticas

Se pudo evidenciar que la demanda energética agrícola es uno de los problemas principales. Las necesidades directas de energía incluyen la preparación de la tierra, el cultivo, el riego, la cosecha el procesamiento posterior a la cosecha, la producción de alimentos, el almacenamiento, el transporte de insumos, productos agrícolas y también las necesidades indirectas de energía se encuentran en forma de energía en fertilizantes, herbicidas, pesticidas e insecticidas.

7.5.1 Imagen 1. Cadena de valor

							
Insumos	Producción	Transporte	Almacenamiento	Procesamiento De Valor Agregado	Transporte Y Logística	Distribución	Usuarios
Semilla	Mecanización agrícola	Centro de acopio	Almacenamiento en frío	Secado	Deposito	Embalaje	Alimentación
Irrigación	Reducción de los requisitos de mano de obra humana	mercado de instalaciones de procesamiento	Control de humedad	Fresado	Transporte por carretera, ferroviario y marítimo	Venta minorista	Transporte
Alimentación del ganado	Mayor eficiencia operativa		Clasificación /embalaje mecanizado	Máquina de molienda		Refrigeración	Electrodomésticos
Fertilizante				Etc.			

Fuente: Elaboración Propia (2022)

La producción es para comercio interno en su mayoría contando con 189 personas encuestadas teniendo un porcentaje del 55% con respecto al comercio intermunicipal que tuvo un

total de 178 con un porcentaje de 45%. El comercio interno como externo Está sujeto a las leyes o normas comerciales de cada país y puede implicar el intercambio de pequeñas o grandes cantidades de mercancías. Pero esta población encuestada Estaría interesada en implementar energía agro-voltaica en su cultivo de hortalizas o de viticultura contando con un total de 340 personas, un porcentaje de 92%, esa respuesta se ve altamente influenciada por los beneficios que la energía agro-voltaica aporta a sus predios.

Imagen 2. Beneficios de un sistema agro voltaico

LOS BENEFICIOS ANALIZADOS AL ELEGIR UN SISTEMA DE RIEGO SOLAR INCLUYEN
<ul style="list-style-type: none"> • costos operativos muy bajos • En comparación con las fuentes de energía no renovables como el gas natural, el diésel o la red comercial, la energía solar es completamente gratuita. • Independientemente de la disponibilidad de infraestructura eléctrica comercial, el uso de la energía solar permite instalar sistemas de riego en cualquier lugar donde haya agua y luz solar. • Asequibilidad y sostenibilidad • La energía solar es completamente renovable y asequible. • La vida útil de los paneles solares es de unos 25 años.

Tabla. Fuente: (Agrovoltaic, n.d.)

Los beneficios que les gustaría recibir por implementar la energía agro-voltaica en un cultivo de hortalizas o de viticultura es el ahorro del dinero con 230 personas siendo el 62.6% de

la población encuestada, siguiendo sostenibilidad ambiental (60), mejora en la producción (30) y la optimización de procesos (47).

7.5.2 Impacto en La Energía Agro-Voltaica

Con el análisis obtenido se pudo evidenciar que el principal beneficio del agro voltaica es que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agrícola. Además, el uso dual de la tierra, tanto para la agricultura como para la energía, alivia la presión sobre los ecosistemas y la biodiversidad, que se ven afectados cuando se amplían las áreas de cultivo.

7.5.3 Imagen 3. Producción de electricidad

Producción de electricidad y cultivos	Los paneles solares comparten el mismo terreno que las frutas, verduras y cereales, a los que protegen de los fenómenos atmosféricos. Esta es la modalidad más común
Producción de electricidad y pastoreo.	En tierras no cultivables, o donde el clima es menos adecuado para el cultivo, el suelo debajo de los paneles solares se puede utilizar para el pastoreo de ganado.
Producción de electricidad, agua dulce y cultivos	Uso tres en uno adecuado para zonas costeras. La electricidad generada se utiliza para alimentar una planta desalinizadora que produce agua para los cultivos y para el consumo humano.

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Los estudios estiman que la electricidad generada por paneles solares aumenta el valor económico de las granjas agro-PV en más del 30 por ciento debido a una mayor eficiencia y rendimiento del uso de la tierra. Esto es especialmente cierto en las regiones más frías donde la

sombra puede proteger los cultivos al reducir las temperaturas y evitar el exceso de evaporación.

Si se utilizan cultivos tolerantes a la sombra, se minimizan las pérdidas de rendimiento de los cultivos. Este uso dual de la tierra agrícola puede tener un efecto significativo en la producción fotovoltaica nacional

7.5.4 Riesgos

Los principales riesgos o desventajas en la energía agrovoltaica es la sombra que generan los paneles, esto depende del tamaño del predio, así afecta de mayor o menor medida en la producción y productividad de los cultivos, obligando a elegir otro tipo de producto que sea más resistente a los cambios bruscos de temperatura que este puede generar. esto también limita en las latitudes donde la energía agro-voltaica funcionan de una manera óptima, en áreas frías donde la luz solar varía dependiendo de la temporada del año esta puede verse afectada de manera negativa, la rentabilidad puede verse afectada

El uso de energías renovables debe expandirse significativamente para cumplir con la protección climática de Colombia. En los últimos años, la energía solar fotovoltaica se ha convertido en una de las tecnologías de energía renovable más atractivas y asequibles en muchas partes del mundo. Además, la energía solar ha mostrado un gran apoyo público en comparación con otros métodos de generación de electricidad. Esto significa que la energía solar requiere más terreno que la energía eólica fósil. Dificultad para encontrar terrenos lo suficientemente grandes A menudo se encuentran extensiones de terreno, especialmente para grandes instalaciones solares

Se llevó a cabo un proceso de revisión integral utilizando Web of Science (WoS) (Clarivate Analytics, <https://apps.webofknowledge.com> (consultado el 18 de diciembre de 2022)) y Scopus (Elsevier, <https://www.scopus.com> (consultado el 15 de diciembre de 2022)). Bases de datos de literatura revisada por pares donde se consultaron documentos muy citados escritos en inglés y publicados hasta la fecha para el análisis

En total, se identificaron 14 artículos académicos. Al revisar la información detallada en los trabajos académicos, hay tres áreas de aplicación que se están investigando activamente:

1. PV + cultivos a campo abierto
2. PV + cultivos protegidos (invernaderos fotovoltaicos, PVG)
3. Tecnología PV con soluciones innovadoras diseñadas para optimizar la transmisión de luz (cantidad y calidad espectral) aumentando la compatibilidad entre PV y agricultura. Se distinguen dos escalas: la escala del sistema (soluciones dinámicas) y el módulo de escala (mejora la transmisión de luz a través de dispositivos fotovoltaicos). La revisión de la literatura muestra el aumento de estudios relacionados con el tema en los últimos años, el especial interés de la comunidad científica en los sistemas fotovoltaicos aplicados a los invernaderos.

Estadísticas clave:

- 60%: El aumento de la eficiencia de la tierra es posible con sistemas agro-voltaicos elevados
- 250 MWh: la electricidad generada anualmente a partir de una matriz voltaica de 194 kilovatios
- 20%: la reducción promedio en el rendimiento del cultivo de un campo bajo una matriz voltaica.

7.6 Identificación de limitaciones

Al ser un proyecto de análisis y viabilidad se deberá tener en cuenta toda la investigación que se realice sobre el mismo puesto que será para beneficio de la comunidad en general que habita en el municipio de Cogua, por lo que es importante realizarlo de manera lógica y acertada para brindar soluciones y a la vez oportunidades de negocio gracias a las siembras que se presentan en Cogua, las soluciones no podrá ser ilógicas ya que se deben brindar soluciones para beneficio del territorio y lograr con el paso del tiempo implementar este mismo en distintas regiones del país.

En América Latina en el año 2017-2018 se dio a conocer el primer proyecto de energía agro-voltaica, específicamente en Chile, gracias al artículo informativo de la página web PV Magazine: El primer proyecto de agro fotovoltaica en América Latina está en Chile. Sánchez, P (2017): *“Fraunhofer Chile Research, la delegación chilena del instituto de investigación aplicada alemán Fraunhofer, presentó los resultados del proyecto Agro fotovoltaica: Energía Solar para una agricultura sostenible. La iniciativa consistió en la instalación de tres plantas fotovoltaicas sobre cultivos agrícolas de las comunas de El Monte, Lampa y Curacaví, en la Región Metropolitana, con el propósito de comprobar los beneficios de combinar el uso eficiente del suelo agrícola para la producción de hortalizas y la generación de energía solar. El proyecto es pionero en América Latina y contó con el apoyo del Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional Metropolitano “Autor: PV Magazine: El primer proyecto de agro fotovoltaica en América Latina está en Chile. Sánchez, P (2017)*

Teniendo en cuenta que en Colombia este tipo de tecnología e ingeniería “renovable”, no se ha implementado ya que solo se reflejan paneles solares, pero no directos a las siembras y

donde solo se ven huertas tradicionales, la solución planteada sería igual ya que beneficiaría a los agricultores y comunidad que diariamente trabajan en este campo y a la vez generaría más oportunidades y crecimiento económico al lograr implementar en más regiones del país.

Con base a los objetivos planteados en el presente proyecto el análisis de viabilidad para integrar actividades agrarias y de producción energética por medio de la agro-voltaica (paneles o módulos solares directos a la siembra) permitirán el desarrollo sostenible del municipio siendo a la vez un proyecto innovador en el país el cual actualmente no cuenta en esta área con proyectos de este tipo, en donde por medio de los recursos naturales se logre trabajar de manera ecológica, amigable y responsable en pro del medio ambiente.

8 ANÁLISIS DE COSTOS

INGRESOS/VENTAS DEL PRIMER AÑO VTAS					CRECIMIENTO PORCENTUAL EN (CANTIDAD)				
NOMBRE DEL PRODUCTO O SERVICIO	CANTIDADES	PRECIO DE VENTA UNITARIO SIN IVA	INGRESOS TOTALES	AÑO:	2023	2024	2025	2026	
					1	Intalación de panel	200,00	\$ 12.000.000,00	\$
2	Mantenimiento de panel	600,00	\$ 1.500.000,00	\$ 900.000.000	23%	3,0%	5,0%	7,0%	9,0%
3	Adaptación	200,00	\$ 3.500.000,00	\$ 700.000.000	18%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
4		-	\$ -	\$ -	0%	0%	0%	0%	0%
5		-	\$ -	\$ -	0%	0%	0%	0%	0%
6		-	\$ -	\$ -	0%	0%	0%	0%	0%
7		-	\$ -	\$ -	0%	0%	0%	0%	0%
8		-	\$ -	\$ -	0%	0%	0%	0%	0%
9		-	\$ -	\$ -	0%	0%	0%	0%	0%
10		-	\$ -	\$ -	0%	0%	0%	0%	0%
TOTAL				\$ 4.000.000.000	100%				

COSTOS DE CADA PRODUCTO O SERVICIO				
NOMBRE DEL PRODUCTO O SERVICIO	CANTIDADES	COSTO UNITARIO DEL PDTO O SERVICIO	COSTOS TOTALES	
			1	Intalación de panel
2	Mantenimiento de panel	600	\$ 900.000,00	\$ 540.000.000 27%
3	Adaptación	200	\$ 2.300.000,00	\$ 460.000.000 23%
4	0	0	\$ -	\$ - 0%
5	0	0	\$ -	\$ - 0%
6	0	0	\$ -	\$ - 0%
7	0	0	\$ -	\$ - 0%
8	0	0	\$ -	\$ - 0%
9	0	0	\$ -	\$ - 0%
10	0	0	\$ -	\$ - 0%
TOTAL			\$ 2.000.000.000	100%

AÑO	PROYECCIONES				
	2022	2023	2024	2025	2026
VENTAS ANUALES	\$ 4.000.000.000,0	\$ 4.704.049.600,0	\$ 5.587.718.228,0	\$ 6.702.500.041,9	\$ 8.117.407.601,8
COSTOS ANUALES	\$ 2.000.000.000,0	\$ 2.758.580.480,0	\$ 3.842.960.158,8	\$ 5.405.639.200,9	\$ 7.676.565.338,0
MARGEN OPERATIVO	\$ 2.000.000.000,0	#####	\$ 1.744.758.069,2	\$ 1.296.860.841,1	\$ 440.842.263,8

DEFINA LA INVERSIÓN INICIAL QUE REALIZARÁN PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL NEGOCIO:

INVERSIÓN INICIAL	
TERRENOS	\$ -
PROPIEDAD PLANTA Y EQUIPO	\$ 20.000.000,00
MUEBLES Y ENSERES	\$ 10.000.000,00
EQUIPO DE OFICINA	\$ 5.000.000,00
EQUIPO DE TRANSPORTE	\$ -
FRANQUICIAS	\$ -
PATENTES /INV en INTANGIBLES	\$ 3.000.000,00
GASTOS DE PUESTA EN MARCHA	\$ 9.000.000,00

VOLVER AL MENÚ

RECURSO HUMANO

						Incremento (%)	
						0,54	
						12	
	Cargo	Cantidad	Salario Básico	Subsidio transporte	Prestaciones sociales	subtotal	(Por 12 meses)
1	Gerente (s)	1	\$ 3.000.000,00	\$ -	\$ 1.620.000,00	\$ 4.620.000,00	\$ 55.440.000,00
2	Vendedor	1	\$ 2.000.000,00	\$ -	\$ 1.080.000,00	\$ 3.080.000,00	\$ 36.960.000,00
3	Profesional I	2	\$ 2.500.000,00	\$ -	\$ 1.350.000,00	\$ 7.700.000,00	\$ 92.400.000,00
	Gran total...	4	\$ 7.500.000,00	\$ -	\$ 4.050.000,00	\$ 15.400.000,00	\$ 184.800.000,00

MAQUINARIA Y EQUIPO - MATERIA PRIMA E INSUMOS

					5 años
	Descripción Maquinaria y Vehiculos	Cantidad	Precio unitario	Total	Depreciación
1	Equipos tecnicos	1	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	\$ 1.000.000,00
2	Equipo electronicos	1	\$ 9.000.000,00	\$ 9.000.000,00	\$ 1.800.000,00
3	Equipo de pruebas	1	\$ 3.000.000,00	\$ 3.000.000,00	\$ 600.000,00
				\$ -	\$ -
	Gran total...	3	\$ 17.000.000,00	\$ 17.000.000,00	\$ 3.400.000,00
					10 años
	Descripción Equipo	Cantidad	Precio unitario	Total	Depreciación
1	Computadores	1	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 100.000,00
2	caja registradora	1	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	\$ 20.000,00
3	mesas	5	\$ 50.000,00	\$ 250.000,00	\$ 25.000,00
4	sillas	20	\$ 20.000,00	\$ 400.000,00	\$ 40.000,00
5	aparatos telefonicos	1	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00	\$ 6.000,00
6	papelera	1	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00	\$ 30.000,00
7	matenimiento	1	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00	\$ 200.000,00
8	imprevisos	1	\$ 3.000.000,00	\$ 3.000.000,00	\$ 300.000,00
9	mesa de trabajo	4	\$ 1.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 400.000,00
	Gran total...	35	\$ 7.630.000,00	\$ 11.210.000,00	\$ 1.121.000,00

	Materia Prima e Insumos	Cantidad	Precio unitario	Total AÑO
1	Panel	200	\$ 4.000.000,00	\$ 800.000.000,00
2	Materiales de conexión	200	\$ 40.000,00	\$ 8.000.000,00
3	Materiales de adaptación	200	\$ 600.000,00	\$ 120.000.000,00
4	Cable	200	\$ 5.000,00	\$ 1.000.000,00
5	resistencia	200	\$ 3.400,00	\$ 680.000,00
6	Potenciometros	200	\$ 6.800,00	\$ 1.360.000,00
7				\$ -
8				\$ -
9				\$ -
10				\$ -
	Gran total...	1.200	\$ 4.655.200,00	\$ 931.040.000,00

DEFINA LA INVERSIÓN INICIAL QUE REALIZARÁN PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL NEGOCIO:

	INVERSIÓN INICIAL
TERRENOS	\$ -
PROPIEDAD PLANTA Y EQUIPO	\$ 20.000.000,00
MUEBLES Y ENSERES	\$ 10.000.000,00
EQUIPO DE OFICINA	\$ 5.000.000,00
EQUIPO DE TRANSPORTE	\$ -
FRANQUICIAS	\$ -
PATENTES /INV en INTANGIBLES	\$ 3.000.000,00
GASTOS DE PUESTA EN	\$ 9.000.000,00

VOLVER AL MENÚ

GASTOS FIJOS:

VALOR AÑO 1

ARRIENDO:	\$ 18.000.000,00
SERVICIOS PÚBLICOS:	\$ 2.400.000,00
TELEFONÍA CELULAR:	\$ 1.200.000,00
INTERNET:	\$ 3.000.000,00
PAPELERÍA:	\$ 2.000.000,00
SERVICIOS DE	\$ 4.800.000,00
SEGURIDAD:	\$ 3.000.000,00
SERVICIOS DE ASEO:	\$ 5.000.000,00
polizas de seguro	\$ -
Outsourcing	\$ 12.000.000,00
Mantenimiento	\$ -
	\$ -
	\$ -

TOTAL GASTOS FIJOS \$ 51.400.000,00

INVERSIÓN TOTAL Y NECESIDADES DE FINANCIACIÓN

TOTAL INVERSIONES \$ 47.000.000,00

TASA DE INT ANUAL CRÉDITO

AÑOS DE CRÉDITO **5**

7,50%

CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO INICIAL

	MESES	VALO
	R	
COSTOS OPERATIVOS	6,0	\$ 1.000.000.000,00
NÓMINAS	6,0	\$ 60.000.000,00
MARKETING	6,0	\$ 3.500.000,00
MIXGASTOS	6,0	\$ 25.700.000,00
		\$ 1.089.200.000,00

TOTAL INVERSIÓN \$ 1.136.200.000,00
APORTE DE LOS EMPRENDEDORES \$ 240.000.000,00

PRÉSTAMO A SOLICITAR \$ 896.200.000,00

CALCULO DEL PRÉSTAMO

AÑO 0	inicial	interés	amort	cuota	final
2022	\$ 896.200.000,0	\$ 67.215.000,0	\$ 154.294.020,1	\$ 221.509.020,1	\$ 896.200.000,0
2023	\$ 741.905.979,9	\$ 55.642.948,5	\$ 165.866.071,6	\$ 221.509.020,1	\$ 741.905.979,9
2024	\$ 576.039.908,3	\$ 43.202.993,1	\$ 178.306.027,0	\$ 221.509.020,1	\$ 576.039.908,3
2025	\$ 397.733.881,4	\$ 29.830.041,1	\$ 191.678.979,0	\$ 221.509.020,1	\$ 397.733.881,4
2026	\$ 206.054.902,4	\$ 15.454.117,7	\$ 206.054.902,4	\$ 221.509.020,1	\$ -

VOLVER AL MENÚ

ESTADOS FINANCIEROS BÁSICOS PROYECTADOS

Todos los datos de los Estados financieros se generan de forma automática.

ESTADO DE RESULTADOS						
	2022	2023	2024	2025	2026	
VENTAS	\$ 4.000.000.000,0	\$ 4.704.049.600,0	\$ 5.587.718.228,0	\$ 6.702.500.041,9	\$ 8.117.407.601,8	
COSTO VENTAS	\$ 2.000.000.000,0	\$ 2.758.580.480,0	\$ 3.842.960.158,8	\$ 5.405.639.200,9	\$ 7.676.565.338,0	
UTILIDAD BRUTA	\$ 2.000.000.000,0	\$ 1.945.469.120,0	\$ 1.744.758.069,2	\$ 1.296.860.841,1	\$ 440.842.263,8	
GASTOS ADITIVOS Y VTAS	\$ 120.000.000,0	\$ 133.008.000,0	\$ 147.426.067,2	\$ 163.407.052,9	\$ 181.120.377,4	
GASTOS FIJOS DEL PERIODO	\$ 51.400.000,0	\$ 56.971.760,0	\$ 63.147.498,8	\$ 69.992.687,7	\$ 77.579.895,0	
OTROS GASTOS	\$ 7.000.000,0	\$ 10.000.000,0	\$ 11.000.000,0	\$ 12.000.000,0	\$ 13.000.000,0	
DEPRECIACIÓN	\$ 7.400.000,0	\$ 7.400.000,0	\$ 7.400.000,0	\$ 7.400.000,0	\$ 7.400.000,0	
UTILIDAD OPERATIVA	\$ 1.814.200.000,0	\$ 1.738.089.360,0	\$ 1.515.784.503,2	\$ 1.044.061.100,5	\$ 161.741.991,4	
GASTOS FINANCIEROS	\$ 67.215.000,0	\$ 55.642.948,5	\$ 43.202.993,1	\$ 29.830.041,1	\$ 15.454.117,7	
UTILIDAD ANTES DE IMPSTOS	\$ 1.746.985.000,0	\$ 1.682.446.411,5	\$ 1.472.581.510,1	\$ 1.014.231.059,4	\$ 146.287.873,7	
IMPUESTOS	\$ 524.095.500,0	\$ 504.733.923,5	\$ 441.774.453,0	\$ 304.269.317,8	\$ 43.886.362,1	
UTILIDAD NETA	\$ 1.222.889.500,0	\$ 1.177.712.488,1	\$ 1.030.807.057,1	\$ 709.961.741,6	\$ 102.401.511,6	

BALANCE						
AÑO 0	2022	2023	2024	2025	2026	
ACTIVO						
CAJA/BANCOS	\$ 1.089.200.000,00	\$ 2.689.290.979,92	\$ 2.466.286.319,84	\$ 2.085.515.391,47	\$ 1.442.885.961,82	\$ 376.287.873,70
FIJO NO DEPRECIABLE	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FIJO DEPRECIABLE	\$ 47.000.000,00	\$ 47.000.000,00	\$ 47.000.000,00	\$ 47.000.000,00	\$ 47.000.000,00	\$ 47.000.000,00
DEPRECIACIÓN ACUMULADA	\$ -	\$ 7.400.000,00	\$ 14.800.000,00	\$ 22.200.000,00	\$ 29.600.000,00	\$ 37.000.000,00
ACTIVO FIJO NETO	\$ 47.000.000,00	\$ 39.600.000,00	\$ 32.200.000,00	\$ 24.800.000,00	\$ 17.400.000,00	\$ 10.000.000,00
TOTAL ACTIVO	\$ 1.136.200.000,00	\$ 2.728.890.979,92	\$ 2.498.486.319,84	\$ 2.110.315.391,47	\$ 1.460.285.961,82	\$ 386.287.873,70
PASIVO						
Impuestos X Pagar	\$ 0	\$ 524.095.500,0	\$ 504.733.923,5	\$ 441.774.453,0	\$ 304.269.317,8	\$ 43.886.362,1
TOTAL PASIVO CORRIENTE	\$ -	\$ 524.095.500,0	\$ 504.733.923,5	\$ 441.774.453,0	\$ 304.269.317,8	\$ 43.886.362,1
Obligaciones Financieras	\$ 896.200.000,00	\$ 741.905.979,92	\$ 576.039.908,33	\$ 397.733.881,38	\$ 206.054.902,40	\$ -
PASIVO	\$ 896.200.000,00	\$ 1.266.001.479,92	\$ 1.080.773.831,78	\$ 839.508.334,41	\$ 510.324.220,23	\$ 43.886.362,11
PATRIMONIO						
Capital Social	\$ 240.000.000,00	\$ 240.000.000,00	\$ 240.000.000,00	\$ 240.000.000,00	\$ 240.000.000,00	\$ 240.000.000,00
Utilidades del Ejercicio	\$ 0	\$ 1.222.889.500,0	\$ 1.177.712.488,1	\$ 1.030.807.057,1	\$ 709.961.741,6	\$ 102.401.511,6
TOTAL PATRIMONIO	\$ 240.000.000,00	\$ 1.462.889.500,00	\$ 1.417.712.488,05	\$ 1.270.807.057,07	\$ 949.961.741,59	\$ 342.401.511,59
TOTAL PAS + PAT	\$ 1.136.200.000,00	\$ 2.728.890.979,92	\$ 2.498.486.319,84	\$ 2.110.315.391,47	\$ 1.460.285.961,82	\$ 386.287.873,70
CUADRE (ACT = PAS+PAT)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO:						
CAPITAL INVERTIDO						
AÑO 0	2022	2023	2024	2025	2026	
Activos Corrientes	\$ 1.089.200.000	\$ 2.689.290.980	\$ 2.466.286.320	\$ 2.085.515.391	\$ 1.442.885.962	\$ 376.287.874
Pasivos Corrientes	\$ -	\$ 524.095.500	\$ 504.733.923	\$ 441.774.453	\$ 304.269.318	\$ 43.886.362
KTNO	\$ 1.089.200.000	\$ 2.165.195.480	\$ 1.961.552.396	\$ 1.643.740.938	\$ 1.138.616.644	\$ 332.401.512
Activo Fijo Neto	\$ 47.000.000	\$ 39.600.000	\$ 32.200.000	\$ 24.800.000	\$ 17.400.000	\$ 10.000.000
Depreciación Acumulada	\$ -	\$ 7.400.000	\$ 14.800.000	\$ 22.200.000	\$ 29.600.000	\$ 37.000.000
Activo Fijo Bruto	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000
Total Capital Operativo Neto	\$ 1.136.200.000	\$ 2.204.795.480	\$ 1.993.752.396	\$ 1.668.540.938	\$ 1.156.016.644	\$ 342.401.512

CALCULO DEL FLUJO DE CAJA LIBRE						
	2022	2023	2024	2025	2026	
EBIT	\$ 1.814.200.000,0	\$ 1.738.089.360,0	\$ 1.515.784.503,2	\$ 1.044.061.100,5	\$ 161.741.991,4	
Impuestos	\$ 544.260.000,0	\$ 521.426.808,0	\$ 454.735.351,0	\$ 313.218.330,2	\$ 48.522.597,4	
NOPLAT	\$ 1.269.940.000,0	\$ 1.216.662.552,0	\$ 1.061.049.152,3	\$ 730.842.770,4	\$ 113.219.394,0	
Inversión Neta	\$ -1.068.595.479,9	\$ 211.043.083,5	\$ 325.211.457,9	\$ 512.524.294,5	\$ 813.615.132,4	
Flujo de Caja Libre del período	\$ 201.344.520	\$ 1.427.705.636	\$ 1.386.260.610	\$ 1.243.367.065	\$ 926.834.526	

9 CONCLUSIONES

El sistema agro voltaico es una solución a la competencia por los recursos de la tierra entre la producción de alimentos y energía. El objetivo con el cual se realizó el proyecto fue ofrecer a los habitantes una alternativa de energía renovable, amigable con el medio ambiente en el municipio de cagua, Cundinamarca, en este caso con los sistemas solares fotovoltaicos, ofreciendo una alternativa a la gran demanda de energía. La implementación en grandes extensiones de tierra para cultivos solares aumentara de manera significativa la competencia por los recursos de la tierra, esto debido a que la producción de alimentos es uno de los bienes en continua demanda por el mercado y con ello la demanda de energía, compitiendo por los recursos limitados de las tierras. Estas competencias se ven reflejadas debido al aumento de la población. Se pudo evidenciar mediante proyectos ya desarrollados que estos desafíos por los cuales se está pasando en la actualidad pueden mejorarse utilizando los sistemas agro-voltaicos, permitiendo beneficios entre alimentos y energía contribuyendo a la biodiversidad, ecosistemas y al bienestar humano. En este proyecto se realizó un análisis en el cual los resultados mostraron que el valor de la electricidad generada por energía solar junto con la producción de cultivos tolerantes a la sombra generó un aumento de más del 30 % en el valor económico de las granjas que implementaron sistemas agro voltaicos en lugar de la agricultura convencional, el desarrollo de cultivos en sombra permitieron minimizar las pérdidas de rendimiento de los cultivos y con esto se logra la estabilidad en los precios, logrando que zonas vulnerables como son la región de Cagua, Cundinamarca tengan un beneficio tanto económico como ambiental

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Psychological Association. (2020). Normas APA. Disponible en:

<https://bit.ly/3c4THXL>

Bernal Torres, C. A. (2016). Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Pearson Educación. Disponible en <https://bit.ly/3p11tXU>

Ediciones Ean. (2020). Referencias según el Manual de publicaciones de la American Psychological Association (APA). Bogotá: Publicaciones Ean. Disponible en

<https://bit.ly/2ROtbqa>

Energía, DSN (2021, 17 de noviembre). Sistemas agrivoltaicos o sistema fotovoltaico agrícola . DS nueva energía. <https://www.dsisolar.com/info/agrivoltaic-systems-or-agriculture-pv-system-63870300.html>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill. Disponible en

<https://bit.ly/3i21nxO>

Mejía, C. & Moreno-Monsalve, N. (Ed.) (2021). Lineamientos para la Presentación y Evaluación de Trabajos de Grado de Pregrado de la Universidad Ean. Comité de Trabajos de Grado. Bogotá: Universidad Ean. Disponible en <https://bit.ly/3vAOWwL>

Fiksel J. (2009) Design for Environment: A Guide to Sustainable Product Development, Second Edition. The McGraw-Hill Companies. Disponible en <https://bit.ly/3yPY5DZ>

Schnarch Kirberg, A. (2019). Marketing para emprender. Ediciones de la U. Disponible en <https://bit.ly/3p2HOXz>

Morán, M. (2015, 7 de enero). Ciudades. Desarrollo Sostenible

<https://www.un.org/desarrollosostenible/es/cities/>

Www.un.org. Recuperado el 13 de agosto de 2022, de

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-conquisition-production/>

Qué es producción sostenible y cómo adoptar prácticas amigables con el ambiente. (2020, 4 de octubre). Bogotá.gov.co; cmcastiblanco. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/que-es-produccion-y-consumo-sostenible>

Medio Ambiente, ONU (2021, 2 de junio). META 12: Consumo y producción sostenibles . PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.unep.org/explore-topics/sustainable-development-goals/why-do-sustainable-development-goals-matter/goal-12>

(S/fb). Wwww.un.org. Recuperado el 13 de agosto de 2022, de

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp->

Corporativa, I. (2021, 22 de abril). Energía agrovoltaica, cuando la agricultura y las renovables se dan la mano . Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/innovacion/energia-agrovoltaica>

Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia. (2019, septiembre 13). Celsia - Eficiencia energética. <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>

Artículo periodístico del blog Departamento del derecho del medio ambiente de la Universidad Externado de Colombia (2020). URL: <https://medioambiente.uexternado.edu.co/ley->

[2036-de-2020-por-la-cual-se-promueve-la-participacion-de-las-entidades-territoriales-en-los-proyectos-de-generacion-de-energias-alternativas-renovables/](#)

Artículo periodístico de Zapata y Aponte: Colombia lista cambios menores para proyectos de energía eléctrica, presas y represas (2022):

<https://www.hklaw.com/en/insights/publications/2022/08/colombia-lista-cambios-menores-para-proyectos-de-energia-electrica>

PV Magazine: El primer proyecto de agro fotovoltaica en América Latina está en Chile.

Sánchez, P (2017). URL: <https://www.pv-magazine-latam.com/2017/11/30/el-primer-proyecto-de-agrofotovoltaica-en-america-latina-esta-en-chile/>

Abidin, m. M. (2021). Solar photovoltaic architecture and agronomic management. Motivation for the development of agrivoltaic system. Benefits of agrivoltaic system in Switzerland.

Abidin, M. M. (2021). Solar Photovoltaic Architecture and Agronomic Management. Solar Tracker for Agrivoltaic System in. Switzerland.

Onrel transforming energy . (2018). Retrieved from Solar Photovoltaic Technology Basics: <https://www.nrel.gov/research/re-photovoltaics.html>

Larraín, C. O. (s.f.). CONCEPTO AGRO PV Y SU APLICACIÓN. Obtenido De <https://www.fraunhofer.cl/content/dam/chile/es/documents/agropv%20folleto.pdf>

Menjivar, H. A. (s.f.). La energía fotovoltaica en el riego agrícola: Revisión de literatura. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/494249a7-d888-48bc-9b70-a80e7506d626/content>

AGROVOLTAICA: SITUACIÓN ACTUAL Y OPORTUNIDADES FUTURAS. (s.f.).

Obtenido de ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas– UPM:
<https://docplayer.es/219598467-Agrovoltaica-situacion-actual-y-opportunidades-futuras.html>

Proctor, K. W. (s.f.). Agrivoltaics Align with Green New Deal Goals While Supporting Investment in the US' Rural Economy. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/1/137/htm>

Lamigueiro, O. P. (2013). Energía Solar Fotovoltaica. Obtenido de <https://www.scribd.com/doc/132380934/Energia-Solar-Fotovoltaica-Oscar-Perpinan-Lamigueiro-pdf>

Muñoz Anticona, D. F. (2015). Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_1d24256d07c624c95ceb0a00d29fdb23

Céspedes Díaz, E. (2022). Análisis computacional de sistemas agrovoltaic en Colombia. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/59662?Show=full>

Mena, R. A. (2018). Agricultura digital urbana en Colombia: tendencias y desafíos. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/354610963_Capitulo_4_Agricultura_digital_urbana_en_Colombia_tendencias_y_desafios_https://hemeroteca.und.edu.co/index.php/book/article/view/50474860#:~:text=Agricultura%20digital%20urbana%20en%20Colombia%3A%20tendencias%20y%2

fajardo m., h. A. (2021). Obtenido de la energía fotovoltaica en el riego agrícola: revisión de literatura: <https://bdigital.zamorano.edu/items/abc3944c-60aa-4650-8bb7-2d7998f97ea5>

martín bonzi, s. S. (2019). Climate connections. Obtenido de energía agrovoltaica para resolver la crisis climática: <https://yaleclimateconnections.org/2022/02/energia-agrovoltaica-para-resolver-la-crisis-climatica/>

Trevizan, p. D. (mayo de 2022). Viabilidade, potencial e características do sistema agrovoltaico. Obtenido de <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/anima/23755>

a.agostiniabm.colauzzias.amaduccia. (s.f.). Science direct . Obtenido de innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: an economic and environmental assessment: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261920315245>

Ruiz, a. (2022). La energía agrovoltaica : una buena combinación entre energía fotovoltaica y agricultura. Obtenido de es energía : <https://esenergia.es/energia-solar-agricultura/>

Silva, v. M. (2017). El cultivo de las hortalizas . Obtenido de https://www.unodc.org/documents/bolivia/dim_manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf

Carlos ramos mompó, d. I., & fernando pomares garcía, d. I. (2018). Fertilización y necesidades de nutrientes de los cultivos hortícolas. Obtenido de portal fruticola :<https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/01/29/fertilizacion-y-necesidades-de-nutrientes-de-los-cultivos-hortícolas/#:~:text=los%20cultivos%20hort%20adcolas%20comprenden%20un%20gran%20n%20c3%bamero%20de,mel%20c3%b3n%20la%20sand%20ada%20o%20el%20toma>

Alcazar. (2020). La clasificación de los cultivos hortícolas . Obtenido de <https://agriculturers.com/conoce-la-clasificacion-de-los-cultivos-hortícolas/>

Dehesa de luna . (s.f.). Obtenido de qué es la viticultura y los tipos que existen: <https://dehesadeluna.com/blog/que-es-la-viticultura-y-tipos/>

N.a. (s.f.). Nuevo modelo energético . Obtenido de agrovoltaica sumando agricultura y electricidad solar : http://www.nuevomodeloenergetico.org/pgs2/files/5115/8996/0315/px1nme_agrovoltaica_sumandoagriculturayelectricidad solar.pdf

jimenez, r. (s.f.). Agrovoltaica: la energía fotovoltaica en el sector agrícola. Obtenido de eidf: <https://www.eidsolar.es/agrovoltaica-energia-fotovoltaica-sector-agricola/>

Lorenzo. (2019). Energía agrovoltaica . Obtenido de <https://www.lorenzoenergiasrenovables.es/agrovoltaica>

Univery solar . (septiembre de 2020). Obtenido de energía agrovoltaica: como sacar el máximo rendimiento en un solo espacio : <https://www.univergysolar.com/energia-agrovoltaica/>

Leloux, j. (2019). Implantación de una huerta solar fotovoltaica con seguidores sobre terreno irregular . Obtenido de https://www.academia.edu/17141792/implantacion_de_una_huerta_solar_fotovoltaica_con_seguidores_sobre_un_terreno_irregular

Amaducci, s. (2016). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/325502615_agrivoltaic_systems_to_optimise_land_use_for_electric_energy_production

Wong, j. J. (2019). Agrovoltaica: nuevos escenarios de . Obtenido de <https://goagrovoltaica.es/wp-content/uploads/2021/10/panel-para-inversiones.pdf>

Rösch, c. (2016). Agrovoltaic systems: the energy transition in agriculture | [agrophotovoltaik - die energiewende in der landwirtschaft].

Jessica Barichello, I. V. (2021). Stable semi-transparent dye-sensitized solar modules and panels for greenhouse application.

(Agrovoltaic,s/f)

Agrovoltaic. (s/f). Agrovoltaic.org. Recuperado el 14 de noviembre de 2022, de <https://agrovoltaic.org/>