

INCORPORACIÓN DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS FLOTANTES EN EL
EMBALSE DE LA HIDROELÉCTRICA DE URRÁ PARA EL APROVECHAMIENTO
AREAL Y DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

DANIELA NIÑO SALCEDO.
JOHN ESTEBAN RODRÍGUEZ ARBELÁEZ

MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

DIRECTOR:
Lucas D'auria Sanchez
MSC INTERNATIONAL RELATIONS THEORY - LONDON SCHOOL OF
ECONOMICS

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA.
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS.
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director de la Especialización

Firma del calificador

Bogotá D.C., septiembre de 2021

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro.

Dr. Mario Posada García-Peña.

Consejero Institucional.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña.

Vicerrectora Académica y de Investigación.

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero.

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro.

Secretario General.

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

Dr. Marcel Hofstetter Gascon.

Director Especialización Gerencia de Proyectos

Dr. Julian Andrés Gómez Vargas

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestros padres, hermanos y familiares por su apoyo, sacrificios y motivación incondicional para lograr culminar esta meta.

Agradecemos a nuestros compañeros en especial a Camilo Andrés Bohórquez Esparza, por su apoyo y ayuda en sus conocimientos para lograr culminar este trabajo

Agradecemos a la institución y su cuerpo docente de la Universidad por brindarnos los conocimientos y herramientas necesarias para nuestro proyecto curricular.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|-------------------------------------|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 8 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 9 |
| 2. ANTECEDENTES | 12 |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 15 |
| 4. DELIMITACIÓN | 16 |
| 5. OBJETIVOS | 17 |
| 5.1 Objetivo General | 17 |
| 5.2 Objetivos específicos | 17 |
| 6. CONCEPTUALIZACIÓN | 18 |
| 6.1 Contexto | 18 |
| <i>6.1.1 Paneles Fotovoltaicos</i> | 18 |
| <i>6.1.2 Energías Renovables.</i> | 19 |
| 7. DISEÑO METODOLÓGICO | 21 |
| 8. TIPO DE INVESTIGACIÓN | 22 |
| 9. ESTUDIO DE MERCADO | 23 |
| 10. CRONOGRAMA | 24 |
| 11. RESULTADO ESPERADO | 25 |
| 12. PRIMER CAPÍTULO | 26 |
| 12.1 Análisis de barreras | 26 |
| <i>12.1.1. Aspecto Político.</i> | 26 |
| <i>12.1.2. Aspecto Económico.</i> | 29 |
| <i>12.1.3. Aspecto Social.</i> | 33 |
| <i>12.1.4. Aspecto Tecnológico.</i> | 37 |
| <i>12.1.5. Aspecto Ambiental.</i> | 38 |
| <i>12.1.6. Aspecto Legal.</i> | 39 |
| 13. SEGUNDO CAPITULO | 42 |
| 13.1 Segmentación | 42 |

| | |
|--|----|
| <i>13.1.1 Segmentación geográfica:</i> | 42 |
| <i>13.1.2 Segmentación Demográfica o Socioeconómica</i> | 52 |
| <i>13.1.3 Segmentación Conductual o de Beneficio.</i> | 53 |
| <i>13.1.4 Segmentación Psicográfica.</i> | 54 |
| <i>13.1.5 Diseño de cuestionario de encuesta y análisis.</i> | 54 |
| <i>13.1.4 Análisis y estudios hechos anteriormente.</i> | 56 |
| <i>13.1.5 Estrategias.</i> | 57 |
| 14. TERCER CAPÍTULO | 61 |
| BIBLIOGRAFÍA. | 64 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Proyecto de energías renovables desde 2016 | 10 |
| Figura 2. Demanda de electricidad en el país | 30 |
| Figura 3. Comportamiento SIN | 30 |
| Figura 4. Consumo de energía por regiones | 33 |
| Figura 5. Cobertura eléctrica por zonas | 34 |
| Figura 6. Mapa ICEE por municipio. | 35 |
| Figura 7. Vivienda sin servicio por departamento | 36 |
| Figura 8. Radiación solar por departamento | 45 |
| Figura 9. Oferta hidroeléctrica en Colombia | 43 |
| Figura 10. Embalse hidroeléctrica de Urra | 47 |
| Figura 11. Embalse hidroeléctrica de Urra zona areal | 47 |
| Figura 12. Radiación mensual área de influencia | 49 |
| Figura 13. Cálculo de la energía solar generada | 49 |
| Figura 14. Resultados teóricos del proyecto | 50 |
| Figura 15. Construcción modular propuesta | 51 |
| Figura 16. Diagrama final del proyecto | 51 |
| Figura 17. Logo | 58 |
| Figura 18. Slogan | 58 |
| Figura 19. Cronograma | 24 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Proyecto de energías renovables desde 2016. | 9 |
| Tabla 2. Consumo de energía por región | 32 |
| Tabla 3. Comparativo de fuentes de energía | 56 |
| Tabla 4. Tabla de Costos/ Gastos del estudio de mercado | 60 |

RESUMEN

El presente trabajo de grado, es una investigación que busca determinar la viabilidad de la incorporación de plantas fotovoltaicas flotantes en el embalse de la hidroeléctrica de Urra, para el aprovechamiento areal y de infraestructura eléctrica, para tal fin se encontrara una secuencia lógica de actividades necesarias para esta investigación, centrándose principalmente en el contexto y barreras que se requieren el proyecto, enfocadas a nivel social, ambiental, legal, económico, tecnológico y político, posteriormente se desarrolla un estudio de mercado, por medio del cual, se dispone la segmentación geográfica, segmentación demográfica o socioeconómica, segmentación conductual o de beneficio, segmentación psicográfica, para posteriormente diseñar el cuestionario de encuesta y análisis, tomando como referente estudios desarrollados anteriormente y estrategias de marketing; por medio de la información dispuesta anteriormente se determina y evalúa la viabilidad del desarrollo del proyecto, encontrando que es óptimo para implementación

Palabras clave: Hidroeléctrica Urrá, energía renovable, plantas fotovoltaicas, energía eléctrica, proyectos renovables solares, proyectos renovables hidráulicos.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de reducir los costos asociados a la construcción y puesta en marcha de proyectos energéticos permiten que cualquier idea, que busque disminuir este gran rubro, tengan una viabilidad desde que cumpla los parámetros técnicos, estándares internacionales y su proyección de liquidez resulte de utilidad.

Con el proyecto propuesto se busca disminuir el costo asociado a la construcción total requerida para la conexión al sistema interconectado nacional (SIN) y así, poder negociar la energía generada en la bolsa de negocio.

Del mismo modo, se busca que el impacto medio ambiental al suelo sea casi que nulo pues se pasaría de la instalación onshore (en tierra) a una instalación lacustre (flotante) de toda la planta de generación fotovoltaica, que permitiría optimizar la existencia del espejo de agua. Esto permite hablar de una optimización energética al generar mayor energía por hectárea.

Adicionalmente, la instalación de plantas solares fotovoltaicas flotantes permitirá que el porcentaje de agua salubre evaporada disminuya hasta en un 80% en la sección cubierta. Esto es un gran indicador de alivio para las zonas donde la oferta hídrica no es abundante y para las hidroeléctricas pues tienen más agua disponible lo que permite una mayor generación.

Finalmente, una de las técnicas para aumentar el coeficiente de generación eléctrica de una celda fotovoltaica es por medio de la refrigeración térmica. La presencia de agua en el entorno funcional va a permitir una transferencia de calor por convección entre la celda solar y el medio hídrico, lo que generaría una refrigeración que desencadena un aumento en la eficiencia de generación eléctrica entre un 10% y un 15%.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La incorporación y utilización de las energías renovables en la matriz energética primaria de Colombia, ha ido creciendo, debido a la evolución tecnológica mundial de captación, ubicación favorable para la generación energética, la adquisición tecnológica y al personal calificado con experiencia; gracias al posicionamiento geográfico Colombia puede generar energía a partir del agua, viento, calor geotérmico, desechos orgánicos y radiación solar, así mismo, el país tiene la posibilidad de generar energía a partir de carbón, gas y petróleo; la existencia de energía renovable, se vuelve un factor fundamental dentro del plan energético nacional del 2050.

José Antonio Vargas, (Mesa, 2020) Presidente de Enel-Codensa reitera que “*es fundamental la combinación de todos los recursos adecuadamente para conseguir una matriz sostenible que permita generarla de la manera más eficiente al menor costo posible*” – *Entrevista La República-2019*. Colombia sigue consolidándose como una potencia en fuentes de energías renovables. Desde este momento inicial es muy importante que las empresas responsables de este desarrollo empiecen a aplicar ideas y tecnologías de innovación que permitan el máximo aprovechamiento de los recursos, aumentando el MWH generado por cada hectárea afectada.

De acuerdo al último informe del diario República, en Colombia desde el 2016, se han desarrollado proyectos de energías renovables siendo los de energía solar fotovoltaica los de mayor desarrollo. De los 548 proyectos que han sido aprobados, 374 son solares, mientras que 128 son hidráulicos.

Tabla 1.

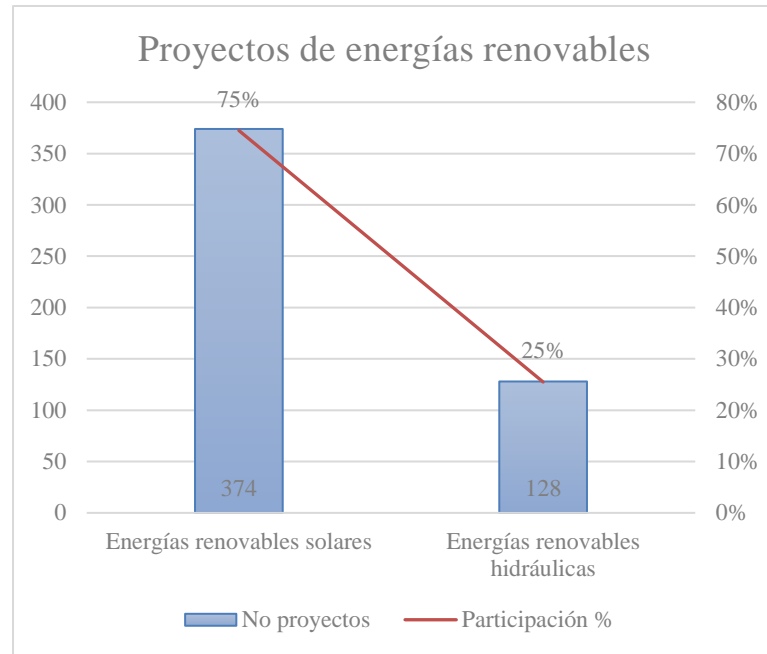
Proyecto de energías renovables desde 2016

| Tipo | No proyectos | Participación % |
|---------------------------------|--------------|-----------------|
| Energías renovables solares | 374 | 75% |
| Energías renovables hidráulicas | 128 | 25% |
| Total | 502 | 100% |

Nota. Tipo de proyecciones de energías renovables datos. Tomado de: La República. (2018) *Proyectos de energía solar fotovoltaica, los que más se están registrando en el país* <https://www.larepublica.co/infraestructura/proyectos-de-energia-solar-fotovoltaica-son-los-que-mas-se-estan-registrando-en-el-pais-2744233>

Figura 1.

Proyecto de energías renovables desde 2016



Nota. Tipo de proyecciones porcentuales de energías renovables. Tomado de: La Republica. (2018) Proyectos de energía solar fotovoltaica, los que más se están registrando en el país <https://www.larepublica.co/infraestructura/proyectos-de-energia-solar-fotovoltaica-son-los-que-mas-se-estan-registrando-en-el-pais-2744233>

Analizando la ejecución de cada uno de estos, se evidencia que se realizaron de manera independiente. Si se llegase a estudiar la posibilidad de integración entre los proyectos fotovoltaicos e hidroeléctricos en una misma locación, se lograría disminuir los costos asociados a la construcción de las líneas de transferencia eléctrica al ser estas compartidas entre ambos proyectos; así mismo, el costo asociado en la adquisición de los terrenos.

Esta investigación busca estudiar la viabilidad de integrar y/o generar la incorporación de plantas fotovoltaicas flotantes dentro del embalse de la hidroeléctrica de Urrá, teniendo en cuenta los recursos energéticos, la zona geográfica y condiciones climática, adecuada para el desarrollo esta propuesta, esperando como resultado una mayor rentabilidad y aprovechamiento energético, en comparación al desarrollo de cada proyecto energético por separado.

Países en Europa como España y Francia han incursionado en este tipo de instalación de energías fotovoltaicas incorporando plantas fotovoltaicas flotantes en diferentes lagos. Así mismo potencias energéticas como China y Japón, en la actualidad, se han convertido en los exponentes

más importantes de esta innovación energética con plantas como la de Anhui- China con una gran producción de 20MW y de Saitama- Japón con una producción de 7.5 MW, información a través de la cual se puede deducir que esta investigación podría ser una gran opción, en relación al aprovechamiento del terreno y condiciones del mismo.

Al haber un auge en el crecimiento de las ciudades e industrias, se ha incrementado el daño ambiental, al generarse un crecimiento sostenible regional, un crecimiento desmedido y feroz para con el ambiente local y regional.

Finalmente, este desarrollo social apresurado no permite muchas veces analizar diferentes ideas, ni permite la importación del conocimiento adquirido en proyectos exitosos. Al no generar y tener como objetivo el desarrollo sostenible, sino simplemente satisfacer la demanda, se desencadenan o realizan impactos ambientales los cuales pueden prevenibles o mitigables desde la planeación.

El proyecto busca generar nuevas alternativas para el crecimiento social, económico y empresarial, que no afecten el medio ambiente, generando un desarrollo sostenible para el departamento de Córdoba dentro de la hidroeléctrica de Urrá, es por esto, que se genera la pregunta ¿Cuál es viabilidad de la incorporación de plantas fotovoltaicas flotantes en el embalse de la Hidroeléctrica de Urrá para el aprovechamiento áreal y de infraestructura eléctrica?

2. ANTECEDENTES

Se utilizaron diferentes fuentes de información para el desarrollo de esta investigación, para lo cual mencionaremos 3 artículos en relación, “Where the Sun Meets Water”, “Covering reservoirs with a system of floating solar panels: Technical and financial analysis” y “Urrá entra en la onda renovable con proyecto de planta solar flotante”

En el artículo “**Where the Sun Meets Water**”, relaciona la importancia de la generación de energía de manera fotovoltaica, la tecnología que se debe implementar, la necesidad del mercado global, las políticas y regulaciones, diferentes oportunidades de mercado, costos relacionados y posibles cambios. Como primera instancia se hace referencia al programa ESMAP, el cual brinda una asistencia global al sector energético, con alianzas en entidades como el Banco mundial, así mismo, se menciona que “SEIRS”, es una grupo de investigación formado por la Universidad Nacional de Singapur, la fundación nacional de investigación y la Junta de Desarrollo Económico en Singapur, en donde se cuenta con investigaciones multidisciplinarias, con la participación de más de 160 científicos, ingenieros, tecnológicos, etc., en donde se han desarrollado investigaciones relacionadas a las celdas solares, ficha técnica de caracterización, simulación, etc., por medio de este artículo se menciona la importancia utilizar estas nuevas alternativas de energía, resaltando los países que tienen gran número de población, así como se menciona la importancia y beneficios de implementar las celadas a través de plantas fotovoltaicas, resaltando que algunos países ya cuentan con estas, identificados como, China, India y el Sur Oeste de Asia.; en relación a las políticas gubernamentales que se rigen, se resalta, los incentivos financieros para que crezcan y se desarrollen estos proyectos, así como, las políticas gubernamentales que las soportan, posteriormente se observa las oportunidades de mercado que se encuentran con numerosas reservas en los continentes de Asia, Europa, Australia, South America, donde seria viable además de beneficioso para la población el desarrollo de estos proyectos; en relación a los costos se hace mención, que para la construcción de una planta fotovoltaica flotante, los costos podrían subir, pues los componentes tendrían que ser más resistentes al agua, sin embargo, estos costos se amortiguarían con los descuentos e incentivos financieros, así como, con la mayor durabilidad de vida útil. (*World Bank Group; Energy Sector Management Assistance Program; Solar Energy Research Institute of Singapore. 2019. Where*

Sun Meets Water : Floating Solar Market Report. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31880> License: CC BY 3.0 IGO.)

- **Covering reservoirs with a system of floating solar panels: Technical and financial analysis,**

es un estudio en el cual se puede visualizar tópicos técnicos y financieros relacionados a generación de energía flotante fotovoltaica, en donde se estudiaran los sistemas y factores estructurales, haciendo mención a un plan piloto consistente de 20 Kwn de prototipo cubierto, con 350 metros cuadrados, para ser instalado en España, de cual se espera una estructura de 1458 paneles, 750 pontones, cubriendo un área de 4490 metros cuadrados, siendo generador de energía limpia con un poder de 300 Kwn, reduciendo la evaporación del agua; para lograr la misma se pueden utilizar técnicas químicas, físicas, biológicas, de construcción y exploración y mecánicas, logrando una reducción de aproximadamente un 80%. (*Ferrán, Gozávez. J.,J.; Ferrer Gisbert P.,S.; Ferrer Gisbert C., M.; Redón, Santafé. M.; (2012).*)

Dentro del estudio se valida el diseño conceptual necesario para el desarrollo de de energía flotante fotovoltaica, en donde es necesario que los módulos flotantes interceptan la radiación solar y generen el poder para la producción de energía, resaltando la importancia de contar con una estructura integrada, que se acomode a las características de la reserva de agua; se debe tener en cuenta la inclinación y orientación de los módulos, dimensiones de los paneles solares, la separación de los inter paneles, el mantenimiento requerido, la geometría de estos se debe adecuar a la zona y en lo posible ubicarse en concordancia a los puntos cardinales, se deben conseguir materiales que cuenten con las características de resistencia necesarias, etc., el poder de la energía dependerá del grado de inclinación en que se encuentre, entre 36, 38 y 40 grados, sin embargo, en España se considera que el mayor poder está estipulado esta en 240 Wp. En términos financieros se analizó el costo de la electricidad y la producción, mencionando la importancia de definir la inclinación adecuada para la obtención de mayor energía y productividad, logrando un modelo rentable. (*Ferrán, Gozávez. J.,J.; Ferrer Gisbert P.,S.; Ferrer Gisbert C., M.; Redón, Santafé. M.; (2012).*)

- **Urrá entra en la onda renovable con proyecto de planta solar flotante**

Es un artículo que hace alusión a la creación de la nueva planta solar a través de la energía solar, por medio de paneles fotovoltaicos en Urrá, departamento de Córdoba que comenzó desde principios del 2021 y se espera que se encuentre disponible y terminada para el mes de agosto del año 2022, que generaría hasta 1.500 kilovatios de energía limpia, con un alcance de 1,7 hectáreas, donde se esperaría la utilización de 5600 paneles solares, en una estructura flotante; para desarrollar este proyecto, debe cumplir con el primer paso relacionado al diseño, estudios de ingeniería, suministros, construcción, montaje, y en general la extensa construcción de la misma, contando con la adjudicación de la empresa Unión Temporal Sol y Agua. *(Lopez, A., 2021)*

Este proyecto de características solar fotovoltaico flotante, es el primero en el país que va a presentar una capacidad de 1,5 Megavatios, además de presentar un desempeño energético superior entre un 10% y un 15%, por las condiciones de temperatura menor que permitirá mayor eficiencia; buscando generar proyectos de energía limpia, renovable para el medio ambiente, avanzando en un modelo de negocio sostenible. *(Lopez, A., 2021)*

Este proyecto es un modelo piloto, que según su desempeño favorable, permitirá en futuras ocasiones construir una estructura solar fotovoltaica flotante mucho más amplia, además, de desarrollar diferentes líneas de investigación a nivel ambiental, energético, normativo, etc.; y ser un marco comparativo de referencia entre los diferentes tipos de generación de energía limpia en el mercado y definir la más funcional a nivel de costos. *(Lopez, A., 2021)*

En conformidad a los tres casos expuestos anteriormente podemos contar con lineamientos claros, para estudiar la viabilidad y disponer la investigación en relación a la incorporación de plantas fotovoltaicas flotantes en el embalse de la Hidroeléctrica de Urrá.

3. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de generar un proyecto viable, reduciendo costos asociados a la construcción y puesta en marcha de proyectos energéticos. Con el proyecto propuesto se busca estudiar la viabilidad del desarrollo de un proyecto sostenible que genere energía eléctrica, con un análisis del mercado adecuado requerido para la conexión al sistema interconectado nacional (SIN), desarrollando una futura posibilidad de negociación de energía generada en la bolsa de negocio.

Del mismo modo, se busca mitigar el impacto medio ambiental, asegurando la afectación del suelo sea casi que nulo pues se pasaría de la instalación onshore (en tierra) a una instalación lacustre (flotante) de toda la planta de generación fotovoltaica, permitiendo optimizar la existencia del espejo de agua, que, a su vez, genera una optimización energética, obteniendo mayor energía por hectárea.

Adicionalmente, la instalación de plantas solares fotovoltaicas flotantes permitirá que el porcentaje de agua salubre evaporada disminuya hasta en un 80% en la sección cubierta, permitiendo generar un gran indicador de alivio para las zonas donde la oferta hídrica no es abundante, así como, para las hidroeléctricas, pues, contarían con un mayor volumen agua disponible y generación de la misma.

Finalmente, se entraría a considerar unas técnicas para aumentar el coeficiente de generación eléctrica de una celda fotovoltaica, por medio de la refrigeración térmica; la presencia de agua en el entorno funcional va a permitir una transferencia de calor por convección entre la celda solar y el medio hídrico, lo que ocasiona una refrigeración, que, a su vez, desencadena un aumento en la eficiencia de generación eléctrica de aproximadamente entre un intervalo de un 10% a 15%.

4. DELIMITACIÓN

El presente proyecto abarca la viabilidad de generar una incorporación de plantas fotovoltaicas flotantes, a través de un sistema de producción de energía renovable, en un cuerpo de agua en Colombia, identificado como el embalse de la hidroeléctrica de Urrá, en el departamento de Córdoba, realizando una consideración aproximada de costos y cantidad de energía eléctrica a generar en la planta instalada a través de un estudio de mercado.

En la presente investigación, se considerará como referencia el mapa mundial de radiación, información científica técnica sobre la respectiva infraestructura flotante.

Este trabajo será de exclusividad conceptual con ingeniería básica para poder estudiar la viabilidad de la investigación desde las diferentes aristas constitutivas.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Estudiar la viabilidad del aprovechamiento areal e infraestructura eléctrica cercana, para la incorporación de plantas flotantes fotovoltaicas en el embalse de la hidroeléctrica de Urrá, en el municipio de Córdoba.

5.2 Objetivos específicos

1. Identificar a través de un proceso de diagnóstico las variables de mercado que influyen para la incorporación de plantas flotantes fotovoltaicas en el embalse de la hidroeléctrica de Urrá, en el municipio de Córdoba.
2. Desarrollar un estudio de mercado para segmentar la población objetivo interesada en la instalación de plantas solares fotovoltaicas flotantes.
3. Determinar la viabilidad del proyecto a partir de los resultados del estudio de mercado para la incorporación de plantas flotantes fotovoltaicas en el embalse de la hidroeléctrica de Urrá, en el municipio de Córdoba.

6. CONCEPTUALIZACIÓN

6.1 Contexto

Para realizar la conceptualización, es necesario definir algunos términos importantes que serán el centro de la investigación. Estos términos son: paneles fotovoltaicos, energías renovables, energía solar y centrales hidroeléctricas

6.1.1 Paneles Fotovoltaicos

“Un panel fotovoltaico es un tipo de panel solar diseñado para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica. Su función es transformar la energía solar en electricidad. También recibe el nombre de módulo fotovoltaico.” (Solar Energia, s.f. Sec. Publicaciones)

6.1.1.a Clasificación de los paneles fotovoltaicos. Los tipos de construcción de las células fotovoltaicas más comunes son:

Panel fotovoltaico monocristalino

Se fabrican con bloques de silicio o ingots, que son de forma cilíndrica.

Posteriormente, con el objetivo de reducir los costes de fabricación de las celdas fotovoltaicas monocristalinas y de optimizar el su rendimiento, se recortan los cuatro lados de los bloques cilíndricos para hacer láminas de silicio. Este recorte es el que les da este aspecto característico.

Una de las formas más sencillas para poder distinguir claramente un panel solar monocristalino de uno policristalino, es que en el policristalino las celdas no tienen esquinas redondeadas y son perfectamente rectangulares.

Paneles Fotovoltaicos Policristalino.

Los paneles fotovoltaicos policristalinos, a diferencia de los paneles monocristalinos, en su fabricación no se emplea el método Czochralski. En este tipo de panel solar el silicio en bruto se funde y se vierte en un molde cuadrado. A continuación, se enfría y se corta en láminas perfectamente cuadradas.

Se estima que en los paneles que incluyen estas celdas el ratio de eficiencia es de un máximo del 16%, fundamentalmente por la menor cantidad de silicio que incorporan.

Paneles Solares Fotovoltaicos De Capa Fina.

El fundamento de estos paneles es depositar varias capas de material fotovoltaico en una base. Dependiendo de cuál sea el material empleado podemos encontrar paneles de capa fina de silicio amorfo (a-Si), de telurio de cadmio (CdTe), de cobre, indio, galio y selenio (GIS/CIGS) o células fotovoltaicas orgánicas (OPC)

Dependiendo del tipo, un módulo de capa fina presenta una eficiencia del 7-13%. Debido a que tienen un gran potencial para uso doméstico, son cada vez más demandados

6.1.2 Energías Renovables

Las energías renovables son aquellas que se obtienen a partir de fuentes naturales que producen energía de forma inagotable e indefinida. Por ejemplo, la energía solar, la energía eólica o la energía mareomotriz son fuentes renovables de energía.

6.1.2.a Energía Solar. La energía solar es producida por la luz –energía fotovoltaica- o el calor del sol –termosolar- para la generación de electricidad o la producción de calor. Inagotable y renovable, pues procede del sol, se obtiene por medio de paneles y espejos.

6.1.2.b Energía térmica. La energía térmica, es la energía liberada en forma de calor, que puede ser obtenida de forma natural como el caso del sol, de forma exotérmica como lo es la combustión,

mediante la reacción nuclear, entre otras. Esta energía produce que los átomos de una molécula estén en movimiento, ya sea vibrando o trasladándose.

6.1.2.c Central Hidroeléctrica. Una central hidroeléctrica es aquella en la que la energía potencial del agua almacenada en un embalse se transforma en la energía cinética necesaria para mover el rotor de un generador, y posteriormente transformarse en energía eléctrica.

6.1.2.d Energía asequible y no contaminante. La característica principal de este proyecto es la generación e inclusión de energía renovable no convencional a la matriz energética de Colombia. Este proyecto es de carácter solar.

6.1.2.e Acción por el clima. Este proyecto al disminuir las emisiones de CO₂ permite contribuir a la disminución del impacto ambiental en la generación eléctrica. Al ser un proyecto de energías renovables contribuye a la sostenibilidad de la matriz energética primaria haciendo que el país tenga procesos más eco amigables.

6.1.2.d Agua limpia y Saneamiento. La planta fotovoltaica flotante al impedir la evaporación del agua y ser barrera entre los rayos solares y el agua, permite asegurar el recurso hídrico a las poblaciones con estrés por el agua alta. Adicionalmente proteger el cuerpo hídrico ante la generación de organismos vegetales y animales que afectan la calidad del agua

7. DISEÑO METODOLÓGICO

El desarrollo de esta investigación se fundamentó a partir de la viabilidad de la incorporación de plantas fotovoltaicas flotantes en el embalse de la hidroeléctrica de Urrá a través de un estudio de mercado.

8. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación será de tipo diagnóstica, identificando todos los factores que intervienen para la incorporación de plantas fotovoltaicas flotantes en el embalse de la hidroeléctrica de Urrá, en la cual se implementará casos exitosos similares, como base de la información de entrada, que posteriormente, en apoyo con los diferentes análisis, se considerará la viabilidad y funcionalidad de la propuesta a través de un estudio de mercado.

9. ESTUDIO DE MERCADO

Por medio del estudio de mercado se analizarán las diferentes barreras y alternativas y/o beneficios que, por el contexto interno y externo de la propuesta, afecta o interviene en su desarrollo, considerando aspectos políticos, políticas internacionales, políticas técnicas, normatividad vigente, contexto económico del país, TLC, demanda energía en Colombia, cobertura eléctrica en Colombia, determinantes tecnológicos, determinantes ambientales, determinantes sociales.

Posteriormente, se analizará y determinará la segmentación del mercado que aplicara a nuestra investigación, considerando segmentación geográfica, segmentación demográfica y/o socioeconómica, segmentación psicográfica, etc., a la cual, una vez identificada, se aplicará un cuestionario que brinde datos fundamentales para el desarrollo y pertinencia de la propuesta, abordando temas de inversión, conocimiento del sector, interés acerca del proyecto propuesto, etc.

Se buscarán representativos del proyecto propuestos, a través de la marca, logotipo, slogan, estrategias de marketing; así mismo, se determinarán factores fundamentales del proyecto tales como precio, tipo y/o modelamiento de ventas, etc.

10. CRONOGRAMA

Figura 19.
Cronograma

| CRONOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|------------|---|---|---|
| Actividades | Mayo | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | Septiembre | | | |
| | Semanas | | | | Semanas | | | | Semanas | | | | Semanas | | | | Semanas | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Planteamiento del problema | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Antecedentes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Justificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Delimitación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marco referencial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estudio de mercado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conclusiones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recomendaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bibliografía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anexos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nota. Se establece un cronograma para cumplimiento de tareas

11. RESULTADO ESPERADO

Esta investigación busca estudiar la viabilidad de integrar y/o generar la incorporación de plantas fotovoltaicas flotantes dentro del embalse de la hidroeléctrica de Urrá, teniendo en cuenta los recursos energéticos, la zona geográfica y condiciones climáticas, adecuadas para el desarrollo esta propuesta, esperando como resultado una mayor rentabilidad y aprovechamiento energético, así como, la posibilidad brindar nuevas alternativas para el crecimiento social, económico y empresarial, que no afecten el medio ambiente, generando un desarrollo sostenible para el departamento de córdoba dentro de la hidroeléctrica de Urrá.

12. PRIMER CAPÍTULO

12.1 Análisis de barreras

Este análisis se realiza con el fin de construir soluciones estratégicas para tener un impacto mucho mayor en diferentes aspectos externos de la empresa a nivel socioeconómico, político, tecnológico y ambiental.

12.1.1. Aspecto Político

Dentro del entorno político se debe tener en cuenta las diferentes políticas internacionales y nacionales que rigen las energías renovables enfocadas a la energía Fotovoltaica en los cuales Colombia se encuentra directamente implicado en tratados y normas internacionales de la Unión Europea en este caso encaminados a Italia como principal país importador de este tipo de energía.

12.1.1.a. Políticas Internacionales. Estas políticas internacionales se basan en tratados y organizaciones para el cuidado del medio ambiente como lo es:

- El protocolo de Kioto: Es un tratado internacional que entró en vigor en febrero de 2005 y forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) establecida en 1992. Allí se fijaron límites para las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los países industrializados. Con base al gobierno colombiano y el gobierno Italiano (país directamente involucrado para la importación de techos fotovoltaicos) se tiene en cuenta que la posición del país basada en el tratado es:
 1. Apoyar el principio de precaución para el cuidado del medio ambiente.
 2. Reafirmar el principio de responsabilidad común.
 3. Apoyar la diferenciación de compromisos desarrollados
 4. Promover que las nuevas obligaciones de reducción de emisiones se calculen sobre emisiones netas.
 5. Promover objetivos flexibles y de largo plazo de reducción de emisiones.

6. Promover mecanismos para la reducción de emisiones
7. Apoyar continuamente la etapa experimental de actividades implementadas conjuntamente para la protección del medio ambiente.

Ministerio del medio ambiente, 1998.

Es de obligatoriedad en Colombia la protección del medio ambiente, esto ha permitido que el país con el pasar de los años tenga una transformación de denominación de un país tercermundista a uno con avances tecnológicos, económicos y políticos frente al medio ambiente y responsable con su generación de energía eléctrica. Muy a pesar que la matriz energética primaria de Colombia está constituida en un 70% por energía renovable de caracterización hídrica.

- Convenio de Viena: Los objetivos del convenio es alentar a las Partes a promover cooperación a través de observaciones sistemáticas, investigaciones e intercambio de información sobre el impacto de las actividades humanas en la capa de ozono y para adoptar medidas legislativas o administrativas en contra de actividades que puedan producir efectos adversos en la capa de ozono.

12.1.1.b. Políticas Internacionales sobre Energía. La comisión electrónica internacional plantea normas técnicas sobre el sistema de energía solar fotovoltaica, como lo son: sistemas de producción, resistencia de los paneles y materiales utilizados para su producción. Colombia en un actuar de responsabilidad ambiental busca establecer sus propias normas en base a las políticas internacionales.

12.1.1.c. Políticas técnicas Nacionales en Colombia. En Colombia se establecen normas y decretos por entidades como ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Científicas) y el Ministerio de minas y Energías dirigidos a empresas o personas naturales interesadas por velar y aportar al desarrollo de la energía por medio de celdas fotovoltaicas o paneles solares. A partir de lo anterior se construyeron normas como las siguientes:

- NTC 5678, CAMPOS FOTOVOLTAICOS DE SILICIO CRISTALINO MEDIDA EN EL SITIO DE CARACTERÍSTICAS I-V (24/6/2006).

En esta norma se describen las medidas de las características fotovoltaicas de silicio cristalino y el estudio de la extrapolación de los datos a condiciones estándar a medida o valores de irradiación sobre los campos fotovoltaicos de silicio.

- NTC 2883, MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE SILICIO CRISTALINO PARA APLICACIÓN TERRESTRE. CALIFICACIÓN DEL DISEÑO Y APROBACIÓN DE TIPO (26/07/2006).

Norma que establece requisitos para clasificación de diseños y su debida aprobación acerca de tipos de módulos fotovoltaicos para aplicación terrestre y para operación de periodos de tiempo en climas moderados al aire libre.

- NTC 5513, DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS PARTE 1: MEDIDAS DE LA CARACTERÍSTICA INTENSIDAD TENSIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (29/8/2007).

Esta norma tiene en cuenta la calibración del dispositivo de referencia, su respuesta espectral, la precisión y las conexiones de ensayo, indicadores para hacer ensayos a luz natural con simuladores solares contiguos o pausados. Adicionalmente esta norma introduce la información pertinente para el desarrollo de informes y ensayos acerca de energía fotovoltaica.

- NTC 5549, SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TERRESTRE. GENERADORES DE POTENCIA. GENERALIDADES Y GUÍA (16/11/2007).

Esta norma cuenta con una visión general acerca de sistemas fotovoltaicos terrestres generadores de potencia y de elementos funcionales que lo constituyen.

- NTC 2959 GUIA PARA CARACTERIZAR LAS BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO PARA UN SISTEMA FOTOVOLTAICO (18/09/1991)

Esta norma busca mostrar metodologías para la presentación de informaciones técnicas relacionadas con la selección de baterías que almacenan la energía en sistemas fotovoltaicos.

- NTC 5433, INFORMACIONES DE LAS HOJAS DE DATOS Y DE LAS PLACAS E CARACTERISTICAS PARA LOS MODULOS FOTOVOLTAICOS (30/08/2006).

Esta norma contiene información de la configuración de sistemas con módulos fotovoltaicos para garantizar que están contruidos de manera óptima y segura.

12.1.2. Aspecto Económico

Se evaluarán las variables económicas que puedan afectar nuestro proyecto; se realizará un análisis de demanda de electricidad en Colombia y se evidenciarán los principales participantes del sector y se hará un análisis DOFA Económico referente a la información precisada en este documento.

12.1.2.a. Demanda de energía en Colombia. Según COCIER una Asociación de naturaleza civil sin ánimo de lucro que reúne a las empresas y organismos del sector eléctrico colombiano, dio a conocer los aumentos de demanda de electricidad en el país. Con un consumo de 71,925 GWh, la demanda de energía eléctrica del Sistema Interconectado Nacional creció 4.02% respecto al año 2018.

Figura 2.

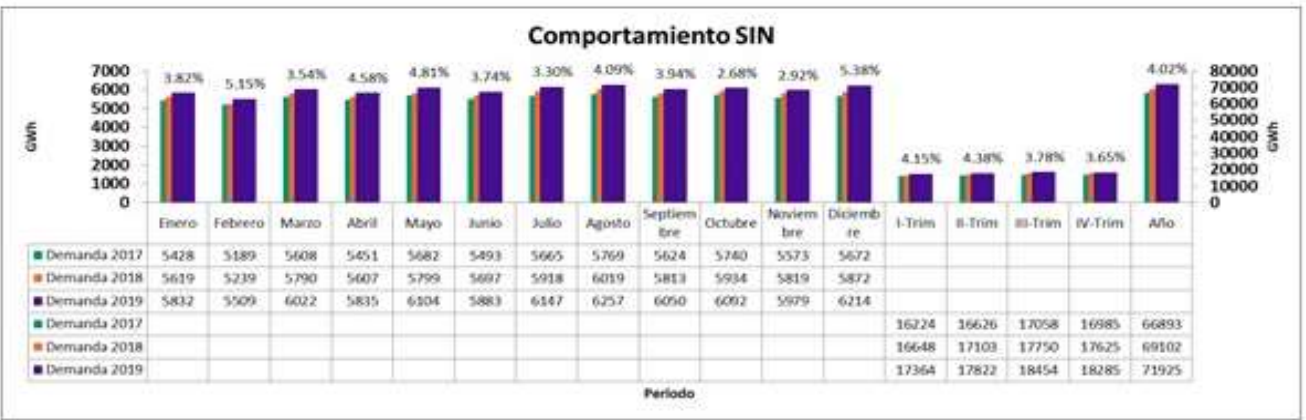
Demanda de electricidad en el país.



Nota. Demanda eléctrica del país cifras. Tomado de: COCER (s.f.) Asociación de naturaleza civil en Colombia. <http://www.cocier.org/index.php/pt/noticias-de-cocier/1858-la-demanda-de-energia-en-colombia-crecio-4-02-en-2019>.

Figura 3.

Comportamiento SIN



Nota. Comportamiento de demanda eléctrica del país cifras. Tomado de: COCER (s.f.) Asociación de naturaleza civil en Colombia. <http://www.cocier.org/index.php/pt/noticias-de-cocier/1858-la-demanda-de-energia-en-colombia-crecio-4-02-en-2019>.

La organización COCER muestra dentro de sus balances que

“...Dentro de este análisis se evidencia que agosto fue el mes con mayor consumo de energía con 6,257 GWh, y aseguró que es importante tener en cuenta que los crecimientos de la demanda de energía se calculan como el promedio ponderado de los crecimientos de los diferentes

tipos de días (comerciales, sábados, domingos y festivos). Este tipo de cálculo disminuye las fluctuaciones que se presentan en los seguimientos mensuales, originados por la dependencia del consumo de energía en relación con el número de días presentados en el mes de análisis (COCER asociación de naturaleza civil en Colombia 2020)...”

Cabe resaltar según lo expuesto por la compañía que factores como fines de semana, festividades y ocasiones especiales son promediadas para que así sus datos sean mucho más certeros. Adicionalmente se puede evidenciar que el 3 trimestre en el cual se encuentra el mes de agosto ha sido el de consumo y crecimiento mayor a los otros.

12.1.2.b. Principales participantes en el sector de la energía eléctrica. Según COCIER Se realiza un estudio de demanda por zonas geográficas, y se identifica que “...el máximo crecimiento en 2019 se presentó en Oriente con un 9.11%, es importante precisar que, al retirar el efecto de la carga de DIACO, que pasó de ser considerada en el STN a considerarse en el mercado de EBSA a partir del 29 de enero de 2019, el crecimiento de EBSA sería del 5,8%, dejando a la región Caribe como aquella con el mayor crecimiento con 6,8% (COCER asociación de naturaleza civil en Colombia 2020)...”

Según lo anterior se puede evidenciar que a pesar del gran crecimiento del oriente colombiano se hace la debida aclaración de la carga de DIACO la cual no cuenta dentro de los parámetros de crecimiento ya que fue un ajuste de mercado de STN a EBSA

Tabla 2.

Consumo de energía por región.

| Región | demanda 2018-GWh | Crecimiento 2018 | demanda 2019-GWh | Crecimiento 2019 |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ANTIOQUIA | 9252.69 | 2.38% | 9409.01 | 1.61% |
| CARIBE | 16412.04 | 5.46% | 17533.67 | 6.80% |
| CENTRO | 16577.49 | 2.12% | 17040.02 | 2.70% |
| CHOCO | 247.72 | 3.39% | 229.79 | -7.33% |
| CQR | 2673.51 | 1.56% | 2720.97 | 1.70% |
| GUAVIARE | 57.66 | 4.50% | 60.75 | 5.33% |
| ORIENTE (*) | 6792.54 | 2.67% | 7415.27 | 9.11% |
| SUR | 1913.38 | 0.83% | 1981.98 | 3.53% |
| THC | 2811.95 | 3.68% | 2901.33 | 3.12% |
| VALLE | 6993.30 | 2.21% | 7160.37 | 2.30% |

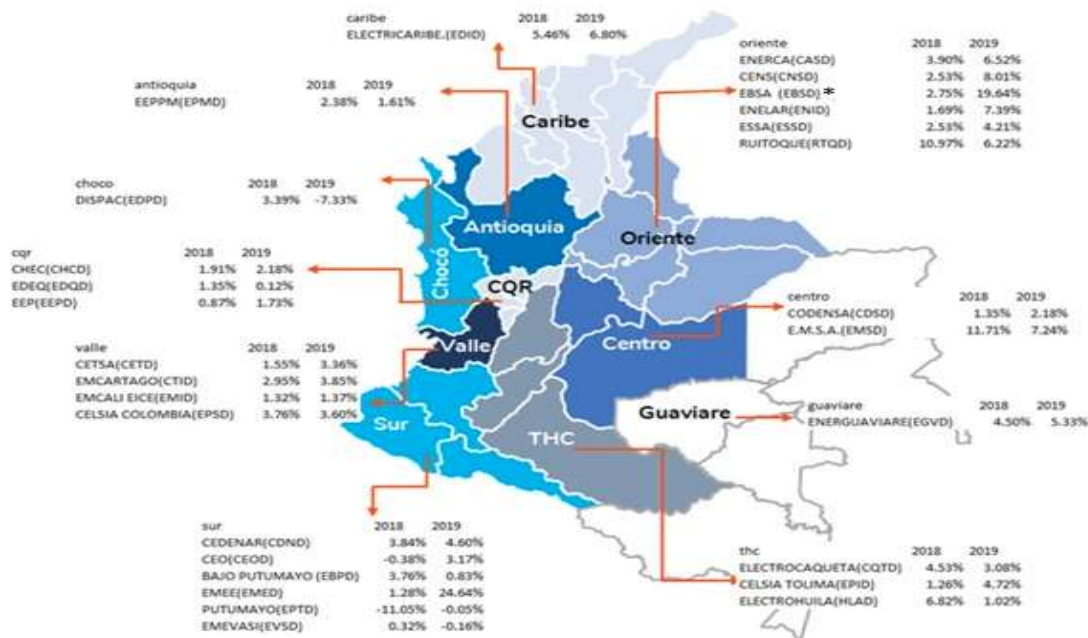
Nota. Consumo de energía por región 2018 vs 2019 cifras. Tomado de: COCER (s.f.) Asociación de naturaleza civil en Colombia. <http://www.cocier.org/index.php/pt/noticias-de-cocier/1858-la-demanda-de-energia-en-colombia-crecio-4-02-en-2019>.

Se puede evidenciar que Colombia cuenta con compañías fuertes de producción, generación y transmisión de energía; Aquellas empresas tienen monopolizados sectores del país. Esto difiere totalmente en planear una buena estrategia de penetración de mercado el cual sea factible y de un beneficio/costo totalmente atractivo para los consumidores para así lograr competir con estas compañías.

En el siguiente gráfico se puede evidenciar el consumo por regiones y adicionalmente sus exponentes en cada una de ellas. EBSA empresa de energía de Boyaca es la mayor exponente a nivel nacional respecto al crecimiento eléctrico que se presentó en el país en el año 2019, con gran participación en zonas como Oriente Colombiano con un crecimiento del 5.6% a nivel nacional.

Figura 4.

Consumo de energía por regiones



Nota. Consumo de energía por región 2018 vs 2019 cifras. Tomado de: COCER (s.f.) Asociación de naturaleza civil en Colombia. <http://www.cocier.org/index.php/pt/noticias-de-cocier/1858-la-demanda-de-energia-en-colombia-crecio-4-02-en-2019>.

12.1.3. Aspecto Social

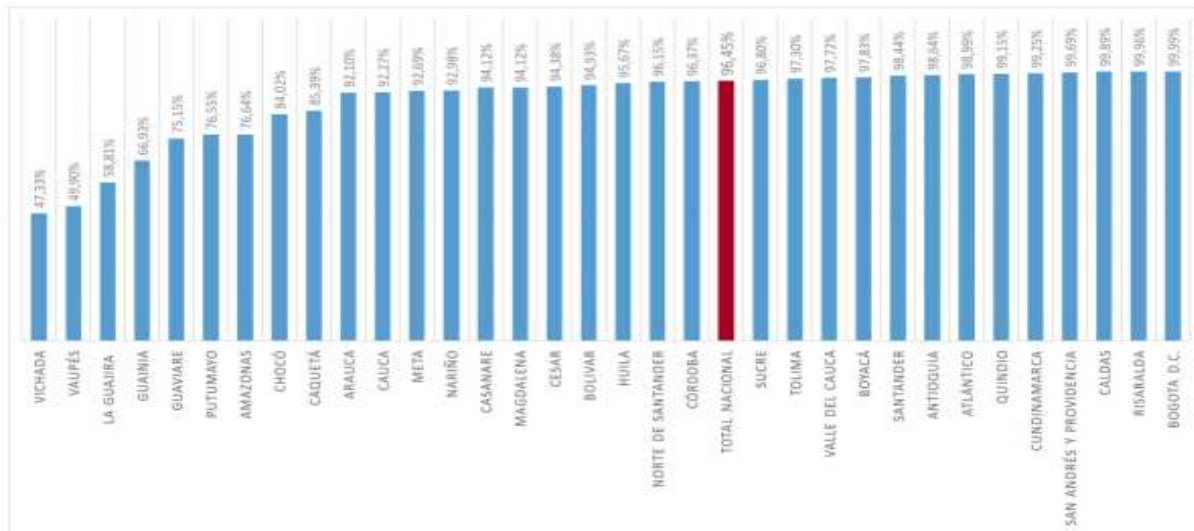
Aspectos a tener en cuenta en esta área son variables como la situación de cobertura eléctrica a nivel nacional y el nivel de ingresos per cápita que hace referencia al producto interno bruto por cabeza de un país.

12.1.3.a Cobertura eléctrica en Colombia. Teniendo en cuenta un estudio de la UPME (unidad de planeación minero energética) del año 2018 en relación a la cobertura eléctrica del país, cuyo resultado es conocido como el ICEE y hace referencia al índice de cobertura de energía eléctrica, la UPME afirma que, “...Luego de aplicar la metodología descrita previamente se obtiene a nivel nacional una cobertura de 96.45%, lo que equivale a 13.711.156 Usuarios, 14.216.034 Viviendas

y 504.878 viviendas sin servicio. En la Ilustración 10 y en la Ilustración 11 se presentan los resultados departamentales y municipales respectivamente...” (unidad de planeación minero energética, 2019)

Referente a lo mencionado anteriormente, se evidencia que departamentos como Vichada, Vaupés y la Guajira son los departamentos con mayor vulnerabilidad en Colombia con referencia a la cobertura eléctrica. Esto debido a las condiciones geográficas y escasez de infraestructura lo que imposibilita llevar la red eléctrica a viviendas, veredas y pueblos que no se encuentran conectados o circundantes al sistema interconectado nacional (SIN)

Figura 5.
Cobertura eléctrica por zonas



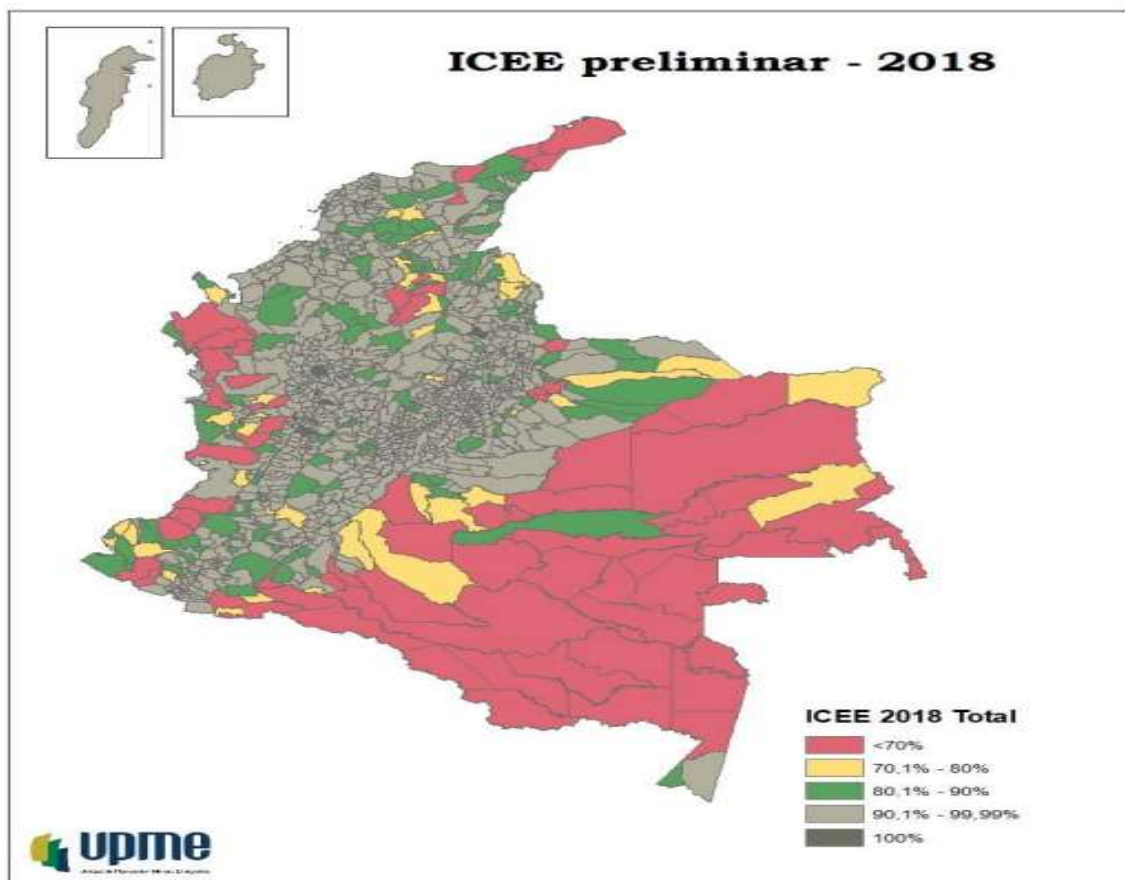
Nota. Cobertura eléctrica por zonas cifras, Tomado de: Unidad de Planeación Minero-Energética. (2019) Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica – Anexo 3 Metodología y resultados de la estimación del ICEE 2018, Unidad de planeación minero energética, http://www.upme.gov.co/Siel/Siel/Portals/0/Piec/Anexo3_Metodologia_ICEE_2018_paraComentariosDic5.pdf

La UPME brinda información gráfica representada en un mapa del territorio colombiano en el que se puede evidenciar las zonas con mayor cobertura energética. Las regiones con mayor aseguramiento energético se caracterizan por estar constituidas como zonas portuarias, zonas turísticas o urbanizaciones de gran tamaño; todo esto en la costa. Hacia el interior del territorio colombiano operan varios sectores como lo son la agroindustria, la minería, y zonas petroleras las cuales necesitan de estos servicios eléctricos; lo que permite una cobertura eléctrica.

Sin embargo, también se tienen regiones como la Amazonia, el Meta, los Llanos Orientales, la Guajira y zonas insulares en el mar caribe que geográficamente se encuentra aislada y no poseen la suficiente demanda energética que viabilice la construcción de la correspondiente infraestructura para conexión al SIN. Son a estas regiones aisladas donde la constitución de la infraestructura para obtención de energías renovables se vuelve una alternativa para cubrir el 100% del territorio nacional con energía eléctrica.

Figura 6.

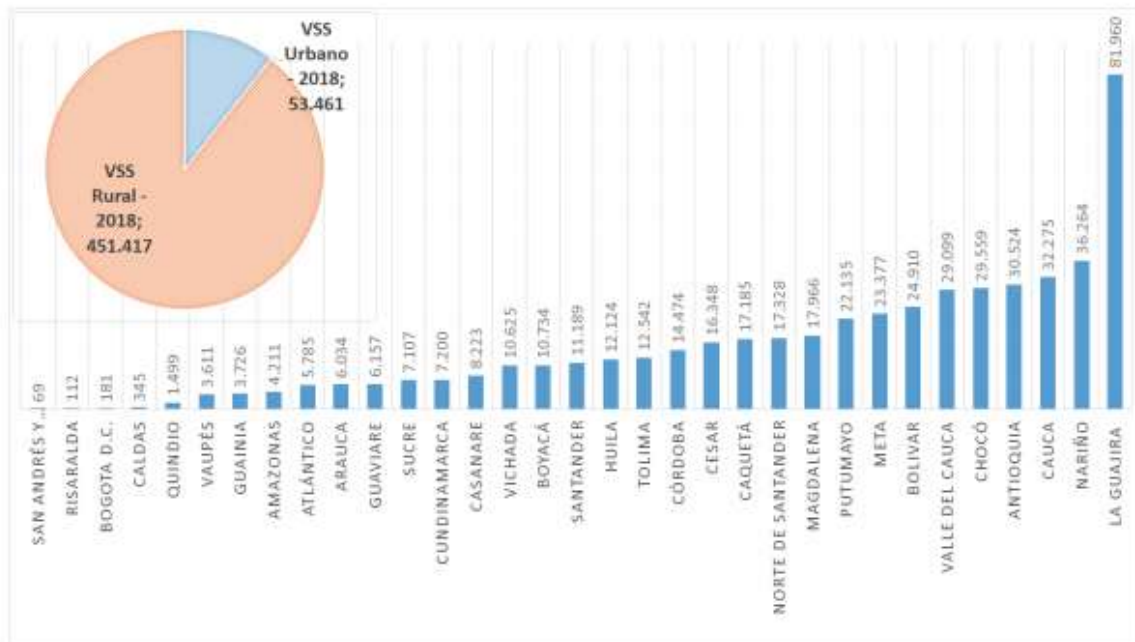
Mapa ICEE por municipio



Nota. Mapa ICEE por municipio cifras, Tomado de: Unidad de Planeación Minero-Energética. (2019) Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica – Anexo 3 Metodología y resultados de la estimación del ICEE 2018, Unidad de planeación minero energética, http://www.upme.gov.co/Siel/Siel/Portals/0/Piec/Anexo3_Metodologia_ICEE_2018_paraComentariosDic5.pdf

La siguiente gráfica muestra detalladamente la cantidad de viviendas que carecen del servicio eléctrico actualmente en el país. El número total de viviendas son 504.878 y su foco principal son Nariño con 36.264 viviendas sin electricidad y la Guajira con 81.960 viviendas siendo así la región colombiana con el mayor problema de conexión al Sistema interconectado nacional.

Figura 7.
Vivienda sin servicio por departamento



Nota. Mapa ICEE por municipio cifras, Tomado de: Unidad de Planeación Minero-Energética. (2019) Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica – Anexo 3 Metodología y resultados de la estimación del ICEE 2018, Unidad de planeación minero energética, http://www.upme.gov.co/Siel/Siel/Portals/0/Piec/Anexo3_Metodologia_ICEE_2018_paraComentariosDic5.pdf

12.1.3.b. Nivel de ingresos per cápita en Colombia. Según el DANE, entidad encargada de la regulación estadística del país, afirma que para el año 2019 Colombia tuvo un incremento del PIB de 3.4%, promedio de todos los sectores económicos del país. Pero enfocado al sector de suministro de Gas, Electricidad y Vapor se afirma que,

“...Para el año 2019 pr, el valor agregado de la actividad suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales,

gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental crece 2,8% en su serie original, comparado con el mismo periodo de 2018p.

Según lo anterior se puede evidenciar que el incremento anual del 2019 fue un 2.8% frente al 1.7% del año 2018. Esto quiere decir que el incremento de suministro de electricidad, gas y vapor creció un 3.3% en el 2019, aportando un 0.3 al PIB general.

12.1.4. Aspecto Tecnológico

Se busca identificar la tecnología que utiliza las celdas fotovoltaicas para lograr la recolección, generación y transformación de energía. Se tendrá en cuenta las innovaciones tecnológicas y proyectos actualmente desarrollados para las problemáticas de cobertura eléctrica que se presentan en el país.

12.1.4.a. Tecnología de los paneles fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos están compuestos por Silicio (Si), este componente es muy utilizado gracias a sus propiedades de semiconductor. Estas propiedades físicas y químicas permiten que el silicio se convierta en un factor ideal para lograr el efecto Fotovoltaico. Este efecto según Oriol Planas (2019) afirma. *“El efecto fotovoltaico es el efecto que permite transformar la energía de los fotones presentes en la luz solar en movimiento de electrones, y por lo tanto, energía eléctrica.”*(p.1). El trabajo de las celdas es provocar que los electrones libres vayan de un material semiconductor a otro en busca de un espacio que llenar.

Esto produce una diferencia de potencial que genera una corriente eléctrica, es decir, que se producirá un flujo de electricidad del punto de mayor potencial al de menor potencial hasta que en los dos puntos el potencial sea el mismo. Entre el colector y el inversor se encuentra el regulador de carga, el cual protege sobrecargas o en su defecto descargas excesivas que afectan directamente en la vida útil del colector. El inversor convierte dicha energía que se obtiene en corriente continua y la transforma a corriente alterna, dicha corriente es la que comercialmente manejan los dispositivos electrónicos convencionales.

12.1.4.b. Tecnologías implementadas en Colombia. Programa luces para aprender:

La idea de este programa es contribuir al medio ambiente, energía y educación, proyectado por los países iberoamericanos. Esta iniciativa se realiza con paneles solares en los techos de estas

escuelas para el suministro eléctrico. Este proyecto va dirigido a comunidades indígenas y étnicas del país, donde el recurso energético es escaso debido a sus ubicaciones geográficas.

Proyecto Nazareth y puerto estrella en la Guajira.

Este proyecto busca la implementación de un sistema híbrido de generación de energía solar y diésel, con el fin de sustentar 24H de servicio eléctrico en las comunidades de Nazareth y puerto estrella en la Guajira, donde se resalta una inversión de 6.000 millones según el ministerio de minas y energía.

12.1.5. Aspecto Ambiental

En el extenso territorio colombiano existen diferentes fuentes de energías renovables, gracias a su diversidad ambiental el país cuenta con un gran porcentaje de hidroeléctricas dentro de las instalaciones renovables, sin embargo, la energía solar y eólica han ido creciendo en términos de implementación y producción.

Referente a la energía Solar, específicamente a la fotovoltaica en la que se afirma que la producción de 1 kWh de energía fotovoltaica tiene asociadas unas emisiones de 81,2 g CO₂ equivalentes, así como el consumo de 9,35 litros de agua, aproximadamente 95 % de los cuales se asocian al proceso de fabricación de las celdas de silicio [3], sin embargo no es un factor deficiente ya que el silicio no es tóxico, esto permite que las especies en el medio ambiente y los terrenos no sufran afectaciones químicas, sin embargo la afectación visual que causa los paneles solares es alta, ya que es totalmente visible al entorno y paisaje. No obstante, es un tipo de energía silenciosa y libre de emisiones, protegiendo el medio ambiente frente al calentamiento global.

En tema de infraestructura y construcción se conoce el área de terreno abismal que necesita una planta solar fotovoltaica. Esta construcción puede ocupar grandes terrenos de fauna y flora, sin contar el daño futuro que tendrán estos terrenos debido a la producción de esta energía.

12.1.6. Aspecto Legal

Con este aspecto se busca enmarcar en el ámbito legal el diseño y planificación de un proyecto de generación eléctrica solar. Se deben tener en cuenta las consideraciones jurídicas con las que se cuentan actualmente. Adicionalmente, de contemplar las reglamentaciones emitidas por las diferentes entidades gubernamentales comprometidas con la pertinencia de la temática energética.

12.1.6.a. Ley 1715 del 2014 Esta fue la primera ley que reguló la integración de las energías renovables no convencionales (solar, eólica, combustión de biomasa y mareomotriz) al Sistema Energético Nacional. Y contempló como una de las líneas de desarrollo industrial la obtención de energía eléctrica a partir de los recursos naturales. Adicionalmente, y como conclusión de esta ley se expidió el marco normativo colombiano para la promoción y desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia.

A partir de la expedición de esta ley se han generado diferentes leyes y reglamentaciones para constituir una matriz energética estable y duradera.

12.1.6.b. Decreto 2492 de 2014 Por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda. Esto permite que el gobierno actúe y pueda generar proyectos para suplir la necesidad energética en la demanda

12.1.6.c. Decreto 2469 de 2014 Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración. Regula la energía excedente que se genera en diversos proyectos siendo una de las posibilidades la venta o indexación al SIN.

12.1.6.d Decreto 2143 de 2015. Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo III de la Ley 1715 de

2014. Establece los incentivos tributarios y de nacionalización de ciertos elementos para la instalación de infraestructura de generación.

12.1.6.e Resolución UPME 0281 de 2015. Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala.

12.1.6.f. Resolución CREG 024 de 2015. Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN). Esta es la reglamentación que regula el proyecto acá propuesto.

12.1.6.g Decreto 1623 de 2015. Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas.

12.1.6.h. Resolución Ministerio de Ambiente 1312 de 11 agosto de 2016. Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones.

12.1.6.i Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016. Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones”

12.1.6.j Decreto 348 de 2017. Por el cual se adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala

12.1.6.k. Extensiones de IVA

- Resolución Ministerio de Ambiente 1988 de 2017.
- PAI 2017 – PROURE (Programas para Exclusión IVA)
- Resolución UPME 585 de 2017 (Procedimiento ante UPME Exclusión de IVA)
- Resolución Ministerio de Ambiente 2000 de 2017 (Procedimiento ante ANLA para exclusión de IVA).

12.1.6.l Decreto 1543 de 2017. Por el cual se reglamenta el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, Fenoge

12.1.6.m. Resolución CREG 201 de 2017. Por la cual se modifica la Resolución CREG 243 de 2016, que define la metodología para determinar la energía firme para el Cargo por Confiabilidad, ENFICC, de plantas solares fotovoltaicas

12.1.6.n. Resolución CREG 030 de 2018. Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional

12.1. 6.o. Resolución CREG 038 de 2018. Por la cual se regula la actividad de autogeneración en las zonas no interconectadas y se dictan algunas disposiciones sobre la generación distribuida en las zonas no interconectadas.

13. SEGUNDO CAPITULO

13.1 Segmentación

El proyecto de instalación de plantas de generación eléctrica fotovoltaicas flotantes se encuentra dirigido a empresas comercializadoras y/o productoras de energía eléctrica cuyas proyecciones contemplan la generación a bajas tasas de emisiones de carbono a la atmósfera. Adicionalmente, que la ubicación geográfica operativa y/o de adquisición eléctrica de las empresas sean favorables para la instalación de las celdas solares. Finalmente, cuyas proyecciones de crecimiento en el mercado tengan como objetivo la conversión energética a una operación basada en energías renovables amigables al medio ambiente en su matriz de generación y cuya operación se encuentre anclada al sistema interconectado nacional.

13.1.1 Segmentación geográfica

La matriz de generación de eléctrica primaria en Colombia está caracterizada por un 68% producido en proyectos hidroeléctricos con contención de agua para la generación y un 32% distribuido en los demás tipos de generación. A partir de este valor se deduce que hay un gran potencial areal para la instalación del proyecto flotante. Para poder determinar el área efectiva de potencial instalación se requiere una evaluación 1 a 1 de los embalses que permita a partir de criterios definidos determinar la pertinencia de instalación.

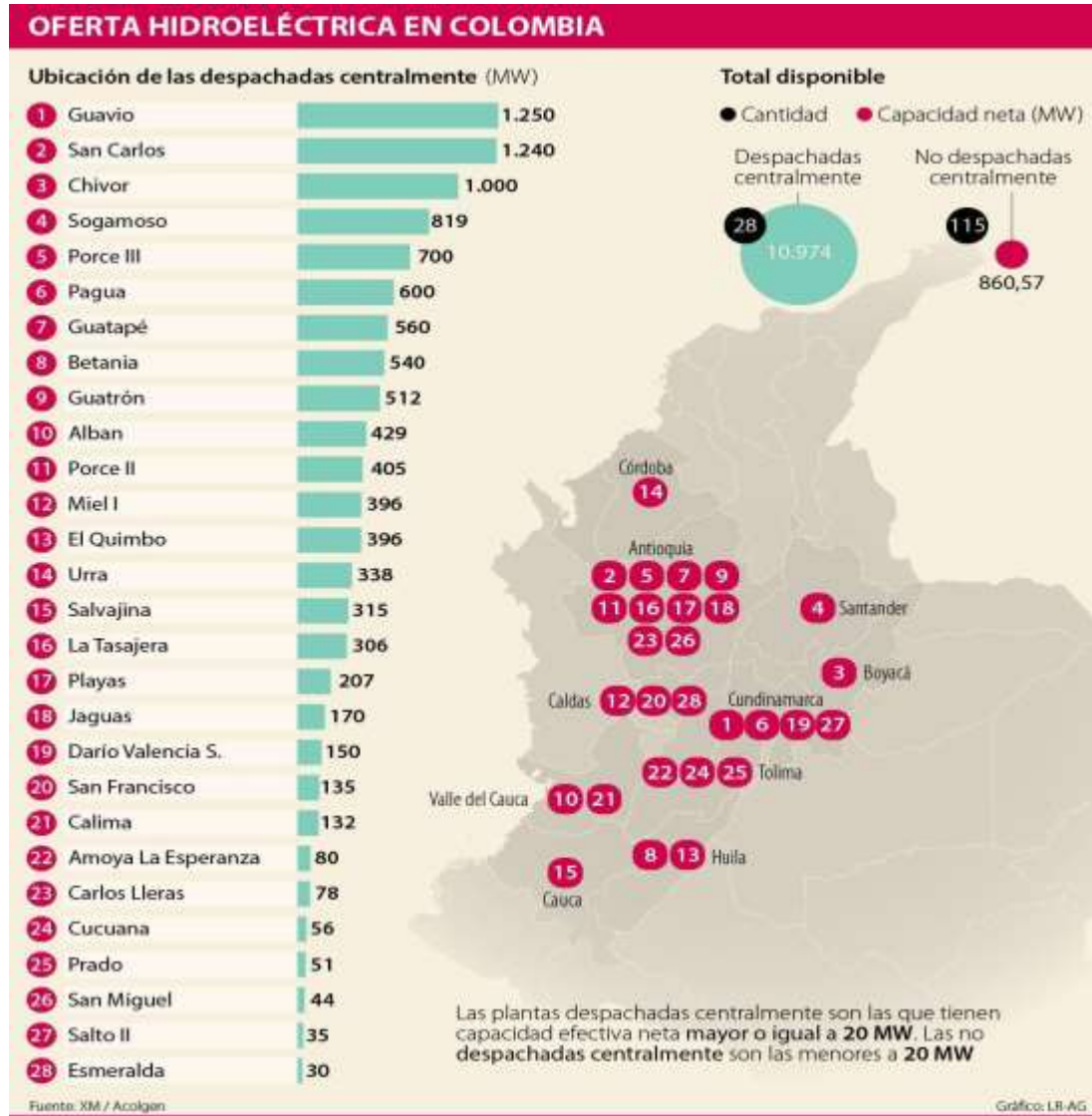
Para la estructuración de este proyecto inicialmente se tiene contemplado para los embalses de las hidroeléctricas existentes en Colombia. Los proyectos de generación eléctrica en el país están divididos en dos segmentos: las despachadas Centralmente, caracterizados por tener una capacidad neta mayor o igual a 20MW; y las no despachadas centralmente, que abarcan menos de 20MW. La totalidad de proyectos distribuidos en las dos clasificaciones son de 28 plantas hidroeléctricas con despacho central y 115 no despechadas centralmente.

Para este proyecto, contemplando que uno de los objetivos es lograr instalar la planta fotovoltaica flotante en una locación que ya cuente con infraestructura eléctrica robusta y así optimizar las inversiones asociados a este rubro. Por esta razón, se decidió evaluar el embalse de

los 28 proyectos hidroeléctricos con capacidad de generación mayor a 20 MW. Los proyectos que cumplen este primer criterio son:

Figura 9.

Oferta hidroeléctrica en Colombia



Nota. Oferta hidroeléctrica en Colombia, cifras. Tomado de. La República,(2019). Las plantas hidroeléctricas representan 68% de la oferta energética en Colombia. <https://www.larepublica.co/especiales/efecto-hidroituango/las-plantas-hidroelectricas-representan-68-de-la-oferta-energetica-en-colombia-2829562>

Para determinar la ubicación donde se desarrollará el proyecto, se requiere determinar la radiación respectiva de la zona a evaluar junto con las horas de incidencia solar, cuerpos de sombra

cercanos e infraestructura eléctrica cercana o puntos de demanda eléctrica cercana. Adicionalmente, caracterizar la extensión areal y de ser posible la profundidad del cuerpo de agua. Finalmente se requiere el estudio de mercado de posibles proveedores con sus respectivos valores y servicios; reglamentación nacional, regional y/o local para proyectos de generación eléctrica y así generar una hoja de procedimientos legales; mano de obra calificada y no calificada que será necesaria para el desarrollo del proyecto.

Realizando un análisis gráfico de obstrucción, se pueden caracterizar inicialmente 4 proyectos Betania, Urra, Quimbo y Playas, con potencial para la instalación planeada pues su embalse es de extensión planar y no concentrada por montañas. De los cuales en conformidad con los casos de éxito se determinó la selección de la hidroeléctrica de Urra, departamento de Córdoba, exactamente en el municipio de Tierralta. Donde se encuentra ubicada la central hidroeléctrica de Urrá, la cual se encarga de generar y distribuir energía eléctrica al país. En este caso el embalse cuenta con espacios suficientes para la implementación de las plantas fotovoltaicas con superficie flotante. Este target de mercado tiene la oportunidad de innovar, promover e implementar la energía a un bajo costo de implementación, asociando recursos del sistema hidroeléctrico para el abastecimiento, transformación y recolección del sistema fotovoltaico.

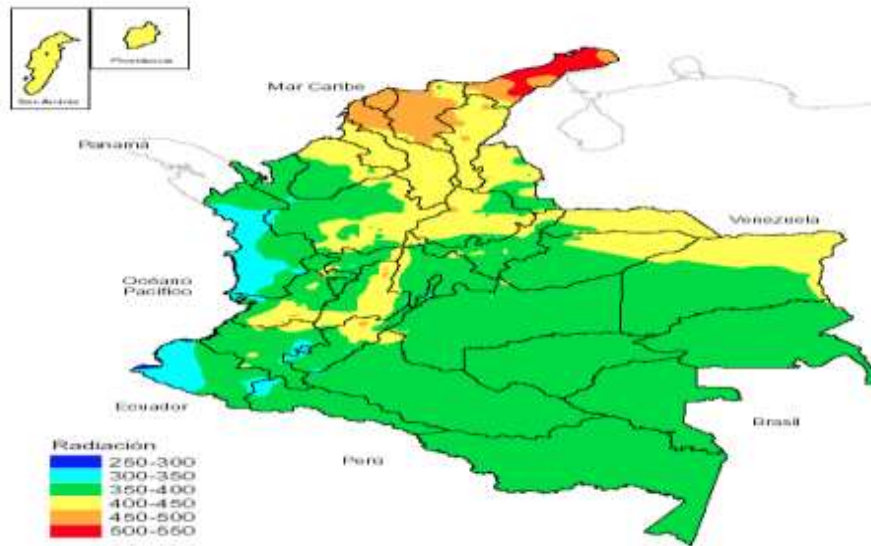
Una clara referencia para determinar esta ubicación geográfica, se encuentra relacionada al proyecto que está en curso en la hidroeléctrica de Urrá, pues de las diferentes fuentes de agua disponibles para implementar este proyecto, se determinó esta ubicación donde espera comenzar operaciones en el 2022, desarrollando un plan piloto, para posteriormente, estudiar la viabilidad del proyecto, esperando generar energía limpia y sostenible a través del tiempo.

En la siguiente imagen se puede evidenciar un mapa del nivel de radiación solar en Colombia. Se evidencia que zonas como la Guajira, la Costa Caribe, zonas nororientales y céntricas se benefician de radiaciones solares altas para el debido aprovechamiento energético del sector.

En el caso del departamento de Córdoba, la radiación promedio se encuentra entre 3,5 y 4,5 kWh/m². Esto permite un gran aprovechamiento solar en la ubicación del embalse de Urrá, volviéndolo así un sistema híbrido de energía renovable, logrando un cambio innovador y tecnológico en el sector de energías.

Figura 8.

Radiación solar por departamento



Nota. Oferta hidroeléctrica en Colombia, cifras. Tomado de: Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico (2016). Energías renovables, ¿una opción ante la crisis de Electricaribe <https://www.evwind.com/2016/12/19/energias-renovables-una-opcion-ante-la-crisis-de-electricaribe/>

Las plantas solares fotovoltaicas son una gran opción, contemplando que el espacio ocupado por los cuerpos de agua no tiene ningún uso, siendo el espacio propicio para la instalación propuesta.

El panel solar funciona permitiendo que los fotones, o partículas de luz, incidan sobre la superficie de los materiales semiconductores generando que golpeen electrones para sacarlos de su átomo. Cuando esto sucede se genera un flujo de corriente eléctrica continua. Cada panel solar está compuesto por muchas unidades pequeñas llamadas células fotovoltaicas. Las placas fotovoltaicas pueden ser cristalinas o amorfas. Las cristalinas, a su vez, pueden ser monocristalinas (se componen de secciones de un único cristal de silicio) o policristalinas (se componen de varias partículas cristalizadas de pequeño tamaño). En cuanto a las amorfas, son así cuando el silicio no se cristaliza.

El conjunto de paneles transforma la **energía solar** en electricidad continua, también llamada DC y que es un tipo de corriente eléctrica que se define como un movimiento de cargas en una dirección y un solo sentido a través de un circuito. Esta corriente se lleva a un circuito conversor que transforma la corriente continua en alterna (AC); este es el tipo de corriente necesaria para su manipulación, control y uso.

El sistema flotante es aquella estructura diseñada para soportar los paneles fotovoltaicos sin permitir una sumergencia total de los mismos. Adicionalmente, este sistema es el encargado de mantener el posicionamiento geográfico de la instalación por medio de anclas o amarres.

Para el correspondiente diseño del sistema flotante se debe tener en cuenta las condiciones atmosféricas de la zona, las funcionalidades que se le van a otorgar a la estructura, temperaturas máximas y mínimas, velocidad y composición del agua y otras condiciones relevantes.

Existen diferentes tipos de diseño para estructura según las necesidades y espacio que se tenga. Aunque la geometría generalizada de este tipo de proyectos tiende a ser un cuadrilátero, no es un requisito. También es importante recalcar que no importa lo extenso de la superficie a ser usada, la plataforma puede contener varias subdivisiones; la conformación va a ser determinada por un análisis de esfuerzos, viento y flotabilidad realizado en un software de elementos finitos.

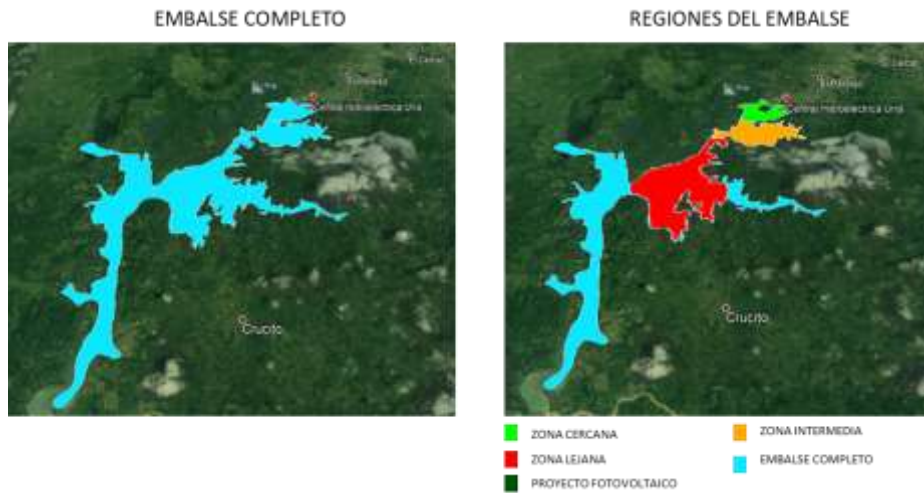
Los materiales más comunes a ser usado en este tipo de estructuras son los polietilenos de alta densidad o HDPE por sus siglas en inglés (*high-density polyethylene*), marcos de acero inoxidable en los cuales se soportan los módulos fotovoltaicos y espuma de poliuretano expandido para incrementar la flotabilidad de la estructura. Muchos de estos materiales pueden ser de origen reciclable.

La represa se ha subdividido en 4 zonas: zona cercana, zona intermedia, zona más lejana y la restante sección areal del embalse. Los costos asociados al proyecto aumentan según la lejanía a la represa al considerar el costo de inversión en infraestructura eléctrica desde la zona a la subestación.

El embalse cuenta con una zona cercana, zona lejana, zona intermedia, embalse completo.

Figura 10.

Embalse Hidroeléctrica Urra



Nota. Zona Geológica del embalse de la hidroeléctrica de Urra, tomado de Google Earth.

Como se puede observar, el prototipo estaría ubicado en la zona más cercana a la subestación eléctrica lo que permite disminuir el monto de inversión y asegurar el control del mismo al encontrarse cerca de la zona operativa del complejo productor.

Figura 11.

Embalse Hidroeléctrica Urra zona areal



Nota. Embalse Hidroeléctrica Urra zona areal, tomado de Google Earth.

A partir del software Google Earth Pro se cuantificó las extensiones areales de ambas zonas obteniendo los siguientes resultados.

- Zona cercana: 3,174,274 m²
- Planta fotovoltaica: 36,188 m²

Esto significa que la afectación superficial de esta zona corresponderá al 1.14%. Valor muy inferior a lo indicado por (Farfan, et al 2018), en el cual se menciona que el valor óptimo de cobertura de la superficie de un cuerpo hídrico debe ser de máximo 25% para disminuir la afectación del ecosistema microbiológico.

Actualmente existen en el mercado varias empresas que realizan sistemas fotovoltaicos flotantes. Sin embargo, estas empresas en su mayoría únicamente proporcionan el sistema flotante y no incluyen la instalación completa con los paneles solares y cableados. Para este prototipo se ha seleccionado un panel solar a través proporcionado por (Autosolar, s.f.), que es un distribuidor de sistemas solares fotovoltaicos, el panel elegido es el “WS 325 Aditya Series Poly” de la marca Waaree.

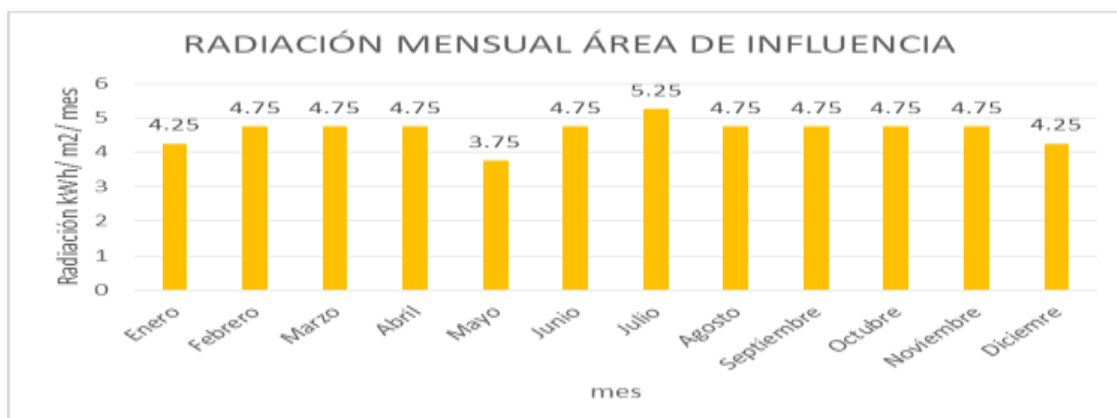
- Potencia pico de 325 W.
- Dimensiones de 1,96 x 0,99 x 0,042m, que son medidas que entran en el sistema flotante
- Un peso de 22,5 kg.

Se cuantifican las pérdidas en el Inversor de 98.30% según el Inversor 20TL / 33TL de INGECON.

Para la cuantificación energética y monetaria del proyecto se requiere conocer la radiación promedio mensual del área de influencia como parámetro de entrada en el proceso. A continuación, encontrará la radiación de la zona de influencia por m² ocupado en el mes.

Figura12.

Radiación mensual área de influencia



Nota. Radiación mensual área de influencia, cifras. Tomado de, World Bank Group; Energy Sector Management Assistance Program, Solar Energy Research Institute of Singapore, Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report. World Bank, Washington, DC. © World Bank., 2019., [En línea]. Disponible: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31880> License: CC BY 3.0 IGO.

Los valores a tener en cuenta para el cálculo de la energía generada en los paneles fotovoltaicos son:

Figura 13.

Cálculo de la energía generada

| CONCEPTO | VALOR |
|---------------------------------------|--------|
| Área de instalación (m ²) | 36188 |
| área panel (m ²) | 1.9404 |
| # de paneles | 18650 |
| Potencia Pico (kW) | 0.325 |
| Eficiencia CELDA | 16.74% |
| Eficiencia inversor | 98.30% |

Nota. Calculo de la energía generada, cifras. Tomado de, World Bank Group; Energy Sector Management Assistance Program, Solar Energy Research Institute of Singapore, Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report. World Bank, Washington, DC. © World Bank., 2019., <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31880> License: CC BY 3.0 IGO.

Los resultados teóricos esperados para el proyecto solar son los siguientes

Figura 14.

Resultados teóricos del proyecto

| | límite inferior | límite superior | valor medio (kW/m2/mes) | Días | Generación DC (MW/mes) | Generación AC (MW/mes) |
|--------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------|------------------------|------------------------|
| Enero | 4 | 4.5 | 4.25 | 31 | 798.135 | 784.567 |
| Febrero | 4.5 | 5 | 4.75 | 28 | 805.707 | 792.01 |
| Marzo | 4.5 | 5 | 4.75 | 31 | 892.033 | 876.868 |
| Abril | 4.5 | 5 | 4.75 | 30 | 863.258 | 848.583 |
| Mayo | 3.5 | 4 | 3.75 | 31 | 704.236 | 692.264 |
| Junio | 4.5 | 5 | 4.75 | 30 | 863.258 | 848.583 |
| Julio | 5 | 5.5 | 5.25 | 31 | 985.931 | 969.17 |
| Agosto | 4.5 | 5 | 4.75 | 31 | 892.033 | 876.868 |
| Septiembre | 4.5 | 5 | 4.75 | 30 | 863.258 | 848.583 |
| Octubre | 4.5 | 5 | 4.75 | 31 | 892.033 | 876.868 |
| Noviembre | 4.5 | 5 | 4.75 | 30 | 863.258 | 848.583 |
| Diciembre | 4 | 4.5 | 4.25 | 31 | 798.135 | 784.567 |
| TOTAL ANUAL | | | | | 10221.275 | 10047.514 |

Nota. Resultados teóricos del proyecto, cifras. Tomado de, World Bank Group; Energy Sector Management Assistance Program, Solar Energy Research Institute of Singapore, Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report. World Bank, Washington, DC. © World Bank., 2019., <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31880> License: CC BY 3.0 IGO.

La estructura flotante escogida es del tipo flotadores y es de la marca isifloating cuyas condiciones se ajustan a lo requerido en el proyecto. Adicionalmente el área de sostén del panel se acopla a las dimensiones del panel fotovoltaico ya elegido.

La cantidad de módulos flotadores para abarcar los 36,188 m² de área planeada a instalar se requieren 18,650 módulos tipo 1 que soporten los paneles solares y 19,583 módulos tipo 2.

El proyecto estará compuesto por 58 subunidades caracterizadas por 1 inversor y 320 paneles, estas estructuras estarán compuestas por sus respectivos módulos 1 y módulos 2. La longitud de las subunidades será de 40 m en su arista longitudinal y 26.5 m en su otra arista

En la siguiente imagen se puede observar la construcción modular propuesta.

Figura 15.

Construcción modular propuesta

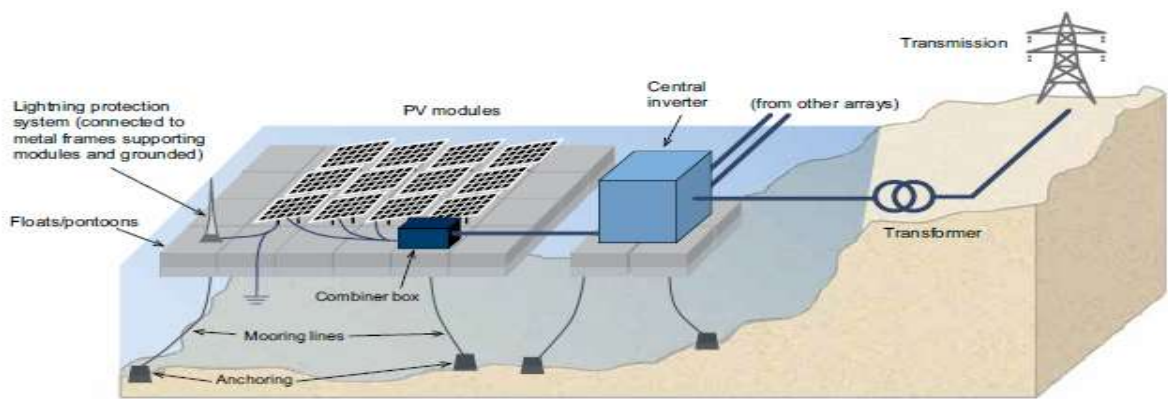


Nota. Construcción de paneles fotovoltaicos. Tomado de: Pv magazine, (2021) Una alianza de la Comunidad Valenciana para instalar 350 MW en canteras, minas, vertederos y balsas de riego. <https://www.pv-magazine.es/2021/03/08/una-alianza-de-la-comunidad-valenciana-para-instalar-350-mw-en-canteras-minas-vertederos-y-balsas-de-riego/>,

El diagrama final del proyecto estructural se vería de la siguiente manera

Figura 16.

Diagrama final del proyecto



Source: Solar Energy Research Institute of Singapore (SERIS) at the National University of Singapore.

Nota. Diagrama final de paneles fotovoltaicos. Tomado de: insights (s.f.) Logotipo de Engineering360, Instantánea del estado de los sistemas de energía solar flotante. <https://insights.globalspec.com/article/10355/snapshot-of-the-state-of-floating-solar-energy-systems>,

13.1.2 Segmentación Demográfica o Socioeconómica

El proyecto busca como objetivo una empresa, entidad jurídica pública, privada y/o mixta, encargada del abastecimiento energético, que se encuentre interesada en desarrollar proyectos amigables con el medio ambiente, siendo sostenibles a través del tiempo; esto limita la búsqueda de clientes a los altos directivos de la empresa, conocidos según encuestas del reino unido como Grado Social “LA”. el cual describe a altos directivos, administrativos o profesionales.

Es decir que este grupo de personas comprende a altos directivos como Directivos, Gerente General, Gerente de Desarrollo, Financieros, Productivos entre otros, los cuales se encargaran de recibir la propuesta, tomar la decisión desde sus intereses personales como empresa y en caso de ser aceptada son los ellos los encargados de poner en marcha el proyecto, ya que son directivos que no se encuentran subordinados o dependen de la aprobación de un tercero.

Se requiere inicialmente contar con la licencia ambiental aprobada con la respectiva socialización comunitaria. Paralelamente, se deben iniciar los trámites correspondientes a la importación y nacionalización de los paneles solares si así se planteó o se debe gestionar el inicio de la compra con el proveedor local seleccionado.

Se debe proyectar la línea logística de transporte y la planificación espacial de trabajo en la locación. Así mismo, se debe comenzar a buscar el personal humano calificado y no calificado que se verá inmerso en la construcción y administración de la planta solar flotante.

Finalmente, en el período de instalación se debe lograr ajustar la estructura flotante y los paneles solares de la forma correcta en el mejor posicionamiento. Posterior a esta fase ya sigue la parte administrativa y de mantenimiento por 20 años aproximadamente.

Hay dos ciclos de operaciones importantes en la locación y ubicación de la planta de generación eléctrica. La primera es la etapa de **preinstalación**, la cual hace referencia a todo el alistamiento de las materias primas en un lugar de acopio cercano al punto final de instalación. En este proceso se requiere la buena diagramación de tiempo con referencia a los equipos importantes, prioritarios e indispensables. Adicionalmente, se debe realizar un análisis de la cadena productiva de segundo y tercer orden para generar oportunidades de negocio y conocer que insumos se pueden adquirir en la región. a la sociedad circundante

La segunda etapa es la de **instalación**, en esta etapa se debe tener claro el diagrama de flujo del proyecto y cuales actividades se pueden realizar de forma simultaneas y cuales depende de un

pre proceso. Es muy importante diagnosticar la ruta crítica de desarrollo del proyecto. Para este caso el orden de las cuadrillas a llegar a la zona será:

1. Alistamiento de locación,
2. Ensamble de estructura flotante,
3. Aseguramiento y anclaje,
4. Instalación paneles solares
5. Tendido eléctrico de los paneles a los inversores
6. Conexión inversores a panel de servicio
7. Conexión a subestación

La tercera fase es la **Operativa**, esta etapa es la de mayor tiempo en el ciclo de vida del proyecto. Los costos asociados están relacionados con la operación de la planta solar y los mantenimientos respectivos de integridad de plataforma y anclaje o amarre a los respectivos soportes. Adicionalmente, se deben realizar las revisiones del tendido eléctrico del proyecto solar. Es importante mencionar, que los costos asociados al proyecto serán asumidos por la administradora del proyecto y los respectivos mantenimientos quedarán a cargo de Floating fotovoltaic SAS con costo también a cargo de la administradora del proyecto.

13.1.3 Segmentación Conductual o de Beneficio

La empresa clasifica el perfil conductual de los clientes según sus estándares de alta calidad, cumplimiento, beneficio ambiental y económico, sostenible a través del tiempo que se presentan en el sector de energías renovables. Estos clientes definen el uso de este servicio continuo ya que de él depende la operación de la planta, su generación y distribución del producto (Energía eléctrica). En el caso de la participación de nuestra empresa se radicará en la instalación de dicha planta, sin embargo se prestará el servicio posventa y de mantenimiento que conlleva a tener una ocasión de compra frecuente frente a repuestos y mantenimientos preventivos que la empresa programe.

Los clientes se fidelizan a la implementación de este proyecto en la empresa debido a la filosofía y visión con la que cuenta. Encargada de la economía verde, ahorro, protección ambiental

y oportunidad de una solución de innovación frente a los problemas medioambientales y económicos que presenta el país.

13.1.4 Segmentación Psicográfica

Los gerentes y altos directivos de las compañías se caracterizan por tener un trayecto esencial de escrupulosidad, estos se caracterizan por ser cuidadosos, precisos y eficientes en todos sus trabajos propuestos. Con actitud positiva, optimista y de intensidad alta, con un alto grado de favorabilidad y ejemplo a seguir de su grupo de trabajo o compañía.

El estilo de vida de nuestros clientes conlleva responsabilidades, reuniones, cargas y responsabilidades laborales bastante altas, es decir que es un grupo de individuos organizados, con poco tiempo de ocio, enfocados en reinventar, avanzar y hacer crecer sus negocios, con un valor agregado de contribuir con cuidado y conservación del medio ambiente; debido a su comportamiento se definen como personas con intereses materiales como vivienda, movilidad e inversión; y aspiraciones personales como imposición de marca, liderar el mercado, ayudar al progreso del país, ser una empresa eco amigable, tener un aumento exponencial de su producción y ventas, etc.

13.1.5 Diseño de cuestionario de encuesta y análisis

Haciendo referencia a la segmentación planteada anteriormente se diseñó un cuestionario acorde al perfil del cliente, con preguntas que abordan temas de inversión, conocimiento del sector, interés acerca del tema, entre otros. Esta encuesta se divide en tres fragmentos descritos de la siguiente manera:

Las personas asignadas a contestar esta encuesta encontrarán la siguiente descripción con el fin que conozca el fin del cuestionario a llenar.

“Empresa dedicada al diseño y construcción de plantas solares fotovoltaicas flotantes para el aprovechamiento de los espejos de agua existentes en las represas hidroeléctricas. Este es un estudio para determinar la necesidad de electricidad teniendo en cuenta las proyecciones de demanda.”

Seguido al enunciado se encontrará con la primera sección que contiene una pregunta de afirmación o negación acerca del servicio que se presta:

1. *¿Su empresa comercializa o produce energía eléctrica?*

En caso de ser afirmativa automáticamente avanzará a la segunda sección, pero en caso de ser negativa automáticamente el formulario será enviado y su proceso habrá terminado. La segunda sección del cuestionario aborda temas de conocimiento del individuo encuestado, proyecciones de inversión y datos de área de la compañía.

2. *¿Cuál es su género?, ¿En qué rango de edad se encuentra?, ¿Dentro de la zona de influencia de operaciones de la empresa existen cuerpos de agua mayores a 30.000m³ de acumulación hídrica?, Dentro de las proyecciones de su empresa, ¿tienen planificado incursionar en generación o compra de energía eléctrica producida en proyectos de energías renovables no convencionales?, ¿A cuánto asciende la inversión monetaria planeada para proyectos de energías renovables no convencionales?, ¿Cuánta es la producción energética que actualmente genera o comercializa la empresa?*

En caso se busca conocer las pretensiones de la empresa frente al sector energético, identificar un posible interés de inversión en dicho mercado, conocer su capacidad de inversión y su campo actual en producción energética.

Seguido de esto, el individuo se ingresa a la sección 3 de la encuesta, en esta parte se busca la afirmación directa a su empresa sobre factores de inversión, pago de KWh, costos y tiempos estimados de mantenimiento.

3. *¿Estaría usted dispuesto a realizar inversiones en infraestructura de generación eléctrica renovable?, ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar por el Kwh producido?, ¿Considera usted que la energía eléctrica generada por fuentes NO RENOVABLES es menos importante que la energía generada a partir de fuentes RENOVABLES?, ¿Considera la innovación parte fundamental del desarrollo?, ¿Cuál es la recurrencia de mantenimiento de las instalaciones de generación eléctrica?*

Finalmente, la persona enviará el formulario, de esta encuesta se obtendrá su posición frente al tema ambiental, su interés de inversión en nuevas formas de energía renovable, su capacidad adquisitiva, un costo de implementación real a la demanda energética del país y su servicio de posventa.

13.1.4 Análisis y estudios hechos anteriormente

Frente a un análisis comparativo hecho en el 2018 sobre plantas fotovoltaicas flotantes de un embalse de Cartagena, el autor comparte las características de las instalaciones fotovoltaicas convencionales frente a las flotantes. Se resalta que la gran problemática de dichas energías es el gasto de área cuadrada utilizada para la generación de energía frente a las características de plantas fotovoltaicas convencionales y plantas fotovoltaicas flotantes.

Tabla 3.
Comparativo de fuentes de energía

| | Convencionales | Flotantes |
|--------------------|--|---|
| Ambientales | <ul style="list-style-type: none"> • Fuente de energía ilimitada. • Para recolectar energía solar a gran escala se requieren grandes extensiones de terreno. • Impacto visual. | <ul style="list-style-type: none"> • Fuente de energía limpia e ilimitada. • Minimiza la evaporación del agua (aportando a la conservación de ecosistemas acuáticos) • Mejora la calidad del agua, ya que reduce la proliferación de algas • Impacto positivo o neutro |
| Económicos | <ul style="list-style-type: none"> • Inversión inicial alta, pero costos de operación bajos | <ul style="list-style-type: none"> • Inversión inicial alta, pero costos de operación bajos • Los espacios no utilizados pueden convertirse en áreas productivas. • Reduce costos de infraestructuras. • Mejor producción de energía, por el enfriamiento de los módulos. |
| Sociales | <ul style="list-style-type: none"> • Idóneo para zonas donde no llega la electricidad. • Impacto visual por las grandes superficies de terreno ocupados • Se puede integrar en las estructuras de construcciones nuevas, sino también en las ya existentes. | <ul style="list-style-type: none"> • Idóneo para zonas donde no llega la electricidad. • Las instalaciones pueden ser discretas, pero por ser una tecnología novedosa podría considerarse extraña. |

Nota. Comparativo fuentes de energía, tomado por. (Alcántara Cordero. (2018). Estudio técnico-económico de una central fotovoltaica flotante en el embalse de Tavera de R.D. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/10317/7600>)

Según el anterior cuadro comparativo se puede evidenciar que en entorno ambiental y socioeconómico es totalmente viable y favorable la implementación de estas plantas solares flotantes, por factores como: Costos bajos de inversión, impacto ambiental a ecosistemas acuáticos como la disminución del ciclo del agua frente al calentamiento global, y desde un foco social es un gran contribuyente a las zonas donde no se cuenta con electricidad actualmente.

La autora de este estudio Alcantra Nathalie,2018 afirma que

“Los sistemas solares flotantes son superiores a los sistemas sobre tierra o en las azoteas ya que, en primer término, preservan la tierra para otros usos, como para la agricultura o la ganadería. Además, reducen la evaporación de agua, cubriendo la mayoría de la superficie de agua, limitando también el crecimiento de algas, y operan con mayor eficiencia debido al efecto de enfriamiento natural del agua.”

Según lo anterior se reafirma la posición ambiental, económica y social frente al tema de estudio, con su alta posibilidad de expansión territorial, mostrando así beneficios económicos, ambientales y sociales.

13.1.5 Estrategias

Para el desarrollo de las estrategias se tomará en cuenta el sistema de Marketing Mix, este mecanismo encierra cuatro aspectos importantes de mercadeo para lograr un mayor Engagement del cliente.

Este sistema se define por las 4Ps, lo que es Producto, Precio, Plaza y Promoción; logrando así abordar aspectos generales del sistema de venta que se va a realizar.

13.1.5.a. Producto: Este proyecto ofrece la posibilidad de innovar y dar un paso a la tecnología de las energías renovables, contribuir al medio ambiente, al desarrollo industrial y energético del país implementando un nuevo sistema de negocio que se encuentra incursionando en el sector.

13.1.5.b. Marca. La empresa llevará por nombre FLOATING PHOTOVOLTAIC haciendo alusión a su nombre en inglés, logrando una apariencia formal, de perfil internacional; comprometida con la innovación, reflejando calidad, compromiso y una directa asociación con el campo renovable.

13.1.5.c. Logotipo. Con este logotipo reflejamos la formalidad, calidad, transparencia, y estatus de nuestra compañía; nuestro Target de mercado abarca a perfiles de altos ejecutivos, gerentes y administradores. Por esta razón tomamos como fondo el color negro que refleja la elegancia, un tono blanco para el sol y las montañas para hacer alusión a las energías limpias, y un tono amarillo en nuestro nombre el cual trasmite energía, felicidad e inteligencia.

Figura 17.

Logo



Nota. Posible logo del proyecto

13.1.5. d. Slogan: Nuestra empresa se caracteriza por la calidad, energía limpia y compromiso con nuestros clientes, siendo amigables con el planeta generando confianza y transmitiendo nuestra filosofía, por esta razón escogimos el siguiente eslogan.

Figura 18.

Slogan



Nota. Posible slogan del proyecto

13.1.5.e. Precio: En este caso los costos de inversión y longevidad del proyecto se calculan de otra manera, este está asociado al valor de kWh y su relación con todos los sistemas de generación de energía el cual es el valor del Kwh producido que en este caso hace referencia a \$189.730 Cop.

En cuestiones teóricas existen costos fijos que se cuantifican en el proyecto, como lo es el valor del kWh, pero los costos indirectos del proyecto son relativos debido a diferentes factores que infieren en el proceso de implementación del proyecto.

Los costos de planta y equipo requeridos hacen referencia a alrededor de los 42 millones de pesos según el estudio técnico que se obtuvo. Mientras que el recurso humano y otros posibles costos de inversión abordan sobre los 750 millones de pesos.

13.1.5.f.. Plaza: El proyecto contará con una comercialización y distribución central desde Bogotá, y su operación se hará en el municipio de Tierralta de Córdoba, sobre la planta de generación hidroeléctrica de Urrá.

Sus procesos de diseño de planta, toma de decisiones ingenieriles y supervisión del proceso de las obras de infraestructura, diseño y desarrollo de la planta.

Nuestra empresa se encargará directamente del diseño de la planta, sin necesidad de intermediarios dentro del proceso.

Se contará con una atención presencial desde la ciudad de Bogotá, donde se atenderán intereses de directivos de empresas, generando posicionamiento de marca, credibilidad y confianza al cliente. El proceso de construcción y desarrollo de los proyectos dependen de la ubicación de la planta hidroeléctrica que en primera instancia será en Tierralta.

13.1.5.g. Promoción. En esta parte la innovación energética tiene un gran alcance de información y apoyo, pero el target de inversión se reduce a los altos directivos de hidroeléctricas, funcionarios gubernamentales con subordinación de estas mismas. La compañía considera que dentro de las directrices y estrategias para realizar una excelente penetración de mercado tendrá en cuenta factores como

- Campañas por correos electrónicos.
- Página web.
- Eventos de asociaciones de energía.

- Apoyo al ministerio de minas frente a la inmersión de estas nuevas tecnologías.
- Cocteles corporativos.
- Desayunos, almuerzos con personas del sector energético y patrocinio de hoyos en torneos de golf identificados como preferentes para los directivos del sector energético.
- Publicidad de banners de presentación de servicio en entidades de la asociación Energética del país y del ministerio de minas y energía.
- Participación de congresos, foros y eventos afines al tema renovable
- Destinar un rubro mensual para un meeting comercial del director de nuestra compañía hacia los directivos de empresas afines a la inversión de nuestros productos
- Inversión de 1 prototipo o modelo sistematizado de panel con su superficie flotante para que el cliente tenga un acercamiento físico del producto que va a adquirir.
- Campaña digital con Google Ads. Para mayor conocimiento en el mercado, y a cualquier interesado que navegue en la red.

De esta manera la empresa aspira a conseguir un buen posicionamiento dentro del sector, y ser pionero en el estudio y práctica de este servicio.

13.1.5.h. Tabla de Costos/ Gastos del estudio de mercado: En la siguiente tabla se muestra el resumen de costos y gastos que son necesarios para la ejecución del estudio de mercado.

Tabla 4.

Tabla de Costos/ Gastos del estudio de mercado.

| 1 COSTOS DE MARKETING / COMERCIALIZACIÓN | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|
| Página Web | Anual | \$ 4,000,000 | \$ 4,000,000 |
| Mantenimiento Pag Web | Semestral | \$ 400,000 | \$ 800,000 |
| Pauta en Google Ads/ | Bimensual | \$ 1,000,000 | \$ 6,000,000 |
| Rubro para gestion comercial | Mensual | \$ 2,000,000 | \$ 24,000,000 |
| Diseño de Banners | Mensual | \$ 500,000 | \$ 6,000,000 |
| Aporte economico a congresos, foros, almuerzos y cocteles | Semestral | \$ 5,000,000 | \$ 10,000,000 |
| Inversion de Prototipo fisico | Anual | \$ 335,000 | \$ 335,000 |
| Outsourcing de Marketing | Mensual | \$ 1,000,000 | \$ 12,000,000 |
| SUBTOTAL RECURSO HUMANO | | | \$ 63,135,000 |

Nota. Costos asociados con el estudio de mercado

14. TERCER CAPÍTULO

Conclusión

Los sistemas fotovoltaicos flotantes se adaptan totalmente a un plan de desarrollo sostenible, ya que con su implementación logra cumplir con objetivos como: Agua limpia y saneamiento, Energía y no contaminante, Acción por el clima y vida de ecosistemas terrestres; dando un paso al desarrollo Económico, Social y Medio Ambiental; convirtiendo las Compañías en entidades económicamente sostenibles, ya que a pesar de la alta inversión de proyectos su rentabilidad es excelente, generando empleos y sostenibilidad medio ambiental a través del tiempo, de igual manera la adopción de un proyecto de estas características, permite que las diferentes entidades sean socialmente sostenible, ya que la planta puede generar electricidad a zonas marginadas del país, crear o implementar campañas de desarrollo sostenible de municipios o pueblos que carecen de este servicio; cabe resaltar, que estas entidades que adquieran y desarrollen estos proyectos, contarán con un amplio compromiso, siendo ambientalmente sostenibles, ya que aparte de hacer uso de una energía renovable alimentada por la luz solar, se está evitando la afectación de terrenos aprovechables, los cuales se ven mayormente afectados en su momento de ejecución de infraestructura, también se está logrando crear un ecosistema de energía renovables híbridas, que se identifican por hacer uso de dos o más tipos de energías en un mismo sistema, con el fin de aprovechar los recursos naturales que ofrece el país.

En relación al consumo de agua en atención a la implementación de estas plantas flotantes, se evidencia un ahorro de agua significativo, ya que al estar los paneles en contacto directo con la radiación solar, impiden que el proceso del ciclo de evaporación del agua se dé en condiciones normales, logrando así un ahorro y beneficio de la materia prima que utiliza la central hidroeléctrica para la generación de energía.

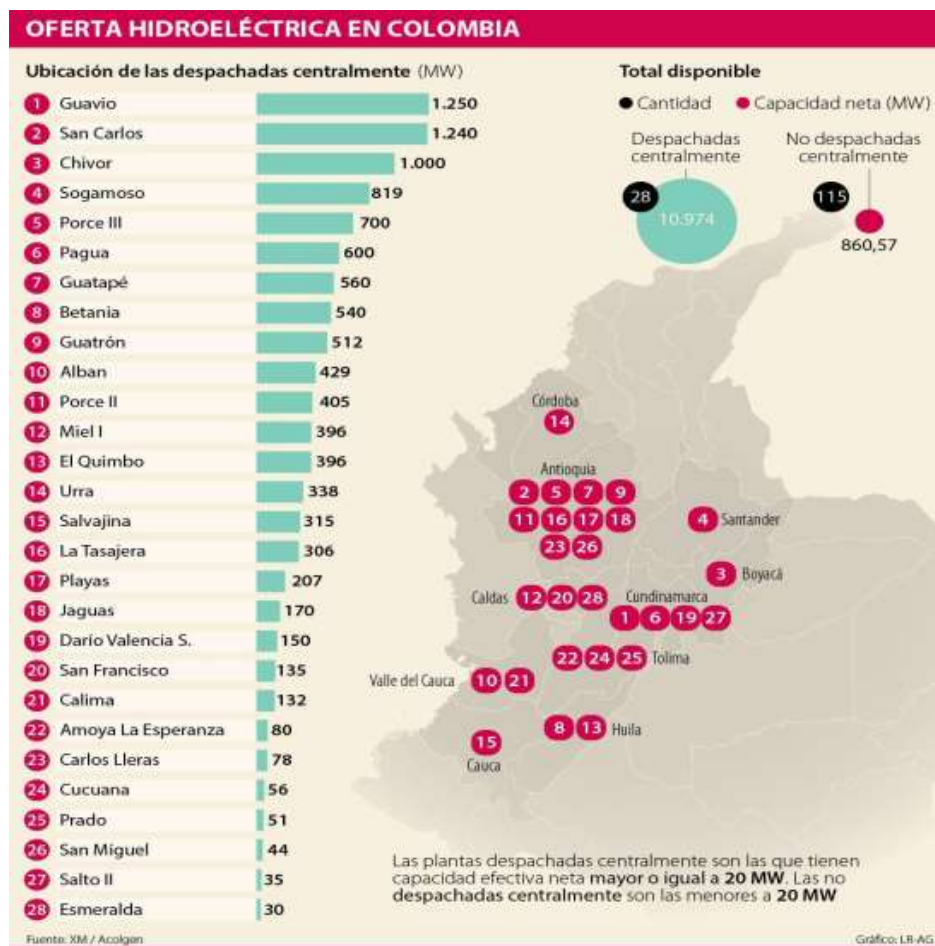
El país cuenta con varias normas y leyes que contribuyen al sector ambiental y energético, ya que es un mercado en potencia y un recurso necesario que necesita el planeta debido a la contaminación y calentamiento global que en la actualidad se está dando.

Ayudas como estar exento de Impuestos al valor agregado (IVA) en productos y máquinas relacionadas al desarrollo sostenible de estas energías, apoyo financiero para los proyectos de inversión de energía limpia y apoyo internacional de regulaciones del sector.

Por las razones mencionadas anteriormente y lo sustentado a través del estudio de mercado, se puede concluir que es altamente viable el desarrollo e incorporación de plantas flotantes fotovoltaicas en el embalse de la hidroeléctrica de Urrá, en el municipio de Córdoba, hipótesis a su vez sustentada bajo el proyecto que se desarrolla en la actualidad en esta locación.

Figura 9.

Oferta hidroeléctrica en Colombia



Nota. Oferta hidroeléctrica en Colombia, cifras. Tomado de. La República. (2019). Las plantas hidroeléctricas representan 68% de la oferta energética en Colombia. <https://www.larepublica.co/especiales/efecto-hidroituango/las-plantas-hidroelectricas-representan-68-de-la-oferta-energetica-en-colombia-2829562>

En Colombia actualmente existen más de 28 hidroeléctricas; cada una de ellas aporta de manera proporcional a la producción energética del país. Actualmente la hidroeléctrica Urrá se encuentra en la posición número 14 sobre el ranking de las hidroeléctricas que más generan energía en el país, y aun estando en la mitad del listado tomó la decisión de implementar este modelo híbrido de generación energética; por ventajas areales, financieras y socioeconómicas; Sin embargo existe la posibilidad de Hidroeléctricas como: la del Guavio, San Carlos, Chivor e incluso Guatapé, que pueden incursionar en este tipo de proyectos, con el fin de satisfacer necesidades operacionales, como también lo pueden ser necesidades del sector y ofrecer dicha generación a la red interconectada nacional o en su defecto al sector en el que se encuentre localizada la hidroeléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

- Aaron, Carl (2019). Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report. World Bank, Washington *Solar Energy Research Institute of Singapor*
<http://hdl.handle.net/10986/31880>
- Alcántara Cordero. (2018). Estudio técnico-económico de una central fotovoltaica flotante en el embalse de Tavera de R.D. <http://hdl.handle.net/10317/7600>
- Cabrera, Vanegas, P. (2014) Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano. *Prospect Scielo* 20, 13 (01)..
<http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v13n1/v13n1a08.pdf>
- Celsia, (31, mayo, 2018). Energía solar en Colombia: así es el panorama en cifras.
<https://blog.celsia.com/new/energia-solar-en-colombia-panorama-en-cifras/>,
- Cocier, (2020) La demanda de energía en Colombia creció 4.02% en 2019
<https://cutt.ly/CRkULIF>
- Dehra, H. (2017). An investigation on energy performance assessment of a photovoltaic solar wall under buoyancy-induced and fan-assisted ventilation system. *Applied Energy*, 191, 55-74.
doi:<https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1016/j.apenergy.2017.01.038>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (2019). “Producto Interno Bruto (PIB) IV Trimestre de 2019. [Archivo en pdf].
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_IVtrim19_producio_n_y_gasto.pdf
- El Periódico De La Energía, (15, mayo, 2017). Las 10 mayores plantas de fotovoltaica flotante del mundo. <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-de-fotovoltaica-flotante-del-mundo/#:~:text=Antes%20de%202014%20s%C3%B3lo%20se,un%20potencial%20nuevo%20boom%20fotovoltaico>,
- El Portafolio. (16, agosto, 2021). Urrá entra en la onda renovable con proyecto de planta solar flotante.<https://www.portafolio.co/negocios/empresas/urra-entra-en-la-onda-renovable-con-proyecto-de-planta-solar-flotante-555186>,
- Ferrán, Gozávez. J.,J., Ferrer Gisbert P.,S.,Ferrer Gisbert C., M., Redón, Santafé. M., (2012). Covering reservoirs with a system of floating solar panels: technical and financial analysis.

- Selected Proceedings from the 16th International Congress on Project Engineering, Valencia
https://www.aepro.com/files/selected_proceedings/2012/SP12_0177_0187.3928.pdf,
- La República (19 de febrero de 2019). Las plantas hidroeléctricas representan 68% de la oferta energética en Colombia. <https://www.larepublica.co/especiales/efecto-hidroituango/las-plantas-hidroelectricas-representan-68-de-la-oferta-energetica-en-colombia-2829562>
- La República. (19 de febrero de 2020). Colombia sigue consolidándose como una potencia en fuentes de energías renovables. <https://www.larepublica.co/especiales/colombia-potencia-energetica/colombia-sigue-consolidandose-como-una-potencia-en-fuentes-de-energias-renovables-2966300>.
- Rodrigo, J., Cañellas, N., Meneses, B. M., Castells, . P. F., Solé, C., & Gas Natural. (2008). El Consumo de energía y el medio ambiente en la vivienda en España: Análisis de ciclo de vida (ACV). Barcelona: Fundación Gas Natural.
- Solar Energía, (s.f.). Planas Oriol, Panel Fotovoltaico <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/panel-fotovoltaico>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2018). Metodología y resultados de la estimación del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica ICEE. http://www.upme.gov.co/Siel/Siel/Portals/0/Piec/Anexo3_Metodologia_ICEE_2018_paraComentariosDic5.pdf
- World Bank Group; Energy Sector Management Assistance Program; Solar Energy Research Institute of Singapore. 2019. Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31880> License: CC BY 3.0 IGO.
- Zhou, X., Yang, J., Wang, F., & Xiao, B. (2009). Economic analysis of power generation from floating solar chimney power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(4), 736-749. doi:10.1016/j.rser.2008.02.011