



Análisis Ambiental Preliminar de la Aplicación de Sistemas Fotovoltaicos como Alternativa de Transición Energética Justa en la Comunidad de La Sierra - Cesar

Lorena Marcela López Orellano
Mateo de Jesús Vega Noguera

Universidad del Magdalena

Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Santa Marta, Colombia
2021

Análisis Ambiental Preliminar de la Aplicación de Sistemas Fotovoltaicos como Alternativa de Transición Energética Justa en la Comunidad de La Sierra - Cesar

Lorena Marcela López Orellano

Mateo de Jesús Vega Noguera

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Ambiental y Sanitario

Director:

PhD. Juan David Reina Rozo

Codirector (a):

Msc. Sandra Milena Bonilla Cely

PhD. Andrea Carolina Cardoso Díaz

Línea de Investigación:

Economía ecológica y ecología política

Grupo de Investigación:

Grupo de Análisis de Ciencias Económicas - GACE

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

Santa Marta, Colombia

2021

Nota de aceptación:

Aprobado por el Consejo de Programa en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Magdalena para optar al título de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Jurado

Jurado

Santa Marta, ____ de ____ del ____

Esperamos que nuestros sueños colectivos que se tejen hoy se conecten en el mañana, donde nos encontraremos con quienes hacen ciencia para la vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos afectuosamente a la comunidad de La Sierra - Chiriguaná, Cesar especialmente al colectivo Mujeres Guerreras de La Sierra en cabeza de su lideresa y amiga Narlis Guzman por acogernos en su territorio y permitirnos aprender de sus experiencias y realidades, así como también su disposición y acompañamiento en el desarrollo de esta investigación. Al investigador independiente PhD. Juan David Reina Roza, PhD Andrea Carolina Cardoso Díaz docente de planta de la Universidad del Magdalena y Msc. Sandra Milena Bonilla Cely docente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y de la Universidad Tecnológica de Pereira, por ser nuestros tutores y orientarnos de manera asertiva a la consecución de las metas propuestas. De igual forma agradecemos el amor dispuesto para este trabajo que nos permitió recibir sus enseñanzas y consejos que perdurarán con nosotros en nuestra vida profesional.

Al Semillero de Investigación en Transición Energética de la Universidad del Magdalena por permitirnos conocer el territorio, y enseñarnos a investigar de la mano con las comunidades desde una perspectiva crítica.

A la Friedrich-Ebert-Stiftung Colombia (FESCOL) por confiar en nuestro potencial para aportar al territorio en el marco de una transición energética justa y apoyarnos para permitir que esta investigación se llevase a cabo.

A la Red de Iniciativas Comunitarias (RICO) y sus miembros y amigos Felipe Alberto Corral Montoya y Oscar Santiago Vargas Guevara por acompañarnos en nuestra primera salida de campo, donde pudimos aprender de sus experiencias y cariño al territorio.

A la Red Colombiana de Ingeniería y Desarrollo Social (ReCIDS) por ser la plataforma donde pudimos conocer una ingeniería distinta, comprometida con las causas justas y permitir darle voz a quienes poco han podido ser escuchados. A la dirección de programa en cabeza de la Ingeniera Eliana Lizeth Vergara Vázquez por su disposición a que este trabajo saliera adelante y sus correcciones. Al PhD. Roberto Rafael Almanza Hernández por acompañarnos en campo y aportarnos desde su visión antropológica que nos permitió conocer otra perspectiva diferente a la ingeniería. Asimismo, agradecemos a los y las estudiantes Carlos Jiménez, Jesse Lindo, Juan Carlos Martínez, Luis Ángel Mancera Caro, Marcos Matos Matos y Marlon de la Cruz por su apoyo y colaboración en el dimensionamiento del sistema fotovoltaico propuesto en el documento.

RESUMEN

La transición energética se ha consolidado como línea de investigación y política pública en los últimos años en el planeta. Colombia y sus territorios no son ajenos a ello. La Sierra en el departamento del Cesar, es un corregimiento del municipio de Chiriguaná que se encuentra en el corredor minero colombiano. Su comunidad, al enfrentarse de primera mano a los impactos producidos por la explotación minera a cielo abierto en su territorio, considera la transición energética justa en donde la implementación de paneles solares se convierte en un sinónimo de bienestar; esto porque el servicio de energía eléctrica resulta ser uno de los que más inconvenientes les genera, ya que el entramado eléctrico está deteriorado y produce una inestabilidad diaria en la continuidad del servicio. El objetivo de esta investigación fue desarrollar el análisis ambiental preliminar de la aplicación de sistemas fotovoltaicos como alternativa de transición energética justa en la comunidad de La Sierra – Cesar, Colombia. Para este proyecto se utilizó un diseño mixto no probabilístico, adaptando una metodología propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales acumulativos y sinérgicos en proyectos fotovoltaicos. Se involucraron métodos de análisis espacial y documental, para el cual se realizó trabajo en campo para la recolección de información con la comunidad; y el método matricial. Con estos resultados finalmente realizar un análisis en términos de la sostenibilidad biocéntrica.

Palabras claves: Comunidad, Buen Vivir, Impactos Acumulativos, Impactos Sinérgicos, Sistema fotovoltaico, Transición Energética Justa.

ABSTRACT

The energy transition has been consolidated as a line of research and public policy in recent years on the planet. Colombia and its territories are no strangers to it. La Sierra, in the department of Cesar, is a district of the municipality of Chiriguaná located in the Colombian mining corridor. Its community, facing firsthand the impacts produced by open-pit mining in its territory, considers a fair energy transition where the implementation of solar panels becomes a synonym of wellbeing; this is because the electric energy service is one of the most inconvenient for them, since the electric grid is deteriorated and produces a daily instability in the continuity of the service. The objective of this research was to develop a preliminary environmental analysis of the application of photovoltaic systems as a fair energy transition alternative in the community of La Sierra - Cesar, Colombia. A mixed non-probabilistic design was used for this project, adapting a methodology proposed for the identification and evaluation of cumulative and synergistic environmental impacts in photovoltaic projects. Spatial and documentary analysis methods were used, for which field work was carried out to collect information from the community, and the matrix method. With these results, an analysis in terms of biocentric sustainability was finally carried out.

Keywords: Community, Buen Vivir, Cumulative Impacts, Synergistic Impacts, Photovoltaic System, Just Energy Transition.

Tabla de contenido

Introducción	11
1. Capítulo I: Planteamiento de la Investigación.....	13
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Justificación.....	17
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
2. Capítulo II: Marco de Referencia.....	20
2.1 Estado del Arte.....	20
2.2 Marco Conceptual	21
2.3 Marco Legal	25
3. Capítulo III: Diseño Metodológico	27
3.1 Tipo de Estudio	27
3.2 Método de Investigación	28
3.3 Técnicas e Instrumentos.....	29
4. Capítulo IV: Resultados y Discusión	36
4.1 Dimensionamiento del sistema propuesto.....	36
4.1.1 Requerimiento energético	37
4.1.2 Generador solar	38
4.1.3 Banco de baterías	43
4.1.4 Regulador de carga.....	44
4.1.5 Inversor	45
4.1.6 Cableado.....	46
4.2 Caracterización Documental y Geográfica	47
4.2.1 Caracterización geográfica.....	47
4.2.2 Caracterización sociocultural	50
4.3 Identificación de Impactos Acumulativos y Sinérgicos.....	53

4.3.1 Análisis espacial documental: Componentes Valiosos del Ecosistema (VEC's).....	54
4.3.2 Análisis matricial: Evaluación Ambiental General.....	70
4.4 Interpretación en Términos de la Sostenibilidad Biocéntrica de los Impactos Acumulativos y Sinérgicos.....	73
4.4.1 Relación entre impactos acumulativos y sinérgicos, con la sostenibilidad biocéntrica ..	73
4.4.2 Convergencia entre la ingeniería y la sostenibilidad biocéntrica	75
5. Conclusiones y Recomendaciones	76
Bibliografía	83

Lista de Imágenes

Ilustración 1: Metodología de la investigación desarrollada.	28
Ilustración 2: Coordenas en formato Lat/Lon	30
Ilustración 3: Coordenadas en formato UTM	30
Ilustración 4: Ubicación de La Sierra en mapa geológico (I)	31
Ilustración 5: Ubicación de La Sierra en mapa geológico (II)	31
Ilustración 6: Ubicación de La Sierra en mapa geológico (III)	31
Ilustración 7: Proceso de identificación de roca (I)	32
Ilustración 8: Proceso de identificación de roca (II)	32
Ilustración 9: Proceso de identificación de roca (III)	32
Ilustración 10: Proceso de identificación de roca (IV)	32
Ilustración 11: Registro de observaciones (I)	33
Ilustración 12: Registro de observaciones (II)	33
Ilustración 13: Registro de observaciones (III)	33
Ilustración 14: Estructura general de la EIA	34
Ilustración 15: Gráfica de horizonte y movimiento del sol	36
Ilustración 16: Segunda gráfica de horizonte y movimiento del sol	37
Ilustración 17: Datos mecánicos del sistema	42
Ilustración 18: Datos eléctricos del sistema	42
Ilustración 19: Datos en Calculator.net	46
Ilustración 20: Potencia del cableado	46
Ilustración 21: Cables sugeridos	46
Ilustración 22: Ubicación de La Sierra con respecto a otros municipios.	48
Ilustración 23: Ubicación del área de influencia	49
Ilustración 24: Primera visita al lote adquirido por la comunidad.	50
Ilustración 25: Segunda visita al lote adquirido por la comunidad	50
Ilustración 26: Recorriendo los caminos de la Sierra con la comunidad	52
Ilustración 27: Participación en actividad comunitaria	53

Ilustración 28: Información otorgada por la aplicación utilizada	54
Ilustración 29: Eón Fanerozoico	56
Ilustración 30: Muestra 1 Rocas Sedimentarias	57
Ilustración 31: Muestra 2 Rocas Sedimentarias	57
Ilustración 32: Muestra 3 Rocas Sedimentarias	57
Ilustración 33: Muestra 4 Rocas Sedimentarias	57
Ilustración 34: Muestra 5 Rocas Sedimentarias	58
Ilustración 35: Ubicación de La Ciénaga de Zapatosa en el Cesar.	61
Ilustración 36: Muestra 1 Flora	62
Ilustración 37: Muestra 2 Flora	62
Ilustración 38: Muestra 3 Flora	62
Ilustración 39: Muestra 4 Flora	62
Ilustración 40: Muestra 5 Flora	63
Ilustración 41: Muestra 6 Flora	63
Ilustración 42: Muestra 8 Flora	63
Ilustración 43: Muestra 7 Flora	63
Ilustración 44: Muestra 9 Flora	63
Ilustración 45: Muestra 10 Flora	63
Ilustración 46: Muestra 1 Fauna	65
Ilustración 47: Muestra 2 Fauna	65
Ilustración 48: Muestra 3 Fauna	66
Ilustración 49: Muestra 4 Fauna	66
Ilustración 50: Dialogo con la comunidad	67
Ilustración 51: Entrevistas con la comunidad	67
Ilustración 52: Montañas de material estéril producto de la minería de carbón a cielo abierto en Chiriguaná, primera salida de campo.	74
Ilustración 53: Montañas de material estéril producto de la minería de carbón a cielo abierto en Chiriguaná, segunda salida de campo.	74

Lista de tablas

Tabla 1: Marco Legal	26
Tabla 2: Aforo de cargas.....	38
Tabla 3: Pérdidas por temperatura.....	38
Tabla 4: Variación de potencia	39
Tabla 5: Cantidad de módulos	40
Tabla 6: Corrientes posibles	40
Tabla 7: Número de módulos en paralelo	41
Tabla 8: Número de módulos en serie.....	41
Tabla 9: Cantidad de módulos	42
Tabla 10: Determinación del promedio diario de (Wh)	43
Tabla 11: Capacidad del banco de baterías	43

Tabla 12: Características del banco de baterías	44
Tabla 13: Determinación del vatiaje total de los paneles	44
Tabla 14: Corriente de salida del regulador de carga.....	45
Tabla 15: Coordenadas del área de estudio.	49
Tabla 16: Fuentes hídricas.....	59
Tabla 17: Muestra de Flora de la Sierra.....	64
Tabla 18: Muestra de Fauna de la Sierra	66
Tabla 19: Listado de Fauna presente en La Sierra.....	67
Tabla 20: Agentes sociales	68
Tabla 21: Acciones antrópicas	69
Tabla 23: Matriz Leopold modificada.....	71

Lista de símbolos

Símbolo	Significado
g	Gramos
ha	Hectáreas
Km	Kilómetros
Km	Kilómetros cuadrados

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Significado
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas
CONESICE	Consejo Comunitario de Comunidades Negras de La Sierra, El Cruce y La Estación
CORPOCESAR	Corporación Autónoma Regional del Cesar
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
FNCER	Fuente No Convencional de Energía Renovable
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GNSS	Sistema Gobal de Navegación por Satelite

IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
MGC	Mapa Geológico de Colombia
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
POMCA	Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica
RICO	Red de Iniciativas Comunitarias
SFV	Sistemas Fotovoltaicos
SIG	Sistemas de Información Geográfica
STEUnimagdalena	Semillero de Investigación en Transición Energética de la Universidad del Magdalena
TEJ	Transición Energética Justa
TU Berlin	Universidad Técnica de Berlín
VEC's	Componentes Valiosos del Ecosistema

Introducción

El modelo de desarrollo convencional que nos rige en la actualidad, basado en el consumo de bienes y servicios, ha generado que cada vez se necesiten más recursos para satisfacer la demanda de la sociedad; estos bienes y servicios, por lo general, no siempre son necesarios para garantizar nuestra supervivencia, sino que hemos creado “necesidades innecesarias” que se basan en cosas que se conoce que no es imperioso adquirir, pero que el sistema que nos rige nos incita a tener. Este comportamiento extendido a escala global ha alertado a la comunidad científica desde décadas, debido a que estamos notando los impactos negativos de llevar una sociedad de hiperconsumo como existe en la actualidad; siendo una realidad que los impactos más catastróficos para nuestra supervivencia, a fecha de este documento, no los hemos experimentado aún, pero se aproximan cada vez más hasta que pasemos el punto de no retorno. El principal ejemplo de este comportamiento nocivo para nuestra supervivencia está en el extractivismo, donde para las grandes multinacionales sólo rige el “todo vale” con el fin de garantizar sus activos. Este es el caso de Colombia, donde desde los años 80 con Cerrejón, se inició un éxodo de los pueblos originarios que habitaban esos territorios, desplazados y violentados por la minería, con la complicidad negligente del estado, se extendió ese modelo por el resto del país, con mucho éxito para ellos.

Todo este recorrido por la historia nos lleva a la actualidad, donde en el corregimiento de La Sierra, Chiriguaná - Cesar, existe una comunidad afro-campesina que ha vivido en carne propia los impactos directos e indirectos de la minería de carbón por parte de la empresa Drummond por su mina de extracción de carbón a cielo abierto Pribbenow. Es así como surge allí un escenario de resistencia que es liderado por *Las Mujeres Guerreras de La Sierra*, quienes en el año 2010 deciden unirse ante la necesidad de fortalecer la soberanía comunitaria, la economía solidaria, y la resistencia en su territorio para mejorar su calidad de vida; desde entonces han permanecido en hermandad y han sido quienes han llevado a esta comunidad a pensarse colectivamente de manera crítica ¿cómo están inmiscuidos en esa economía que los afecta? Esta reflexión ha llegado a varias conclusiones, pero la que nos concierne en este trabajo es la energía.

Gracias a ese proceso de soberanía en diferentes frentes que ha llevado la comunidad se llega a la conclusión de que la más relevantes para la comunidad, es la energética. Se busca, por tanto, desprenderse de esa energía convencional que también se abastece en cierta parte del carbón que sacan de su territorio, siendo eje fundamental para su consenso de desarrollo colectivo. Para lograr la soberanía energética, es necesario plantear escenarios de transición energética justa, donde no solo

se busque la salida de la energía convencional, sino que se sirva como punto central para llegar a otros puntos importantes en esa transición, tales como alimentación, salud, cultura, nuevas masculinidades y feminismo. Las anteriores, son unas de las aristas que comprenden este amplio concepto para la comunidad donde se parte de las bases del tejido social para llegar al objetivo común que es cambiar la energía en La Sierra.

La energía solar fotovoltaica surge como la fuente de energía renovable que más se adapta a la realidad serrana según la propia comunidad, dadas las condiciones de clima y sol de la región y que también no altera en gran medida su estilo de vida y ecosistema cercano; pero ¿qué tan cierto es eso? ¿Cuáles son los verdaderos impactos ambientales, sociales y culturales de la implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa de transición energética justa en la comunidad de La Sierra? Esta es la cuestión que motivó a los autores a desarrollar esta investigación, donde se buscó de la mano con la comunidad, identificar los impactos acumulativos y sinérgicos de la implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa de transición energética justa en los componentes valiosos del ecosistema de La Sierra, para luego analizar estos impactos identificados en términos de sostenibilidad biocéntrica, uno de los objetivos del Buen Vivir. Asimismo, esta investigación en ingeniería se realizó bajo el marco de pensamiento y acción en ingeniería denominado “ingeniería comprometida”, donde se exploró el aprender y desaprender con el acompañamiento de la comunidad, para entregar un producto que esta misma considere como propio al haberse trabajado con ellos y ellas.

1. Capítulo I: Planteamiento de la Investigación

1.1 Planteamiento del problema

Partiendo de problemáticas globales que se desarrollan en el marco del cambio climático tales como “la indisolubilidad del binomio medio ambiente-desarrollo, la responsabilidad compartida y diferenciada, la integración ambiental en las políticas, las compensaciones de desgastes y desequilibrios, la precaución ante la incertidumbre, etc.” (Jiménez Herrero, 2018, pág. 327), hay un hecho global reflejado en los distintos contextos del mundo y es la poca aprehensión por parte de los seres humanos de las nuevas bases que en el siglo XXI sostienen la concepción del desarrollo, y con esto los retos que representa para la humanidad; crisis como las que se han desencadenado en medio de la pandemia por Covid-19 dan cuenta de ello. Amplias discusiones se han realizado en torno a la nueva idea de desarrollo que se fundamenta en la sostenibilidad “como un proceso de cambio estructural hacia nuevas formas de convivencia global y que abre puertas a grandes transiciones” (Jiménez Herrero, 2018, pág. 21), y ante ello la academia en sus múltiples niveles no se puede quedar atrás, siendo necesaria la apertura a ejercicios reflexivos que permitan aportar soluciones armónicas gestadas desde las herramientas propias de las diversas áreas del conocimiento.

De acuerdo con Jiménez Herrero “los grandes cambios estructurales hacia un futuro sostenible y equitativo depende del resultado de las interacciones del conjunto de transiciones interconectadas de índole económica, energética, ambiental, política, social y demográfica-urbana” (2018, pág. 339). Ahora bien, cuando se habla de *transiciones* hay aspectos muy claves que han de ser tenidos en cuenta en el marco de la *justicia*, es así como entonces aterrizar en el propósito de una *Transición Justa* complementa de una mejor forma el análisis. El concepto de la Transición Justa se encuentra muy ligado, desde el punto de vista sinérgico, al de la Justicia Ambiental (Evans & Phelan, 2016, pág 333); así mismo, ya ha sido descrito desde el año 2000 por el Consejo Laboral Canadiense (CLC) en términos de equidad, reempleo o empleo alternativo, indemnización, producción sostenible, y programas, apuntándole a que se garantice que las implicaciones derivadas por el cambio hacia la sostenibilidad se compartan justamente (Canadian Labour Congress, 2000).

Al llegar a este punto resulta válido extraer una de las transiciones mencionadas por Jiménez Herrero: La energética. Entendida ésta como aquella que marca sus inicios con Energiewende a finales de los años setenta (Fornillo, 2016, pág. 91); Energiewende fue el resultado de los movimientos de oposición a las plantas nucleares energéticas alemanas mostrando “que era tan necesario como posible un mundo basado en las energías renovables” (Fornillo, 2016, pág. 91) y motivando “la promulgación de dos leyes para avanzar en esa transición” (Roa et al., 2018, pág. 4).

En una primera instancia la transición energética aboga por la generación de energía *“de forma descentralizada, ecológica y democrática”* (Heinrich Böll Stiftung - Cono Sur et al., 2020, pág. 53), y a la vez *“reclama, más allá de soluciones técnicas y de la ecoeficiencia un nuevo régimen sociometabólico (flujos de materiales y energía, uso de la tierra)”* (Jiménez Herrero, 2018, pág. 340). Como bien se puede pensar, es este un tema que trasciende fronteras debido a que se requiere de una sinergia local, nacional e internacional para lograr resultados positivos, pues *“la transición energética tiene por delante una realidad que abarca todos los aspectos de la vida planetaria: sociales, políticos, económicos, humanos y de la naturaleza”* (Roa et al., 2018, pág. 5); y muy a pesar a las buenas relaciones de comunicación que pueden existir entre países, sobre todo los suramericanos, *“aún no existe una decidida política energética común”* (Fornillo, 2016, pág. 96). Este último autor citado bien menciona que más allá de la sustentabilidad y la viabilidad de las energías renovables, implícitas en la transición energética, se hace necesario darle frente a *“la transformación del conjunto del sistema energético para iluminar nuevas vías de posdesarrollo, acrecentar las esferas de igualdad y contribuir a un regionalismo autónomo”* (Fornillo, 2016, pág. 117).

Se suma a este panorama el enfoque de la Transición Justa con la Transición Energética Justa (TEJ), dado que la forma con la que en Colombia se pone en marcha el actual modelo minero-energético gracias a la extracción de carbón a cielo abierto *“ha estado ligada muy de cerca a una profunda injusticia e inequidad social”* (Corral et al., 2021, pág. 115), y si hay algo claro desde la perspectiva de quienes han dedicado estudios a la TEJ es que esta debe estar marcada por una relación *“armónica entre todos (empresas, comunidades, Estado y naturaleza), no solo para mejorar el bienestar de las comunidades afectadas o violentadas, sino para cambiar las relaciones de extracción o explotación en los países colonizados (países del tercer mundo)”* (Santamaria et al., 2021, pág. 178).

Al hablar de TEJ es indispensable reflexionar sobre su relación con el cambio climático, y como punto de partida es preciso mencionar la desigualdad de implicaciones en la humanidad que hay con respecto a los escenarios de emergencia climática y energética porque *“ni todos los países, ni todos los territorios, ni todas las clases sociales, ni todos los géneros... son igualmente vulnerables a los impactos del cambio climático y la pobreza energética”* (Asociación La Transicionera, 2020, pág. 11). Si se considera el territorio nacional, puntualmente en departamentos como el Cesar, La Guajira y Córdoba los sectores ganaderos y agrícolas presentan unas alertas muy significativas en cuanto al déficit severo de precipitación que se vislumbra: *“un promedio del 10 al 19 % en lo que corresponde al periodo de 2011 al 2100”* (Santamaria et al., 2021, pág. 141), una situación que sin lugar a dudas tiene sus repercusiones en las diferentes esferas que modelan la dinámica social de dichos departamentos.

Ante estas realidades la TEJ se posiciona como una vía de acción frente al cambio climático que reconoce a la minería de carbón como un factor estrechamente atado a la problemática (Santamaria et al., 2021, pág. 179). Y es que si de revisar cifras se trata el 40% de las emisiones de dióxido de azufre y el 15 % de las de óxido de nitrógeno y de partículas provienen del carbón, siendo este uno de los combustibles fósiles que más emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), como el CO₂, libera al planeta (Santamaria et al., 2021, pág. 140), de hecho *“el combustible fósil representa el 56% de las emisiones de gases de efecto invernadero del planeta”* (Fornillo, 2016, pág. 88), y paradójicamente *“más del 80% de la energía que se produce y consume en el mundo proviene de los combustibles fósiles”* (Roa et al., 2018, pág. 4).

Con una problemática como esta, es necesario implicar a las industrias para contribuir con mayor firmeza a la reducción de GEI, por ejemplo, deteniendo *“la extracción y utilización de carbón en el más breve plazo, ya que este es uno de los combustibles fósiles más utilizado en el planeta”* (Heinrich Böll Stiftung - Cono Sur et al., 2020, pág. 7). Ante los ojos del mundo ya está dicho que el hito clave es la desfosilización de las sociedades a través de *“la eliminación de la combustión de carbón”* (Ibid, pág. 6). Así mismo, la situación en los países del Sur Global indica que la transición que debe hacerse en primer lugar es precisamente la energética, implicando entre otros aspectos, por parte de los hogares pasar de la implementación de combustibles tradicionales (leña, residuos de cosechas y estiércol animal) a modernos, para así evitar la desestabilización de la fertilidad natural de los suelos, la contaminación del aire interior de los hogares, y en un panorama más crítico, una sobreexplotación acelerada de la biomasa (Jiménez Herrero, 2018, pág. 376 - 380).

Ahora bien, teniendo presente el contexto minero-energético colombiano cobra relevancia que en el departamento del Cesar exista presencia de diferentes transnacionales mineras que a la fecha han realizado explotaciones de más de 240.000 ha, traducidas en la extracción de alrededor 636'000.000 toneladas de carbón (Heinrich Böll Stiftung - Cono Sur et al., 2020, pág. 44), porque con ellas se palpan *“impactos excesivos en los territorios, muchos de ellos irreversibles”* (Ibid. pág. 44); impactos que van desde lo social: comunidades que se enfrentan a la pérdida de elementos claves como la cultura, su soberanía y su autonomía, hasta lo ambiental con significativos agravios en la salud pública gracias a la exposición a escenarios de contaminación. Las cuentas indican que en el Cesar 15 arroyos han sido destruidos, y en un espectro más amplio, una tonelada de carbón extraída emite 726g de partículas sólidas totales y 180g de MP10 (Ibid. pág 45); además, *“los ecosistemas han perdido gran parte de su capacidad de resiliencia frente al cambio climático”* (Ibid.), no es coincidencia que en los análisis realizados frente a los conflictos ambientales en el país, *“sobresale la polución del aire y del agua por el polvillo del carbón rico en cenizas y CO₂”* (Santamaria et al., 2021, pág 13).

Y es precisamente en La Sierra, un corregimiento del municipio de Chiriguaná en el departamento del Cesar que se encuentra en el corredor minero colombiano, donde existe una serie de problemáticas presente en la mayoría de las viviendas. En primera instancia, la inexistente red de servicios públicos domiciliarios, tal como la ausencia del gas natural, generando el uso de cocinas de leña y hornos convencionales para quienes no tienen cómo comprarlo. En cuanto a la red de saneamiento básico, no existe infraestructura de acueducto y alcantarillado constante, generando que la comunidad intente solventar este problema a través de métodos convencionales. Por último, el servicio de energía eléctrica resulta ser uno de los que más inconvenientes le genera a la comunidad, puesto que el entramado eléctrico se encuentra muy deteriorado, produciendo una inestabilidad diaria en el servicio, sumado a que la empresa prestadora sigue enviando, sin reparo alguno, los recibos en mora mensuales.

A pesar de las grandes inversiones de capital extranjero que llegan al territorio, en La Sierra no se evidencia esta bonanza minera, todo lo contrario, la minería ha acabado con el principal sector productivo para la comunidad, el agropecuario. Esto va muy de la mano con otra problemática, la corrupción estatal y la exclusión social que sufre el territorio, un síntoma de esta problemática es que en el 2018 la Procuraduría General de la nación destituyó a la alcaldesa de Chiriguaná por no acatar un fallo que ordena convocar al Consejo Municipal de Chiriguaná a sesiones extraordinarias para elegir el personero municipal (Procuraduría General de la Nación, 2018). En relación con esto, dentro del corregimiento la mayoría de las vías están sin pavimentar, sólo existen dos intentos de obras públicas que han recibido millonaria inversión en los últimos años, una es un parque ubicado en el centro del corregimiento construido en el 2008 y donde se evidencia este abandono estatal. Por otro lado, está un proyecto que buscaba abastecer la totalidad de la demanda en salud del corregimiento, pero hoy en día solo se ve los cimientos corroídos por el tiempo. Un último lugar del corregimiento donde se evidencia el inexistente aporte gubernamental es en el único colegio del pueblo, donde las bases para la construcción de una biblioteca luchan para no caerse, además de la falta de dotación para tener un entorno mínimo donde se puedan dar clases.

Frente a todo este panorama, la comunidad de La Sierra no se ha quedado de brazos cruzados y de la mano de aliados como el Semillero de Investigación en Transición Energética de la Universidad del Magdalena (STEUnimagdalena), la Universidad Técnica de Berlín (TU Berlín), y la Red de Iniciativas Comunitarias (RICO), se ha planteado posibles soluciones que ayuden a hacer posible su TEJ. De esta forma, la aplicación de sistemas fotovoltaicos en uno de los espacios comunitarios en construcción se entrevé como una buena opción, sin embargo, en el campo de las energías renovables es de tener presente que un análisis ambiental previo a la puesta en marcha de nuevas tecnologías siempre es necesario, ya que estas también si no son bien pensadas pueden representar

inconvenientes de orden ecológico y social; soluciones como mega parques eólicos o solares, o grandes plantaciones productoras de biocombustibles pueden originar tanto abusos de los derechos humanos como desalojos. Además, *“la propagación de las plantaciones monocultivo para biocombustibles daña el medio ambiente, y el uso de agroquímicos es nocivo para el equilibrio climático”* (Heinrich Böll Stiftung - Cono Sur et al., 2020, C).

1.2 Justificación

La Transición Energética Justa (TEJ) va más allá del tipo de energía que se utiliza, es un proceso que atiende necesidades generadas por el sistema que abastece de energía convencional, es una manera de entender los rezagos históricos que ha dejado el anteponer una concepción de desarrollo convencional por encima de cualquier otro, intentando ser hegemónico, como menciona Bertinat, (2016 pág. 14) *“es posible avanzar en el desarrollo de escenarios para una transición energética que dispute los escenarios técnicos convencionales”*. Lo anterior, se ve agravado por la necesidad como humanidad de generar esa TEJ, de hecho, en el contexto en el que La Sierra se encuentra, en medio del corredor minero y con abandono histórico por parte del Estado, no queda claro qué papel jugarán las comunidades olvidadas y nunca tenidas en cuenta por parte de los actores responsables de la explotación, ¿serán tenidas en cuenta? Es una pregunta que, para darle respuesta, se requiere analizar qué planes tienen los responsables de estas afectaciones históricas. Con respecto a esto, Corral et al. (2021) informa que a la fecha estas empresas no cuentan con un plan de cierre elaborado y de acceso público, lo que genera preocupación e incertidumbre por las afectaciones ambientales y sociales de la minería ante un futuro sin carbón, así como también por el futuro de los trabajadores, es decir esta transición no existe en el imaginario de quienes son responsables por todo el detrimento al territorio y la comunidad de La Sierra. Esto ha llevado a la comunidad a apropiarse de un concepto que argumenta el pensar cómo se puede dar el paso a la TEJ por parte de la comunidad, la Soberanía.

Ahora bien, como se ha mencionado la Transición Energética Justa engloba diferentes aspectos que en su conjunto le dan forma a esta, es decir, el tipo de energía que se utilice es un aspecto más de los que son necesarios para generar la transición a través de la soberanía. Como mencionan Fuentes, Larraín y Poo (2020):

“La transición justa ha sido analizada como un concepto que no tiene un significado único, sino que engloba distintas estrategias políticas, sociales y económicas que coexisten en torno a un compromiso general u horizonte común para abordar el cambio climático”. (Pág. 11)

La comunidad La Sierra ha venido reivindicando esta soberanía a través de sus procesos populares, tales como: la conformación del consejo comunitario, la conformación de las Mujeres Guerreras de La Sierra, huertas en casa para autoconsumo, espacios de formación en feminismo y nuevas masculinidades, entre otras. No obstante, a nivel de energía, se dificulta el tomar acción dado lo difícil que es dejar súbitamente la energía convencional, es por esto por lo que reconocen que es un proceso que requiere más tiempo para ser ejecutado.

Frente a este contexto, esta investigación busca generar junto con la comunidad uno de los primeros pasos para la implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa de transición energética justa. De la mano con la comunidad, se realizó el análisis preliminar a esta implementación, específicamente en un espacio común que el colectivo Mujeres Guerreras de La Sierra se piensa para ser sede y realizar actividades productivas.

La comunidad de la Sierra es la principal beneficiaria de esta investigación, dado que conjuntamente se está dando un paso más a la consolidación de la implementación de energía solar dejando a un lado la energía convencional que tanto daño les ha causado, como lo argumenta Cardoso A. (2015, pág. 76) “entre 1990 y 2012, los municipios de Codazzi y El Paso perdieron aproximadamente 9300 ha de tierra cultivable.”. Así mismo, el colectivo Mujeres Guerreras de La Sierra se ve beneficiado directamente dado que, en la zona de estudio y análisis, se pretende construir un espacio común donde funcionará una panadería que sirva como actividad productiva del colectivo como también para mantener la economía solidaria que existe con las cajas de ahorro. Además, ya teniendo claro qué impactos genera la implementación de este sistema, pueden avanzar en la implementación.

La Universidad del Magdalena, específicamente el programa de ingeniería ambiental y sanitaria y la facultad de ingeniería en su conjunto, también se ven beneficiados por el desarrollo de esta investigación debido a que se planteó desde una perspectiva emergente, que parte de una crítica a cómo se enseña ingeniería, para quién y para que se enseña; la *ingeniería comprometida*. Esto da pie para que más investigaciones sean realizadas y tengan un argumento principal en investigar de la mano con las comunidades reconociéndonos como iguales y consolidando un aprendizaje mutuo. También es necesario reafirmar que las capacidades del ingeniero e ingeniera de la Unimagdalena se ve fortalecida por esta investigación gracias a que demuestra que se está generando conocimiento con un fuerte compromiso social reconociendo las necesidades del territorio y trabajando juntamente con los actores y actoras para construir soluciones en ingeniería.

El Semillero de investigación en Transición Energética de la Universidad del Magdalena (STEUnimagdalena) también se ve directamente beneficiado por este análisis puesto que demuestra que en el semillero se trabaja para investigar y generar conocimiento crítico sobre las realidades de

la energía en la región y el país, siendo este trabajo uno de los muchos producidos por quienes hacen parte de esta escuela de investigación. Así mismo, los autores se benefician dado que esta investigación es un requisito para optar por el título de Ingeniero/a Ambiental y Sanitario/a. Además, plasma sus ideas de querer acompañar procesos de transición junto con las comunidades. Asimismo, genera una satisfacción moral saber que en una dicotomía que polariza el país hace años, estamos del lado correcto de la historia.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar el análisis ambiental preliminar de la aplicación de sistemas fotovoltaicos como alternativa de transición energética justa en la comunidad de La Sierra – Cesar.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar la caracterización documental geográfica y cultural de la comunidad de La Sierra – Cesar.
- Identificar los impactos acumulativos y sinérgicos derivados de la implementación de sistemas fotovoltaicos como alternativa de Transición Energética Justa en la comunidad de La Sierra – Cesar.
- Interpretar en términos de la sostenibilidad biocéntrica los impactos acumulativos y sinérgicos originados por la implementación de sistemas fotovoltaicos como alternativa de Transición Energética Justa en la comunidad de La Sierra – Cesar.

2. Capítulo II: Marco de Referencia

2.1 Estado del Arte

A continuación, se presentan investigaciones atendiendo diferentes puntos de vista: En primer lugar, el internacional buscando ejemplos que integren la transición energética justa a través de energía solar fotovoltaica en comunidades. Así mismo, a nivel nacional buscando que cumpla con lo anterior mencionado. Finalmente, a nivel local, se buscó condiciones similares a las de la comunidad de La Sierra, Cesar.

Ladino Rafael (2011) es el autor de la investigación titulada *“La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. Caso: vereda Carupana, municipio de Tauramena, Departamento de Casanare”* donde buscó describir las implicaciones sociales, ambientales del uso de energía solar fotovoltaica y cómo esta incide en el desarrollo rural, esto para el caso de la vereda Carupana en el Casanare. En esta investigación se expone cómo esta comunidad rural se relaciona con este tipo de energía, propendiendo por la transición energética. En Carupana, para la fecha de publicación de esa investigación, un 8% de la población se abastece de energía solar para iluminación. El autor expone como en la comunidad la implementación de este tipo de energía en zonas comunes genera la independencia de la energía convencional y a su vez atiende necesidades comunes como el bombeo de agua en la escuela de la vereda, iluminación, comunicación, refrigeración, etc. Ahora bien, a nivel local se han desarrollado investigaciones que atienden a la necesidad científica de esta tesis, por ejemplo, Pasqualino, Cabrera y Vanegas (2014) son los autores del artículo titulado *“Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano”* donde expone los resultados de la evaluación ambiental de proyectos de energía solar fotovoltaica y eólica en la Región Caribe Colombiana, con énfasis en La Guajira. La metodología utilizada contó con cinco fases donde en cada una se iban definiendo los elementos necesarios para la identificación de estos impactos, desde la realización de la línea base en la fase dos, hasta la identificación de los impactos ambientales a través de la matriz CONESA. Los resultados se dividen en tres puntos, factor abiótico donde se exponen los impactos para el suelo, aire, residuos sólidos y agua. Factor biótico donde se describen los impactos generados en ecosistemas, vegetación, fauna. Y un último factor socioeconómico donde los aspectos sociales y la educación, ciencia tecnología e innovación, son evaluados.

Estas investigaciones anteriormente descritas demuestran que la energía solar fotovoltaica es un elemento válido y sostenible para consolidar una transición energética justa donde se tengan en cuenta los aspectos que pueden llegar a afectar a la comunidad. Ahora bien, también argumentan

que, a pesar de ser una tecnología mucho más afable con el entorno, la energía solar tiene implicaciones ambientales claras y definidas que deben ser estudiadas y plenamente identificadas para posteriormente mitigarlas teniendo así una transición energética justa integral. En el caso de La Sierra, a pesar de haber proyectos formulados para la implementación de energía solar, estos no tienen en cuenta el factor principal que la comunidad considera necesario, la transición energética justa, debido a esto, se escogieron investigaciones que tengan este elemento dentro de su narrativa.

2.2 Marco Conceptual

En la actualidad plantear un análisis ambiental preliminar requiere tener claridad de un conjunto de elementos conceptuales que determinan en gran medida las condiciones del planeta, esto lleva a considerar en primera instancia al cambio climático. El cambio climático si bien es un reto a nivel mundial, es definido por la Convención Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC) como *“un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”* (Naciones Unidas, 1992, pág. 6). Por su parte el Panel Intergubernamental de expertos en Cambio Climático (IPCC) define en su reporte más reciente al cambio climático como la *“variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos”* (IPCC, 2014, pág. 129).

Los anteriores conceptos son ampliamente aceptados a nivel nacional e internacional, sin embargo, en la presente investigación se parte de hechos como los descritos en el Atlas del Carbón relacionados con el cambio climático: *“si el calentamiento global excede 1,5 grados Celsius, será imposible manejar las consecuencias del cambio climático”* (Heinrich Böll Stiftung - Cono Sur et al., 2020, pág. 9), y *“para alcanzar el objetivo climático, el 88% de todas las reservas de carbón conocidas deben permanecer bajo tierra”* (ibid.), para entender el cambio climático en un mayor sentido que abogue por su mitigación y adaptación, más allá de la necesidad de *“combatirlo”*¹, es que *“no basta con mitigar los efectos del cambio climático, sino que también resulta necesario adaptarse a él. Y ello implica que debemos modificar nuestros hábitats rurales y urbanos para hacerlos compatibles con las nuevas condiciones climáticas”* (Hidalgo-Capitán et al., 2019, pág. 34). En este sentido la visión que propone Honty (2015, pág. 109) sobre el cambio climático como

¹ **“Combatir** el cambio climático supone frenarlo, y no solo mitigar sus efectos o adaptarse a ellos, como se propone en los ODS, y frenar el cambio climático pasa, inevitablemente, por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, algo sobre lo que no se incide en los ODS” (Hidalgo-Capitán et al., 2019, pág. 24).

resultante *“del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) acumulados en la atmósfera especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XX”*, es más coherente con la línea de pensamiento que direcciona este trabajo investigativo debido a que reconoce que dicho aumento *“está directamente relacionado con el consumo de combustibles fósiles requerido por un estilo de desarrollo altamente dependiente de los hidrocarburos como el carbón, el petróleo y el gas natural”* (Honty, 2015, pág. 109).

En este orden de ideas, el llamado a la sostenibilidad se hace inminente. La sostenibilidad de acuerdo con Garmendia et al. (2005, pág. 33) es entendida como principio ético ambiental y sienta sus bases en aspectos tan generales como *“la aplicación del criterio de equidad entre las generaciones actuales y las futuras de forma que el desarrollo actual no comprometa el desarrollo y la calidad de vida de las generaciones futuras”* (Ibid. pág. 34); de acuerdo a esta definición es coherente pensar que el concepto de sostenibilidad está ligado con el de desarrollo sostenible, el cual según el mismo autor desde los años 90 se relaciona con *“la mejora de la vida humana dentro del mantenimiento de la capacidad de carga de los ecosistemas o a la integración del crecimiento económico y la protección ambiental”* (Ibid. pág. 34 - 35).

Este concepto de desarrollo sostenible engloba tres tipos de sostenibilidad: económica, social y ambiental (Ibid, pág. 35) que hoy en día inspiran los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), pero los ODS *“no cuestionan el actual modelo de desarrollo moderno imperante en los países desarrollados (maldesarrollo) y pretende que este, con una reforma cosmética de supuesta sostenibilidad, sea el modelo de referencia para todos los países del mundo”* (Hidalgo-Capitán et al., 2019, pág. 14), por lo que al pensar en la sostenibilidad en esta investigación se opta por acercarse a conceptos alternos como el del Buen Vivir: *“Forma de vida en armonía con uno mismo, con la sociedad y con la naturaleza”* (Cubillo-Guevara et al., 2016, pág. 7), y con ello a la propuesta de los Objetivos del Buen Vivir (OBV), los cuales surgen suponiendo *“un primer paso para la construcción del buen vivir a escala global”* (Hidalgo-Capitán et al., 2019, pág. 27).

La propuesta de OBV enmarca a tres objetivos generales (Hidalgo-Capitán et al., 2019):

“la sostenibilidad biocéntrica, que reflejaría la armonía con todos los seres de la naturaleza; la equidad social, que plasmaría la armonía con todos los seres humanos, y la satisfacción personal, que manifestaría la armonía con uno mismo o una misma” (pág. 28).

Siendo la sostenibilidad biocéntrica la de mayor relevancia en esta investigación, es posible definirla como aquella que apunta a *“detener la pérdida de biodiversidad de ecosistemas, de biodiversidad de especies y de biodiversidad genética, acomodando al mismo tiempo la huella ecológica humana a la biocapacidad del planeta”* (Ibid).

Como la comunidad con la cual se lleva de la mano este trabajo es afrocaribe, no es posible ceñirse a una única visión alterna como la del Buen Vivir en donde pueblos indígenas latinoamericanos figuran como *“paridores del concepto”* (Cifuentes Tarazona, 2018, pág. 21), ya que hay conexiones entre las cosmogonías indígenas y negras, en tanto ambas se piensan una relación más armónica con la naturaleza, los seres vivos y sus antepasados. Es así como entonces es posible considerar el Ubuntu, que *“representa una visión del mundo y un modo de vida, recogidos de las formas tradicionales de vivir en África, que fue pacífico y armonioso con los seres humanos, el medio ambiente comunal, los animales, la naturaleza y lo sobrenatural”* (Pérez, 2016, pág. 56), y el Vivir Sabroso, *“la filosofía de vida de las comunidades negras que fueron poblando, desde la abolición de la esclavitud a mediados del siglo XIX, la cuenca media del río Atrato y sus afluentes al norte del litoral Pacífico colombiano”* (Moriones, 2019, pág. 284). De acuerdo con Moriones, con la descripción del Vivir Sabroso se logran comprender *“las prácticas que permiten resistir a la guerra al tiempo en que se reafirma la vida”*, demostrando *“la vida fluida y en movimiento de las comunidades negras del Medio Atrato que se resisten a la quietud y al confinamiento”* (Ibid, pág. 287).

En el marco comunitario desde el cual se gestó esta investigación, teniendo muy presente el punto de vista ya definido de la sostenibilidad, sobresale la justicia ambiental como aquella que vela por un *“uso responsable, equitativo y ético de la naturaleza donde cargas y beneficios sean distribuidos con equidad y equiparación, respetando la diversidad cultural y biológica”* (Mesa, 2020, pág. 67), e incluye en su percepción *“las limitaciones que poseen pueblos y comunidades vulnerables, empobrecidas (en particular, pueblos y comunidades étnicas — indígenas, afrodescendientes, raizales, rom, palenqueros, tagangueros, etc.—; comunidades campesinas y comunidades urbanas marginadas)”* (Mesa, 2020, pág. 112). De hecho, en el contexto minero energético del país, precisamente atendiendo a esa necesidad de justicia ambiental se instala el concepto de Transición Energética, para el cual no hay una única interpretación, pero es posible reconocerle de acuerdo con Santamaria et al., (2021, pág. 36) como:

“el proceso en el cual se establecen los diferentes caminos que deberían seguirse para lograr una economía baja en carbono; un proceso de transformación radical en el que no solo se modifican las fuentes de energía, sino todo su sistema”.

Ahora bien, cuando se habla de TEJ se le apunta al hecho de brindar garantías a *“un proceso que considere el diálogo y la consulta a grupos de comunidades, trabajadores, consumidores y ciudadanos que han sido impactados por las economías basadas en combustibles fósiles”* (Ibid pág. 36 - 37).

Como bien es sabido la energía solar fotovoltaica cobra mucha relevancia en el contexto de la Transición Energética Justa como fuente no convencional de energía renovable (FNCER) ya que *“tienen un impacto ambiental reducido y pueden ser implementadas por individuos y comunidades”* (Vargas, 2020, pág. 1), en este tipo de sistemas *“las radiaciones solares se pueden transformar directamente en energía eléctrica utilizando las propiedades de algunos materiales como el silicio, el cual permite que los fotones de la luz solar puedan generar un flujo de electrones libres”* (López, 2016, pág. 227).

Como estudiantes, fuimos formados por una escuela de ingeniería tradicional, donde se toma como ejemplo otras facultades del país con condiciones similares, pero dentro del trasegar de esta investigación, reconocemos a la ingeniería comprometida como base fundamental para argumentar nuestro trabajo, puesto que las facultades de ingeniería convencional no atienden las verdaderas necesidades de quienes no tienen oportunidad de que sus voces sean escuchadas; siendo críticos ante lo aprendido, asumimos la ingeniería comprometida. Este es un concepto innovador pero que ha sido estudiado tiempo atrás, como mencionan Salcedo, Vega, Reina-Rozo, (2021, pág. 108) *“En las últimas décadas han emergido esfuerzos dentro de instituciones académicas por replantear la relación entre la ingeniería y la sociedad, reconsiderando los valores productivistas hasta las prácticas de co-creación”*. Ahora bien, esta práctica de ingeniería es asumida en mayor forma por organizaciones que plantean una crítica y se basan en una perspectiva pluralizadora donde se aboga por una ciencia directamente comprometida con la justicia social y el bienestar colectivo para posicionarse críticamente en relación con la ciencia al servicio de intereses militares e industriales (Alvear; Cruz; Kleba, 2021, pág. 22). Es por esto que Salcedo, Vega, Reina-Rozo, (2020 pág. 108) definen a la Ingeniería Comprometida como *“un concepto plural que busca abarcar diferentes puntos de vista teoría y hechos, entre las cuales se pueden hallar la Ingeniería para la construcción de paz, Ingeniería para la Justicia Social y la Ingeniería Humanitaria”* tomando como referencia el trabajo colectivo desarrollado por las organizaciones (Red de Ingeniería Popular Oswaldo Sevá

(REPOS) en Brasil, la Red Colombiana de Ingeniería y Desarrollo Social (RECIDS) en Colombia y la Red de Ingeniería, Justicia Social y Paz (ESJP) en Norte América). Así mismo, entendemos que existe la necesidad de resignificar la ingeniería a través de investigaciones como esta, que trabajen con y para las comunidades, como reflexiona Reina-Rozo (2020 pág. 144) *“Como un espacio de formación y práctica para la consecución de sueños colectivos y de oportunidades para los grupos sociales más excluidos de las sociedades”*.

2.3 Marco Legal

Se identificaron las normativas que rigen y atienden la pertinencia del proyecto, dentro del marco internacional y nacional buscando que lo planteado vaya en concordancia con la legislatura establecida. Este trabajo se consigna en la Tabla 1:

LEGISLATURA	RESUMEN
Acuerdo de París	Reducir el 20% de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2030, teniendo como punto de partida el inventario de emisiones nacionales de 2010 y aumentar la reducción de sus emisiones de GEI a un 30% si recibe apoyo internacional (Metas para Colombia)
Resolución 90708 del 2013	Por la cual se expide el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE
Resolución 1670 del 2017	En este documento se presentan los términos de referencia específicos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA para proyectos de uso de energía solar fotovoltaica, que requiere de licencia ambiental de acuerdo con el artículo 2.2.2.3.2.2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue. Estos términos deben ser adaptados a las particularidades del proyecto, así como a las

	características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar.
Ley 1715 de 2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional
Resolución 030 de 2018	Por la cual se regulan las actividades de regulación a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional-SIN
Decreto 1745 de 1995	Por el cual se reglamenta el Capítulo III de la Ley 70 de 1993, se adopta el procedimiento para el reconocimiento del derecho a la propiedad colectiva de las "Tierras de las Comunidades Negras" y se dictan otras disposiciones

Tabla 1: Marco Legal

Fuente: Elaboración propia

3. Capítulo III: Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Estudio

La presente investigación sienta sus bases metodológicas de acuerdo a la clasificación realizada por Hernández et al, (2010, págs. 571 - 572), en un diseño mixto específico de triangulación concurrente, en donde a través de la integración de datos cualitativos y cuantitativos se busca contar con un amplio entendimiento de los resultados obtenidos y debidamente analizados, gracias a las bondades de ambos enfoques y a la virtud de simultáneamente poder recolectar y analizar “*datos cuantitativos y cualitativos sobre el problema de investigación aproximadamente en el mismo tiempo*” (Ibid, pág. 570).

Se escogió este tipo de estudio debido a que fortalece las bases argumentales de la investigación dado que se realizó una revisión bibliográfica y se concertó que, en ingeniería, las investigaciones que atienden variables relacionadas con energía solar fotovoltaica y comunidades buscaban integrar de la mejor manera los datos cualitativos con los cuantitativos; siendo un caso muy similar al de esta investigación donde se contó con ambas variables en el desarrollo de esta. Además, con la integración de los datos cuantitativos y cualitativos se amplifican propósitos teóricos que brindan ciertas características al estudio, tales como la *complementación*, pues es posible obtener una visión más comprensiva sobre el planteamiento; *visión holística*, al aportar un abordaje más completo e integral de la problemática en cuestión; *compensación*, al incluso poder contrarrestar debilidades y potencialidades, para finalmente lograr robustecer las fortalezas de los datos cualitativos y cuantitativos; y *desarrollo*, al definitivamente permitir que gracias a esta fusión de datos cualitativos y cuantitativos sea más llevadera la comprensión entre uno y otro (Ibid, pág. 551 - 552).

3.2 Método de Investigación

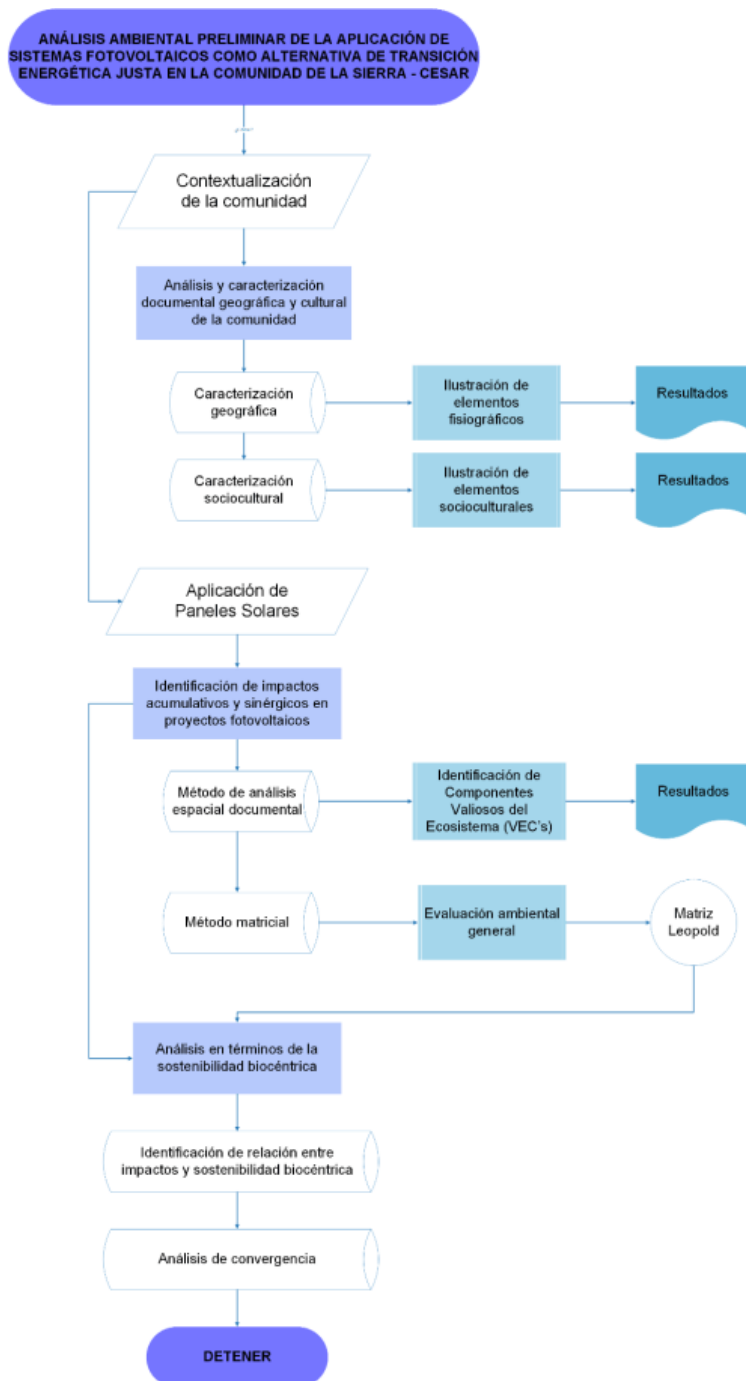


Ilustración 1: Metodología de la investigación desarrollada.

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de flujo de la Ilustración 1 recoge y explica toda la metodología propuesta para esta investigación en tres fases generales:

- La primera en donde se inició con procesos de contextualización a la comunidad, aquí debido a las circunstancias pandémicas condicionantes del contexto se realizaron encuentros virtuales con la comunidad buscando afianzar la apropiación frente al proceso de investigación; en esta fase una vez ya las personas de la comunidad de La Sierra conocían el contexto y fin del estudio, se realizó una primera salida de campo para realizar el análisis y caracterización documental geográfica y cultural. Para esto se identificaron elementos fisiográficos y socioculturales que comprenden el área de estudio.
- En una segunda fase se analizó junto con la comunidad la aplicación de la energía solar fotovoltaica a través de la identificación de impactos acumulativos y sinérgicos en proyectos fotovoltaicos. Para complementar esta fase a partir de los datos recolectados en la primera salida de campo se realizó el análisis espacial documental donde se identificaron los Componentes Valiosos del Ecosistema (VEC's). Luego, en la segunda salida de campo de la mano de la comunidad se realizó la evaluación ambiental general a través de la matriz Leopold.
- Por último, en la tercera fase a partir de los resultados de los procesos anteriores se hizo un análisis en términos de la sostenibilidad biocéntrica. En este punto se llevó a cabo la identificación de la relación entre los impactos registrados desde la evaluación ambiental general con la sostenibilidad biocéntrica, es así como resultó pertinente agregar un componente crítico al desarrollo convencional para finalizar con el análisis de convergencia de la investigación.

3.3 Técnicas e Instrumentos

En cuanto al muestreo, la investigación es no probabilística de tipo propositiva debido a los diversos fines que guían el sustento teórico enmarcado en el cumplimiento de los objetivos propuestos; en ese sentido la recolección de datos corresponderá en gran medida a la estandarización descrita primordialmente por la propuesta de Betancur (2017), el trabajo en campo, distintas bases de datos, y aplicaciones móviles.

El primer instrumento del que se hizo uso fue de la ficha de recolección de información en campo (Anexo A). Esta ficha fue dividida en tres componentes principales:

- Delimitación del área: Se destinó este espacio para registrar los datos correspondientes al levantamiento de coordenadas. Para ello se ubicaron 4 puntos abarcando todo el terreno y simulando un rectángulo, más un punto central.

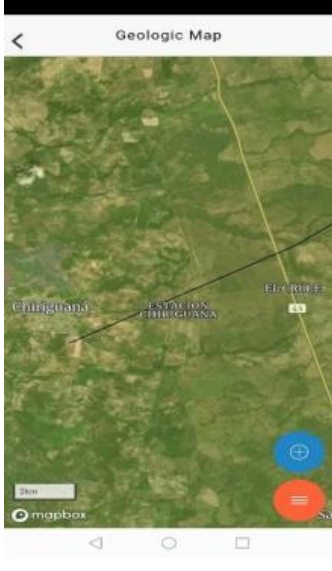
La toma de coordenadas se realizó mediante dos herramientas, un GPS marca GARMIN modelo etrex 10, y la aplicación móvil GPS TEST desarrollada por Chartcross. Esta última sienta sus datos basándose en las posiciones de los satélites del GNSS en relación con el dispositivo desde el cual se está tomando la información; de esta manera dentro de sus herramientas además de brindar coordenadas en diferentes formatos es posible acceder a gráficos de barras de la relación señal/ruido de las transmisiones de los satélites a la vista, mapas de brújula, e información relativa a la velocidad y la altura del dispositivo en relación con el nivel del mar nivel (Wood et al., 2017, pág. 165).

Interfaz de la aplicación móvil GPS Test	
 Ilustración 2: Coordenas en formato Lat/Lon	 Ilustración 3: Coordenadas en formato UTM
Fuente: Aplicación GPS Test instalada en dispositivo Android.	

- Identificación de componentes ambientales presentes: Este componente a su vez fue dividido en dos secciones. Medio abiótico, permitiendo registrar datos geológicos, geomorfológicos e hídricos; y medio biótico, permitiendo registrar un inventario de flora y fauna presente en el terreno.

Para el registro de los datos geológicos se implementó la aplicación móvil ROCKD, la cual está diseñada con fines educativos e investigativos, y brinda acceso al mapa geológico mundial soportando sus datos en el UW MACROSTRAT LAB (Department of Geoscience from the

University of Wisconsin-Madison y National Science Foundation, 2016), “una plataforma para la agregación y distribución de datos geológicos relevantes para la distribución espacial y temporal de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, así como de datos extraídos de ellas” (Department of Geoscience - University of Wisconsin-Madison, 2021). Estudios como el desarrollado por Peters et al., (2021) muestran como los mapas geológicos de la base de datos MACROSTRAT son agrupados en cuatro escalas que fusionan las fuentes en representaciones bidimensionales, permitiendo en este sentido acceder a datos como la edad cronoestratigráfica, era evolutiva y descripciones de litología (Peters et al., 2021, pág. 1).

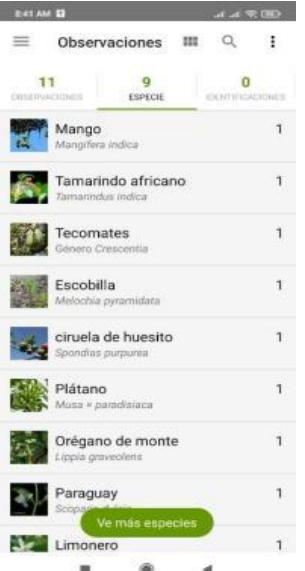
Interfaz de la aplicación móvil ROCKD		
 Ilustración 4: Ubicación de La Sierra en mapa geológico (I)	 Ilustración 5: Ubicación de La Sierra en mapa geológico (II)	 Ilustración 6: Ubicación de La Sierra en mapa geológico (III)
Fuente: Aplicación ROCKD instalada en dispositivo Android.		

En cuanto a los datos geomorfológicos, se tomaron cinco muestras aleatorias de rocas presentes en el terreno, con el fin de clasificarlas entre sedimentarias, ígneas o metamórficas; para esto se hizo necesario utilizar la aplicación ROCKCHECK, una aplicación educativa basada en la experimentación y la observación que permite a los usuarios determinar nombres de rocas de acuerdo a su apariencia, siguiendo las instrucciones de la aplicación respondiendo sí o no según corresponda (Rožič et al., 2020).

Interfaz de la aplicación móvil ROCKCHECK	
	
Ilustración 7: Proceso de identificación de roca (I)	Ilustración 8: Proceso de identificación de roca (II)
	
Ilustración 9: Proceso de identificación de roca (III)	Ilustración 10: Proceso de identificación de roca (IV)
Fuente: Aplicación RCOKCHECK instalada en dispositivo Android.	

Para los inventarios de flora y fauna requeridos en la sección de medio biótico, se utilizó la aplicación iNaturalist, una aplicación que surge como una iniciativa conjunta de la Academia de Ciencias de California y la National Geographic Society; esta ayuda a identificar plantas y animales que se

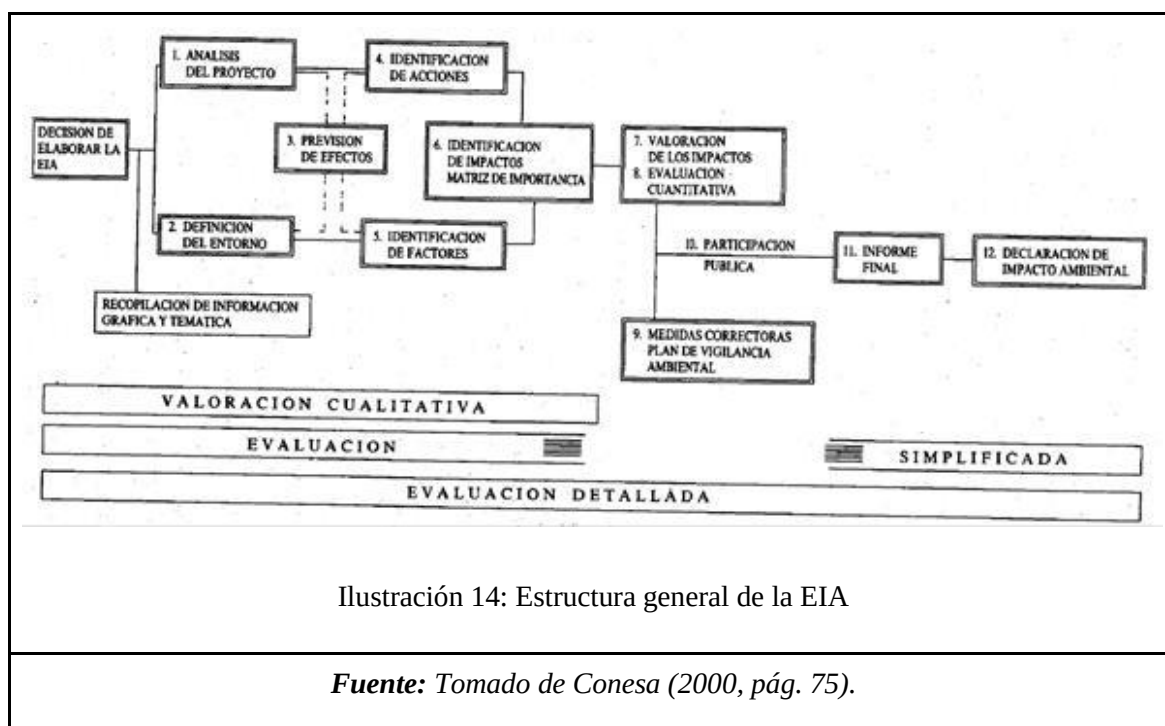
encuentren alrededor del usuario (Seltzer, 2021). “Con iNaturalist, los participantes toman fotos de organismos naturales (como insectos, plantas y otros) y suben las imágenes a iNaturalist, donde una comunidad global de naturalistas ayuda a identificar el organismo” (Nugent, 2008, pág. 12).

Interfaz de la aplicación móvil iNaturalist		
 Ilustración 11: Registro de observaciones (I)	 Ilustración 12: Registro de observaciones (II)	 Ilustración 13: Registro de observaciones (III)
Fuente: Aplicación iNaturalist instalada en dispositivo Android.		

- **Identificación de componentes antrópicos presentes:** Para este apartado se optó por dividirlo en dos secciones, una denominada actores y actoras sociales, y otra denominada actividades. Con esta sección se hace alusión a un componente más comunitario donde partiendo de las dos denominaciones mencionadas lo que se buscaba era ir identificando percepciones de la misma comunidad frente a una posible implementación de energía solar fotovoltaica, junto con las tensiones que se podrían relacionar a esta implementación. El objetivo en este punto fue un poco el de “problematizar” la aplicación de sistemas fotovoltaicos para así encontrar puntos críticos a analizar.

El segundo instrumento del que se hizo uso fue la matriz Leopold como método matricial de Evaluación Ambiental General elegido por los autores para apoyar el análisis ambiental preliminar. Si bien la estructura de una Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) a nivel detallado comprende

varias fases (Ilustración 14), en esta oportunidad al ser esta una identificación inicial de probables impactos, la matriz desarrollada rescata componentes importantes basados en las 100 acciones y los 88 elementos ambientales que originariamente se sugieren en la construcción de la matriz, logrando así adaptarse a las realidades territoriales del área de estudio. Al tratarse de una primera aproximación se apunta a la previsión de los “*efectos que pueden resultar más sintomáticos debido a su importancia para el entorno*” (Conesa, 2000, pág. 79). Es importante mencionar que de acuerdo con el estudio realizado por Toro et al. (2013), la matriz de Leopold se encuentra dentro de los métodos que “*desde la perspectiva conceptual y técnica pueden identificarse como cualitativos sin diferencias significativas con el propuesto por Conesa*” (Ibid pág. 51).



Con el análisis y la caracterización documental realizada previamente se fortaleció la visión del proyecto desde su “*interacción recíproca con el medio*” (Conesa, 2000, pág. 76), es así como entonces resultó interesante que, desde la Matriz Leopold, al ser de causa-efecto, se contara con la posibilidad de pensar en la “*exposición de áreas afectadas tanto negativa como positivamente*” (Ibid). Así mismo, fue fundamental que dentro de la identificación de acciones que podían causar impactos el establecimiento de las interacciones se contemplara durante la fase de construcción y operación, para identificar correctamente los impactos se hizo necesario “*comprender bien el proyecto, sus diversos componentes, las obras y demás actividades necesarias para su implementación y las operaciones que se realizarían durante su funcionamiento*” (Sánchez, 2010,

pág. 159). En este caso de acuerdo con la sostenibilidad en el tiempo prevista por parte de la comunidad no se consideró la relación correspondiente a la fase de abandono o derribo, de este modo en total se realizaron solo dos matrices.

Para la construcción de las matrices, procurando tener garantía del establecimiento de la relación Proyecto-Entorno se definió la característica doble entrada de este tipo de matrices dejando en las filas los elementos ambientales y en las columnas las acciones con posibles efectos. Para su diligenciamiento *“si se supone que hay una interacción, se señala con una línea diagonal, indicando en la parte superior la magnitud (M) de la alteración del factor ambiental con un signo «más» (+) o «menos» (-) según sea el impacto beneficioso o adverso, y en la parte inferior la importancia (I) de la alteración”* (Garmendia et al., 2005, pág. 219). En cuanto a la valoración numérica de la importancia, se redujo la escala propuesta por Leopold de 1 a 10, a una de 1 a 5 basándose en experiencias previas como la desarrollada por Tovar (2014) debido a la similitud teórica identificada por los autores.

Teniendo lo anterior presente, es clave mencionar que la comunidad también tuvo un rol protagónico en este punto para la definición de los valores de la magnitud y la importancia por cada interacción, es por eso por lo que se realizó en campo varias jornadas relacionadas con esta fase metodológica específicamente. En un primer ejercicio se realizó una socialización de la metodología con la comunidad donde se les explicó la forma en la que se debían diligenciar las dos matrices, sabiendo que principalmente ellos son quienes conocen el terreno y su entorno. Un segundo ejercicio implicó el desplazamiento hasta el terreno en compañía de una de las Mujeres Guerreras de La Sierra para junto a ella realizar un primer borrador del diligenciamiento de las matrices, para esta ocasión hubiese resultado factible contar con la presencia de más miembros de la comunidad, pero debido a sus compromisos y quehaceres fue necesario programar otra jornada de diálogo de reflexión donde si estuvieran todos presentes.

En este diálogo reflexivo se iban determinando las interacciones y para la asignación de magnitud e importancia se le preguntaba primero a la comunidad cual era la valoración de acuerdo a sus consideraciones y luego era socializada la valoración previamente realizada en el terreno junto a una de las Mujeres Guerreras, para establecer de esta manera un consenso entre todos los presentes de ambas apreciaciones en caso de que fueran distintas, y llevar a cabo el registro final en la matriz (Ver anexo C).

4. Capítulo IV: Resultados y Discusión

4.1 Dimensionamiento del sistema propuesto

Para la determinación del nivel de impacto asociado a la posible implementación, es necesario conocer algunas dimensiones del sistema fotovoltaico que podría ser instalado. En este caso se realizó el diseño de un sistema fotovoltaico para una vivienda de La Sierra, Cesar, con le objetivo de identificar la posible dimensión del sistema final.

Tras hacer uso de la herramienta web de información geográfica orientada a la generación de datos solares Global Solar Atlas, con las coordenadas del corregimiento de La Sierra, se obtiene dentro de los datos que anualmente en este territorio hay una irradiación normal directa de 1572 kWh/m², así mismo una irradiación horizontal global de 2066 kWh/m², una irradiación horizontal difusa de 919 kWh/m², una irradiación inclinada global en ángulo óptimo de 2104 kWh/m², y un promedio de temperatura del aire de 29.7°C.

Con respecto a las condiciones de instalación se tiene:

- Orientación de instalación: Sur.
- Grados de inclinación ideal: 12°.

Horizon and sunpath

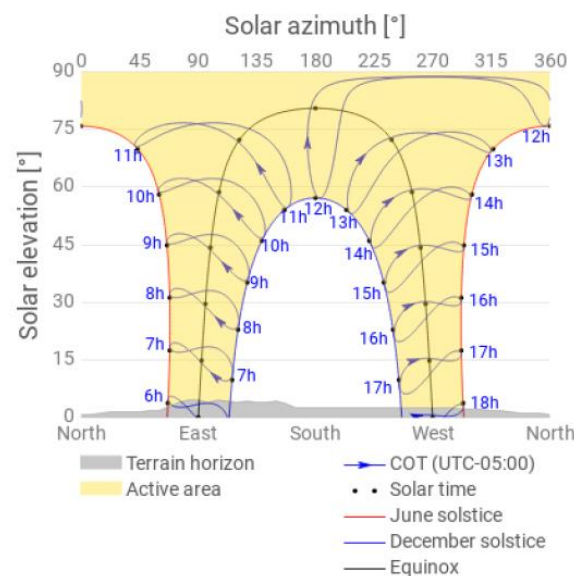


Ilustración 15: Gráfica de horizonte y movimiento del sol

En el reporte generado por el Global Solar Atlas se obtuvo la gráfica mostrada en la Fig. 2, esta corresponde al horizonte y movimiento del sol en el período de un año. También se hizo uso del *Sun*

chart program, disponible desde el laboratorio de monitoreo de radiación solar de la Universidad de Oregón [2], obteniéndose el siguiente resultado:

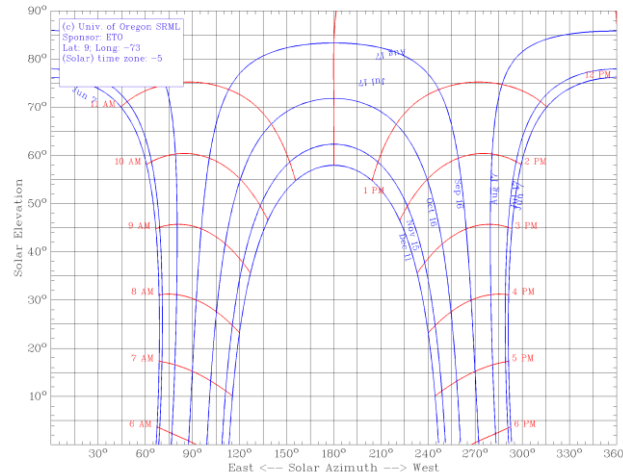


Ilustración 16: Segunda gráfica de horizonte y movimiento del sol

La gráfica muestra los datos teniendo en cuenta el promedio de radiación solar para los meses de junio a diciembre y se puede evidenciar, al igual que en la gráfica generada por el Global Solar Atlas, que tan inclinado estará el sol en el corregimiento de La Sierra. Es de destacar que el sol en esta locación, independientemente del mes del año, siempre se mueve con respecto al sur, razón por la cual la ubicación de los paneles solares es sugerida hacia el sur (180°).

4.1.1 Requerimiento energético

Después de realizar consultas con los miembros de la comunidad de La Sierra que habitan en el hogar ubicado en las coordenadas implementadas, se determinó el aforo de cargas y se obtuvo el cuadro de requerimiento energético mostrado a continuación:

AFORO DE CARGA PROYECTO CORREGIMIENTO DE LA SIERRA CHIRIGUANA, CESAR							
Ítem	Descripción	Tipo de carga	Cantidad	Potencia (W)	Horas de uso (diarias)	Potencia Total	Energía
1	Abanico	Inductiva	6	100	12	600	7200
2	Nevera	Inductiva	2	126,9	12	253,8	3045,6
3	Horno	Resistiva	1	950	1	950	950

4	Televisor	No lineal	1	150	0	150	0
5	PC portátil	No lineal	1	70	3	70	210
6	Cargador de teléfono	No lineal	3	15	3	45	135
7	Modem WIFI	No lineal	1	25	24	25	600
8	PC de mesa	No lineal	1	400	0,5	400	200
9	Plancha	Resistiva	2	1000	0	2000	0
10	Lavadora	Inductiva	2	375	4	750	3000
11	Sandwichera	Resistiva	1	800	1	800	800
12	Bombillo incandescente	Resistiva	4	100	3	400	1200
13	Bombillo ahorrador	Resistiva	2	20	3	40	120
TOTAL						7226,37	20079,69

Tabla 2: Aforo de cargas

4.1.2 Generador solar

A) Pérdidas por temperatura:

Potencia máxima	370	w
Temperatura Ambiente	38	°C
G	1000	w/m ²
Temperatura operación nominal de la celda	45	°C
Temperatura de la celda	69,25	°C

Tabla 3: Pérdidas por temperatura

B) Variación de potencia:

Coeficiente de Temperatura máxima	-0,36	%/°C
	-1,33	%/°C
Corrección de potencia		
Potencia corregida	311,06	w
Perdida de potencia	58,9	w
Eficiencia del módulo solar		
G	1000	w/m ²
área	1,984	m ²
Pmax	370	w
Eficiencia del módulo solar	0,1864919	
	18,649194	%

Tabla 4: Variación de potencia

C) Cantidad de módulos:

Energía requerida	7000	Wh
Perdidas del sistema	0,8	
Energía + pérdidas	8750	Wh
	8,75	KWh
HSP	5	Horas
Potencia corregida	311,06	W
Energía del modulo	1555,3	Wh
	1,6	Kwh

Cantidad de módulos solares	5625,942345	módulos
	6	módulos
Potencia nominal	2220	W
	2,22	KWh
Cantidad de módulos de todo el sistema	18	módulos
Potencia nominal a instalar de todo el sistema	6660	W

Tabla 5: Cantidad de módulos

Energía promedio día	7000	wh
eficiencia del sistema	0,8	perdidas
Energía del arreglo solar fotovoltaico	8750	wh
Potencia pico del sistema	1750	Wp
Primer posible voltaje de operación	12	v
Segundo posible voltaje de operación	24	v
Tercer posible voltaje de operación	48	v
Primer posible Corriente en DC	145,83	A
Segunda posible corriente en DC	72,92	A
Tercer posible corriente en DC	36,46	A

Tabla 6: Corrientes posibles

D) Número de módulos en paralelo:

Corriente del modulo	9,35	A
Primer número de módulos	16	Módulos en paralelos (Potencia de 370w)

Segundo número de módulos	8	módulos en paralelos (Potencia de 370w)
Tercer número de módulos	4	módulos en paralelos (Potencia de 370w)

Tabla 7: Número de módulos en paralelo

E) Número de módulos en serie:

Voltaje del modulo	39,6	V
Aproximación		
Primer número de módulos	0,3	1
Segundo número de módulos	1	1
Tercer número de módulos	1,2	2
Números de módulos totales	16	módulos
Números de módulos totales	8	módulos
Números de módulos totales	8	módulos
Potencia total del generador a 12V	5,77	Kw
Potencia total del generador a 24 V	2,89	Kw
Potencia total del generador a 48 V	2,89	Kw
Potencia total del generador 1 redondeada	6	Kw
Potencia total del generador 2 redondeada	3	Kw
Potencia total del generador 3 redondeada	3	Kw

Tabla 8: Número de módulos en serie

De acuerdo con los datos obtenidos el voltaje de operación elegido es de 24 Vdc, por lo tanto:

Cantidad de módulos	23,4	24	Módulos
Potencia a instalar	8,66	9	Kw

Tabla 9: Cantidad de módulos

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3U	355P	360P	365P	370P	375P
Nominal Max. Power (Pmax)	264 W	268 W	272 W	276 W	279 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	36.7 V	36.9 V	37.0 V	37.2 V	37.4 V
Opt. Operating Current (Imp)	7.21 A	7.27 A	7.34 A	7.40 A	7.46 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.0 V	44.1 V	44.3 V	44.5 V	44.7 V
Short Circuit Current (Isc)	7.74 A	7.80 A	7.87 A	7.93 A	7.99 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

Ilustración 18: Datos eléctricos del sistema

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2000 X 992 X 35 mm (78.7 X 39.1 X 1.38 in)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 400 mm (15.7 in) (+) / 280 mm (11.0 in) (-); landscape: 1250 mm (49.2 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	660 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

Ilustración 17: Datos mecánicos del sistema

Los módulos solares sugeridos a implementar son los de 370 Watts, los cuales al país son importados mediante la empresa solartex.

4.1.3 Banco de baterías

A) Determinación del promedio diario de (Wh):

AC Average daily (Wh)	Inverter Efficiency	DC average daily (Wh)		Average daily (Wh)
21000	0,95	0	=	19950

Tabla 10: Determinación del promedio diario de (Wh)

B) Capacidad del banco de baterías:

Average daily (Wh)	Days of autonomy	Battery temp Multipler	Discharge limit	Battery bank capacity (Wh)
19950	1	1	0,5	39900

Battery bank capacity (Wh)	System voltage	Battery Bank capacity (Ah)
79800	24	1662,5

Sistema de operación	24	V
Capacidad del banco de batería	1662,5	Ah

Tabla 11: Capacidad del banco de baterías

De acuerdo con los datos obtenidos, con el fin de llegar a los 24V de operación y los 1700 Ah, se sugiere utilizar 2 paralelos con 12 baterías en serie. Una referencia sugerida es la Deep Cycle AGM Battery DC1150-2:

Algunas de sus características son:

Peso	124.8 lbs
Dimensiones	11.61 × 7.05 × 16.18 in
Peso (kg)	56.6 kg
Dimensiones (mm)	295 x 179 x 411 mm
Tamaño del grupo	L16
Voltaje	2-Volt
Tipo de terminal	M10
CCA	4500
CA o MCA	5400
Capacidad @ 5hr Rate	945 AH
Capacidad @ 20hr Rate	1150 AH
Capacidad @ 100hr Rate	1275 AH
Reserva Capacidad @ 25 Amps	2235 minutes
Reserva Capacidad @ 75 Amps	658 minutes

Tabla 12: Características del banco de baterías

4.1.4 Regulador de carga

A) Determinación del vatiaje total de los paneles:

Vatiaje del panel solar	Número de paralelos	vatiaje total de los arreglos (w)
370	2	740

Tabla 13: Determinación del vatiaje total de los paneles

B) Corriente de salida del regulador de carga:

Vatíaje total del arreglo	Voltaje nominal del banco de baterías	Corriente de salida (A)
740	24	30,83333333
8880	24	370

Tabla 14: Corriente de salida del regulador de carga

Una referencia que valdría la pena tener en cuenta sería el regulador FLEXmax 80™, el cual de acuerdo con su distribuidora:

- Aumenta la salida de la matriz fotovoltaica hasta un 30%.
- Ofrece un seguimiento continuo del punto de máxima potencia.
- Cuenta con salida de energía completa en temperatura ambiente hasta a 104°F (40°C).
- Voltaje de la batería de 12 a 60VDC.
- Salida de control auxiliar programable.
- En 128 días de registro de datos.

4.1.5 Inversor

Estos equipos son los encargados de transformar la energía fotovoltaica producida por los paneles solares almacenadas en las baterías, las cuales proporcionan la energía en forma de corriente continua, esta pasa por los inversores dando así la corriente alterna, esta corriente es la que podemos utilizar en los diferentes ambientes y usos diarios a niveles normales de operación.

Dado que el sistema es de 24V y la potencia pico es de 20KW, se considera la implementación del Inversor Grid Tie BluePlanet 20KW TL3.

4.1.6 Cableado

Las especificaciones para el cableado solar de acuerdo con el portal web “*Calculator.net*” son las siguientes:

Voltage Drop Calculator

Result

Voltage drop: **10.16**
Voltage drop percentage: **42.33%**
Voltage at the end: **13.84**

Please note that the result is an estimation based on normal conditions. The actual voltage drop can vary depending on the condition of the wire, the conduit being used, the temperature, the connector, the frequency etc. But, in most cases, it will be very close.

Wire Material: Copper
Wire Size: 10 AWG (10.4 kcmil)
Voltage: 24
Phase: DC
Number of conductors: single set of conductors
Distance*: 50 meters
Load current: 31 Amps

Calculate **Clear**

* Please use one-way distance to the load. Not round trip distance.

Ilustración 19: Datos en Calculator.net

Y para el cableado de potencia se tienen los siguientes datos:

Cálculo para Baja Tensión

Diagrama de flujo: 01 Datos eléctricos → 02 Tipo de cable → 03 Instalación → 04 Cálculo de sección por calentamiento → 05 Selección de cableado por normativa

Cálculo de sección por calentamiento

La sección recomendada es de: **4 mm²**
Haga clic en "Contactar" para que podamos atender su consulta.

Contactar con nosotros

Cálculo de caída de tensión

Volver

Datos eléctricos

Tipo de conductores: Aluminio (AL)
Tipo de sistema: Monofásico
Tensión del sistema: 24 V
Ubicación: Argentina, X1-A

Tipo de cable

Aislamiento: PVC
Construcción: Doble
M² de cables por fase: 1
Intensidad por cable: 20 A

Instalación

Tipo de instalación: Instalación aérea
Sección mínima del cable: 10 mm²
Temperatura ambiente: 40 °C
Cable empotrado en: No
Tipo de terreno: No se instala
Tipo de cable: No se instala
M² de conductores adicionales: 0
Factor de corrección: 1.05-1.0

Ilustración 20: Potencia del cableado

Por lo tanto, se sugieren cables de batería SGT 50 V 75°.



Ilustración 21: Cables sugeridos

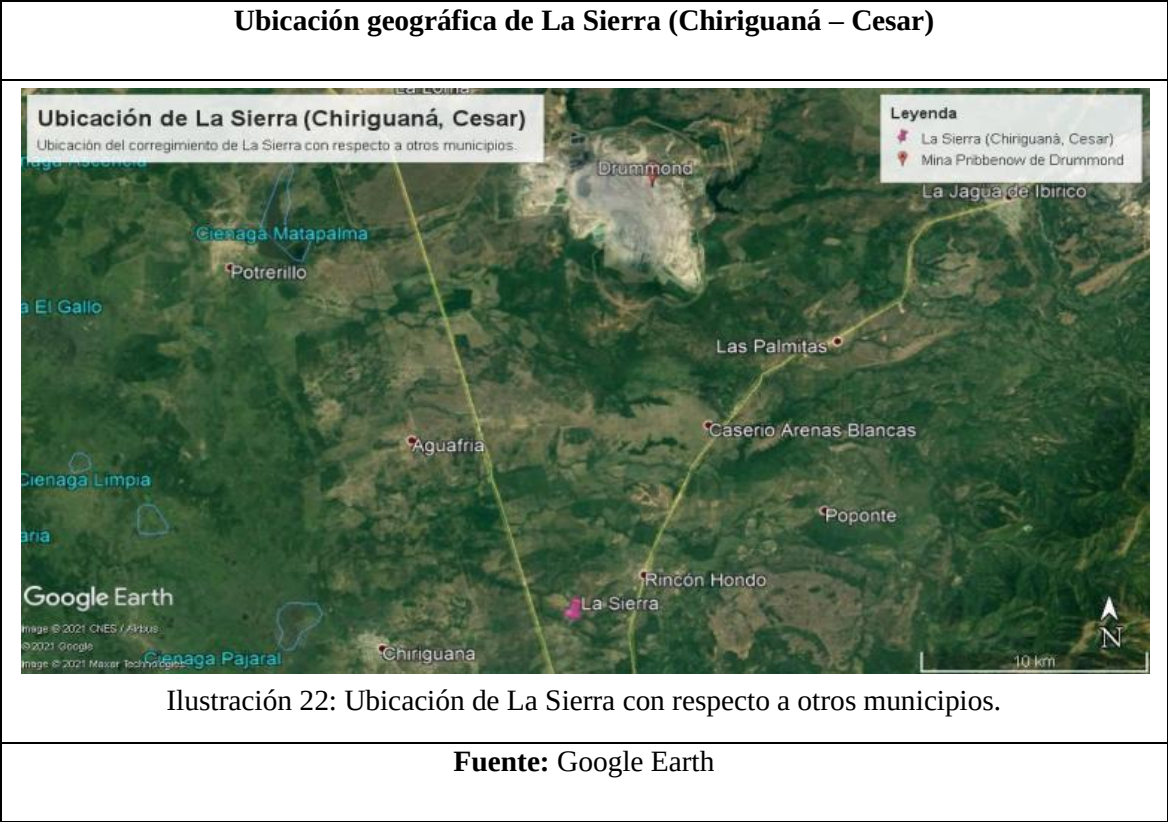
4.2 Caracterización Documental y Geográfica

Al concebir la aplicación de sistemas fotovoltaicos en el corregimiento de La Sierra (Chiriguaná – Cesar) resultó clave, como un ejercicio previo, llevar a cabo la indagación y con ella la exploración del área determinada de estudio al mayor detalle posible. Esto implicó ampliar las percepciones frente “al todo” que constituye a un territorio, acogiendo y dándole significado al sentir social allí presente, descrito por la misma comunidad, además de las condiciones geográficas que le representan.

Con la caracterización geográfica se pudieron identificar algunos elementos fisiográficos que podrían recibir impactos por la aplicación de sistemas fotovoltaicos en el área influencia, y con ello entraron en rigor herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitieron la visualización del terreno proyectado. Adicionalmente, con la caracterización sociocultural se logró reconocer de la mano de la comunidad todos aquellos aspectos importantes dentro del tejido social que se ha venido construyendo en el corregimiento y que de una u otra forma influyen en sus dinámicas de vida actuales.

4.2.1 Caracterización geográfica

La Sierra es un corregimiento del municipio de Chiriguaná en el departamento del Cesar, que se encuentra en el corredor minero a 9km de la cabecera municipal y aproximadamente a 15 km de la mina Pribbenow de la multinacional Drummond. De acuerdo con el Plan de Desarrollo municipal 2020 – 2030, el municipio de Chiriguaná cuenta con un territorio de 1131,6 Km², lo que equivale al 4.94% del total del departamento del Cesar. Geográficamente este municipio se ubica al centro del Cesar limitando “*al norte con municipio de La Jagua de Ibirico y el Municipio de El Paso; al sur el Municipio de Curumaní, al Este con la hermana República Bolivariana de Venezuela y al Oeste con los Municipios de Astrea y Chimichagua*” (Caamaño, 2020, pág. 26).



En cuanto a la zona de estudio en un principio se conversó con la comunidad y se definió que el lugar donde se haría el análisis ambiental preliminar sería la casa de una de las integrantes del colectivo Mujeres Guerreras de La Sierra; sin embargo, estando en territorio, profundizando en ejercicios de diálogos con la misma comunidad, se acordó cambiar el lugar previamente determinado debido a que recientemente habían adquirido un lote con el fin de destinarlo a un espacio común que permitiera generar actividad productiva y así mismo sirviera como punto de encuentro para el desarrollo de sus dinámicas. En ese orden de ideas tras realizar el levantamiento de coordenadas del lugar se realizó la georreferenciación del área de estudio.

Las coordenadas del lugar se relacionan en la tabla a continuación:

Punto No.	Coordenada UTM	Coordenada geográfica
1	0661755 - 1035987	9°22'136.444 N - 73°31'37.157 W
2	0661770 - 1035984	9°22'08.369 N - 73°31'37.002 W
3	0661769 – 1035963	9°22'07.654 N - 73°31'36.661 W
4	0661748 – 1035970	9°22'07.834 N - 73°31'37.302 W
Central	0661731 - 1035976	9°22'08.175 N - 73°31'37.184 W

Tabla 15: Coordenadas del área de estudio.

Georreferenciación del área de estudio



Ilustración 23: Ubicación del área de trabajo

Fuente: Google Earth

Área de estudio	
 Ilustración 24: Primera visita al lote adquirido por la comunidad.	 Ilustración 25: Segunda visita al lote adquirido por la comunidad
Fuente: Autores	Fuente: Autores

4.2.2 Caracterización sociocultural

La comunidad que habita en el corregimiento de La Sierra pertenece al Consejo Comunitario de Comunidades Negras de La Sierra, El Cruce y la Estación (CONESICE), el cual se encuentra inscrito en la base de datos a noviembre de 2019 de la Dirección de Comunidades Negras, Afrocolombianas Raizales y Palenqueras del Ministerio de Interior. Según los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) el departamento del Cesar cuenta con 1'098.577 personas, de las cuales 27.006 corresponden al municipio de Chiriguaná; puntualmente del corregimiento de La Sierra el DANE no brinda información, pero de acuerdo con la información proporcionada por la comunidad en la primera salida de campo, el corregimiento cuenta con una población de alrededor de mil personas – de acuerdo con los mismos habitantes

La Sierra

“Bienvenidos a la única y verdadera sucursal del cielo” fueron las primeras palabras de Narlis Guzmán en uno de sus primeros encuentros con los autores, Narlis es una lideresa afro campesina perteneciente a Las Mujeres Guerreras de La Sierra. Esta cálida bienvenida desentraña una realidad que ha acompañado a los habitantes de La Sierra durante su historia, una realidad fundamentada en

resistencia, soberanía y territorio. La Sierra está habitada por una comunidad afro-campesina reconocida por el ministerio del interior. En medio de esto, se organiza el “CONESICE” como el Consejo Comunitario de La Sierra, El Cruce y La Estación, un consejo comunitario que recoge a la población afrodescendiente de tres veredas y un corregimiento del municipio de Chiriguaná y que corresponden respectivamente con el nombre. *“El Consejo se constituye por una historia de libertad, por una memoria de resistencia que se refleja en la lucha por la permanencia de una sabana libre: Libre de cercamientos, libre de alambrados y libre de propiedad privada.”* (Gómez, 2020, pág. 55).

Las prácticas agrícolas de la comunidad se han desarrollado en medio del avance minero y vial, lo que ha fortalecido el tejido social a través de ejercicios reflejados en su soberanía alimentaria, económica y salud; desde la soberanía alimentaria a través de huertas, cultivos, cría de animales, etc. Desde la soberanía económica, con la puesta en marcha de modelos de economía solidaria tales como las cajas de ahorros de las Mujeres Guerrerías. Y desde la soberanía en salud, a través del cultivo y uso de plantas medicinales retomando enseñanzas ancestrales. Asimismo, el corregimiento ha vivido un abandono estatal que aprovechan las multinacionales para cooptar a la población, según el Plan de Desarrollo Territorial (PDT) de Chiriguaná (2020-2023) sólo el 9,39% de los hogares de La Sierra cuentan con acueducto, pero cabe resaltar que, según el mismo documento, *“el agua es de gran calidad, pero no es apta para el consumo humano porque la planta de tratamiento no está en funcionamiento”*. En el componente de saneamiento básico es donde más se evidencia este abandono del estado, donde solo el 7,3% de los hogares de la sierra cuentan con alcantarillado según el PDT, donde se explicita que La Sierra *“presenta el problema en la prestación del servicio de alcantarillado, derivado de que algunas redes el sistema no están funcionando”*. Dentro de este contexto de abandono y falta de oportunidades es donde se forma el mito de la minería y el trabajo, donde dentro del imaginario colectivo, la minería aporta ingresos directos a las comunidades a través de la contratación, pero como comentan Corral et. al (2021 pág. 57) *“la realidad de la región muestra que estas condiciones favorables solo cobijan a una porción mínima de la población local y del total de los empleados del sector.”* Esto poniéndolo en contraste con la información presentada por el PDT donde se menciona que *“el trabajo informal en este municipio es del 87,4% constituyendo un problema para alcanzar mayores logros en desarrollo social y económico”* genera un escenario donde la población Serrana debe llevar el pan a sus hogares y no se encuentran con oportunidades.



Ilustración 26: Recorriendo los caminos de la Sierra con la comunidad

Fuente: Autores

Las Mujeres Guerreras de La Sierra

A pesar de que se tuvo la oportunidad de conocer a diferentes personas de la población serrana, para esta investigación el grupo focal con el que se trabajó fue el colectivo Mujeres Guerreras de La Sierra, puesto que son un grupo amplio de 23 personas que conocen la realidad del territorio en todas sus aristas. Las Mujeres Guerreras de La Sierra son un colectivo de mujeres Serranas que nació en el año 2010 con el ánimo de promover la igualdad de género, la economía solidaria, la soberanía alimentaria y proteger sus territorios ancestrales ante los estragos ocasionados por la minería de carbón a gran escala y la violencia paramilitar. Hoy en día, son quienes más se piensan un escenario de Transición Energética Justa a través de la implementación de energía solar fotovoltaica. Actualmente a través de su caja de ahorros buscan ayudarse mutuamente, pero también ahorrar para invertir en actividades productivas que generen ingresos y puedan atender sus necesidades colectivas. *“Las Cajas de Ahorro se despliegan en ámbitos económicos múltiples que se reflejan en la voluntad de la recuperación de la soberanía alimentaria a través de las huertas, y en el auto reconocimiento identitario como mujeres afrocolombianas”* (Gómez, 2020. pág. 57). Las cajas

traducen ese sentimiento y actuar de soberanía, en todas sus dimensiones, siendo parte fundamental de la transición energética justa. Las Mujeres Guerreras se reúnen generalmente dos veces por mes, donde cada reunión se discute sobre los fondos de la caja haciendo una veeduría sobre los fondos presentes, además de recoger los aportes voluntarios de las miembros. Pero las cajas no representan exclusivamente ese valor monetario, también es un espacio donde las presentes discuten sobre problemáticas del día a día, donde todas las mujeres miembros, jóvenes y mayores, tienen derecho a voz y voto por igual; asimismo, se desarrollan escuelas donde en cada reunión, alguna expone un tema relacionado con soberanía, feminismo, crítica a la minería, etc. Las Mujeres buscan el consenso en las decisiones que deban ser tomadas como colectivo. Se comunican constantemente a través de canales digitales.



Ilustración 27: Participación en actividad comunitaria

Fuente: Autores

4.3 Identificación de Impactos Acumulativos y Sinérgicos

Al realizar un análisis ambiental preliminar de un proyecto resulta coherente identificar los impactos ambientales derivados, ya que de esta manera será posible plantear medidas a través del correspondiente Plan de Manejo Ambiental, con el fin de prevenir, mitigar y/o remediar dichos impactos. Sin embargo, los criterios de acumulación y sinergia hoy en día cobran una alta relevancia al traer desde las primeras consideraciones los efectos de esos impactos sobre los Componentes Valiosos del Ecosistema (VEC's) presentes en el área de estudio. De acuerdo con esto, en la presente investigación se tuvieron en cuenta elementos como el análisis espacial documental y la evaluación

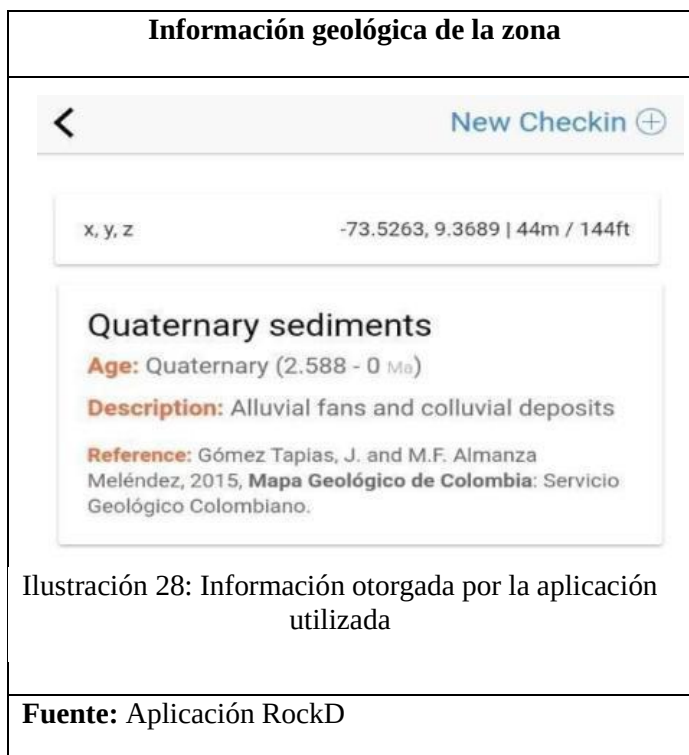
ambiental general, descritos dentro de la fase de “Identificación de Impactos Acumulativos y Sinérgicos” por Betancur (2017, pág. 69).

4.3.1 Análisis espacial documental: Componentes Valiosos del Ecosistema (VEC's)

Para la identificación de los VEC's se utilizaron fichas de elaboración propia (Anexo A) con el fin de diligenciar los datos correspondientes a la ubicación del área de estudio, datos del medio abiótico, del medio biótico y un último componente correspondiente a la percepción por parte de la comunidad frente a la implementación de energía solar fotovoltaica como elemento de la transición energética justa, e identificación de las actividades antrópicas que se desarrollan en el territorio.

▪ Medio abiótico

Geología y Geomorfología



Según la clasificación adoptada en el Mapa Geológico de Colombia – MGC (2015), la procedencia litológica del territorio se describe atendiendo a dos componentes: los tipos de depósitos, y la geomorfología del tipo de rocas presentes. De acuerdo con los datos obtenidos en el diligenciamiento de la segunda sección de la ficha de registro de información en campo (Ver anexo A), a nivel

geológico se encontró que los inicios de la zona delimitada por el corregimiento de La Sierra se remontan al período cuaternario, con presencia de abanicos aluviales y depósitos coluviales, encontrándose además en sus alrededores depósitos paludales y de llanuras aluviales (Ver anexo B). Estos depósitos coluviales *“están compuestos por bloques de grava y arenas con una matriz arcillosa”* (Concejo Municipal de Chiriguaná, 2000, pág. 194). En la planicie del Cesar las llanuras aluviales en general *“corresponden a los depósitos más recientes acumulados por las corrientes en la zona plana y semiplana”* (Calderón et al., 2006, pág. 58), y los abanicos coluviales *“son de pendientes muy suaves y espesores no mayores de 10 metros observables en superficie, con pendientes muy leves”* (Ibid, pág. 61).

Acorde a lo dispuesto en la Tabla Cronoestratigráfica Internacional 2013 de la Comisión Estratigráfica Internacional (Gómez et al., 2015, pág. 16), se tiene que los orígenes del área corresponden al período cuaternario; la misma se aloja en la era Cenozoica y el eón Fanerozoico, abarcando a su vez parte de la época del Holoceno y el Pleistoceno completamente, pasando por las edad Superior/Tardía, Media, Calabriana y Gelasiana.

Eón Fanerozoico										
Endiema Eón	EtademaEra	Sistema Período	Serie Epoca	Piso Edad	Edad	GSSP	Notación Piso	Notación Serie	Notación Sistema	
Fanerozoico FZ	Cenozoico CZ	Cuaternario	Holoceno		-Ma			Q2	Q	
			Pleistoceno	Superior/Tardío	0,0117		q4	Q1		
				Medio	0,126		q3			
		Plioceno	Calabrisano	0,781		q2	N2	N		
			Gelasiano	1,806		q1				
			Piacenziano	2,588		n8				
			Zancleano	3,600		n7				
			Messiniano	5,333		n6				
			Tortoniano	7,246		n5				
			11,62		n4					
		Mioceno	Serravalliano	13,82		n3	N1	N		
			Langhiano	15,97		n2				
			Burdigalliano	20,44		n1				
			Aquitano	23,03		e9			E3	E
			Chatiano	28,1		e8				
			Rupelliano	33,9		e7				
			Priaboniano	38,0		e6				
		Bartoniense	41,3		e5	E2	E			
		Lutetiano	47,8		e4					
		Ypresiano	56,0		e3			E1		
		Eoceno	Therapsidiano	59,2		e2				
			Selandiano	61,6		e1				
			Daniano	66,0		k6	K2	K		
		Mesozoico MZ	Cretácico	Superior/Tardío	Maastrichtiano	72,1±0,2				k5
	Campaniano				83,6±0,2				k4	
	Santoniano				86,3±0,5		k3			
	Coniaciano			89,8±0,3		k2	K1		K	
	Turoniano			93,9		k1				
	Cenomaniano			100,5		b6				
	Inferior/ Temprano			Albiano	~113,0		b5	K1	K	
				Aptiano	~125,0		b4			
			Barremiano	~129,4		b3				
			Hauteriviense	~132,9		b2				
			Valanginiense	~139,8		b1				
			Berriasiano	~145,0		j7	J3			J
			Superior/Tardío	Tithoniano	152,1±0,9					
	Kimmeridgiense			157,3±1,0		j5				
	Oxfordiano			163,5±1,0		j4				
	Jurásico		Medio	Caloviano	166,1±1,2		j3	J2	J	
				Batoniense	168,3±1,3		j2			
				Bajociano	170,3±1,4		j1			
		Aaleniano	174,1±1,0		i4	J1	J			
		Toarciano	182,7±0,7		i3					
	Inferior/ Temprano	Pliensbachiano	190,8±1,0		i2					
		Sinemuriense	199,3±0,3		i1					
		Hettangiano	201,3±0,2		t7	T3	T			
	Superior/Tardío	Retliano	~208,5		t6					
		Norian	~227		t5					
		Carliano	~237		t4	T2		T		
	Medio	Ladiniano	~242		t3					
		Anisien	247,2		t2				T1	T
		Inferior/ Temprano	Olenekiano	251,2		t1				
	Incluano		252,17±0,06							

Ilustración 29: Eón Fanerozoico

Fuente: Gómez et al., 2015.

Ilustración 29: Eón Fanerozoico

Fuente: Gómez et al., 2015.

Con las muestras tomadas para el registro de datos geomorfológicos del corregimiento de La Sierra se identificó la predominancia de rocas ígneas tales como la diorita y la aplita; y sedimentarias como las rocas de arcilla, la dolomita, y la arenisca (Ver anexo A). Sobre las rocas sedimentarias hay que mencionar que, en la planicie del Cesar, estas corresponden a “*las unidades conocidas como Sedimentitas de Arjona (Tpaa), los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla), Depósitos de Abanicos Aluviales (Qcal), Depósitos de Aluviones Recientes (Qal), Depósitos de Terrazas (Qt), Depósitos Fluvioacústres (Qfl) y Depósitos de Pendiente (Qp)*” (Calderón et al., 2006, pág. 57).

Adicionalmente, de acuerdo con la geología descrita por Gómez et al. (2015), a lo largo del municipio de Chiriguaná se alojan arenitas, limolitas, calizas, cuarzoarenitas, lodolitas, conglomerados, y mármoles (Ver anexo B).

Rocas Sedimentarias	
Muestra 1	Muestra 2
 Ilustración 30: Muestra 1 Rocas Sedimentarias	 Ilustración 31: Muestra 2 Rocas Sedimentarias
Muestra 3	Muestra 4
 Ilustración 32: Muestra 3 Rocas Sedimentarias	 Ilustración 33: Muestra 4 Rocas Sedimentarias
Rocas ígneas	
Muestra 5	



Ilustración 34: Muestra 5 Rocas Sedimentarias

Fuente: Autores

Hidrología e Hidrogeología

De acuerdo con la información recogida en campo existen dos fuentes hídricas cercanas al corregimiento: el río La Mula y el agua subterránea (Tabla 3). El río La Mula se utiliza para abastecimiento de fincas y habitantes cercanos por lo que el acueducto municipal capta su agua *“desde el corregimiento de Poponte el cual atiende a los corregimientos de Poponte, Rincón hondo, La Sierra y los centros poblados de La Estación, Arenas Blancas, además de la cabecera municipal”* (Caamaño, 2020, pág. 63). Este río según el POMCA del Río Bajo Cesar – Ciénaga Zapatosa, en el municipio de Chiriguaná está asociado con eventos amenazantes tales como inundaciones provocadas por desbordamientos en temporadas de fuertes lluvias (CORPOCESAR, 2017, pág. 165); en cuanto al agua subterránea, la comunidad comentó que el nivel freático se encuentra muy cerca, específicamente entre los 12-20 metros de profundidad, siendo esta también una fuente importante para las fincas y habitantes del territorio. A pesar de que estas reservas se dan mediante pozos profundos *“la succión de los mismos es deficiente para el abastecimiento total de la población”* (Caamaño, 2020, pág. 65) y al no contar con una planta de tratamiento el agua no es apta para el consumo humano.

Nombre del recurso hídrico identificado	Distancia aproximada del área de interés
Río “La Mula”	5 km
Agua subterránea	Según comunidad, el nivel freático se encuentra entre 12-20 metros

Tabla 16: Fuentes hídricas.

Es pertinente anotar que Chiriguaná junto a Chimichagua, Curumani, Tamalameque y El Banco componen la jurisdicción de la Ciénaga de Zapatosa (Ilustración 28). La Ciénaga de Zapatosa *“es el principal y más grande cuerpo de agua dulce en Colombia, presenta una extensión media de 300 km² alcanzando una superficie de 430 km² en niveles máximos y disminuyendo a menos de 200 km² en niveles mínimos”* (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2007, pág. 3). De acuerdo con el informe final de aguas subterráneas del centro del Cesar publicado por CORPOCESAR *“la Ciénaga de Zapatosa hace parte del cauce del río Cesar, siendo una depresión formada por procesos tectónicos (o de desplazamiento de la corteza terrestre)”* (Calderón et al., 2006, pág. 40). Esta ciénaga es de mucha importancia a nivel ecosistémico por su capacidad de reserva de recurso hídrico durante todo el año, permitiendo una adecuada regulación para el balance hídrico y los ciclos hidrológicos, adicionalmente esta ciénaga *“es el mayor cuerpo receptor de aguas del Departamento, su estabilidad depende de la sostenibilidad de las otras ecorregiones”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015, pág. 21). En términos de disponibilidad y calidad frente a este recurso existen ciertas alertas ya que *“se presentan variaciones en la oferta hídrica durante el año medio, atribuible a actividades como la ganadería, agricultura, agroindustria, minería y consumo humano que demandan el uso del recurso hídrico”* (CORPOCESAR, 2017, pág. 5).

Calidad del aire

La calidad del aire en el municipio de Chiriguaná esta comprometida por su cercanía a las actividades mineras a cielo abierto que se encuentran cercanas, especialmente se ve comprometida La Sierra. El plan de desarrollo 2020-2023, pagina 254 comenta: *“Dentro del territorio municipal se presenta problemas ambientales asociados a la gran explotación minera que se ejecuta, la cual genera gran cantidad de material particulado en el aire y que a pesar de todos los controles que se realizan afectan en alguna medida a la población que vive circundante a la zona. A lo anterior se suma la problemática ambiental propiciada por la alta carga de uso que se le están dando a los cuerpos de*

agua superficiales corrientes por motivo de los grandes cultivos de palma africana y otros que están ayudando en gran manera a que estos sistemas acuíferos se estén secando.” Además, que el instrumento de planeación reconoce que en términos de salud ambiental se han intensificado los riesgos antrópicos como la contaminación del aire por la explotación de minas de carbón a cielo abierto (Ibid, Pag 56).

Meteorología

El municipio de Chiriguaná desafortunadamente se encuentra a más de 200 kilómetros de la estación meteorológica fiable más cercana, es por esto por lo que para la información meteorológica se tomó de fuentes que usaran el reanálisis de la época de satélites MERRA-2 de la NASA. Este reanálisis combina una variedad de medidas de área amplia en un moderno modelo meteorológico mundial para reconstruir la historia del clima, hora por hora, de todo el mundo en una cuadrícula con bloques de 50 km (GMAO, 2021) . En Chiriguaná, los veranos son cortos, tórridos, húmedos y secos; los inviernos son cortos, calurosos, opresivos y mojados y está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 24 °C a 38 °C y rara vez baja a menos de 22 °C o sube a más de 41 °C. (weatherspark, 2021).

Uso del suelo

Según el plan de ordenamiento territorial (POT) de Chiriguaná, Cesar, incluye al Cruce de La Sierra como “Suelos Rurales”, es decir: *“Constituyen esta categoría los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad o por destinación, a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas. Corresponde a las veredas del área corregimental de Poponte, Rincón hondo, La Sierra y la Aurora.”* (POT Chiriguaná, 2000). Asimismo, establece el suelo de la sierra como áreas dedicadas a la producción ganadera. Esto entra en conflicto con la realidad actual dado que la fuente mas cercana data de hace mas de 20 años a fecha de este documento.



▪ Medio biótico

Para la toma de datos del medio biótico, se contó con el acompañamiento de la comunidad en la jornada de caracterización. Para la flora, al utilizar la aplicación iNaturalist se tomaron registros fotográficos de las especies de plantas en la zona, para luego en conjunto con la comunidad realizar su identificación y caracterización. Con la fauna se realizó el mismo proceso, teniendo más protagonismo el conocimiento empírico de la comunidad a la hora de listar las especies presentes en el territorio.

Flora

Además de la flora listada en la Tabla 4, mediante el diálogo con la comunidad se pudo identificar que al haber sido Las Mujeres Guerreras quienes palparon de primera mano cómo gracias a las dinámicas impuestas por la minería en el territorio sus costumbres eran modificadas irrumpiendo su cultura, especialmente todas las prácticas que giraban alrededor de la agricultura, hoy en día hay un gran impulso por retomar sus propias huertas orgánicas tradicionales amigables con el planeta con cultivos de yuca, tomate, habichuela, pimentón, plátano, maíz, ahuyama, y plantas medicinales.

Caracterización de la flora	
	
Ilustración 36: Muestra 1 Flora	Ilustración 37: Muestra 2 Flora
Nombre común: Totumo Nombre científico: Crescentia Cujete	Nombre común: Mango Nombre científico: Mangifera indica
	
Ilustración 38: Muestra 3 Flora	Ilustración 39: Muestra 4 Flora
Nombre común: Plátano Nombre científico: Musa paradisiaca	Nombre común: Monte Nombre científico: Sida spinosa



Ilustración 40: Muestra 5 Flora

Nombre común: Limón

Nombre científico: Citrus limon



Ilustración 41: Muestra 6 Flora

Nombre común: Corozo

Nombre científico: Acrocomia aculeata



Ilustración 43: Muestra 7 Flora

Nombre común: Ciruela

Nombre científico: Spondias purpurea



Ilustración 42: Muestra 8 Flora

Nombre común: Orégano

Nombre científico: Lippia graveolens



Ilustración 44: Muestra 9 Flora



Ilustración 45: Muestra 10 Flora

Nombre común: Escobilla	Nombre común:Paraguay
Nombre científico: Melochia pyramidata	Nombre científico: Scoparia dulcis
Fuente: Aplicación iNaturalist y comunidad de La Sierra	

Tabla 17: Muestra de Flora de la Sierra

En la zona rural de Chiriguaná se encuentra “*la reserva forestal de la serranía de Los Motilones, la que tiene un área de 16,799 has con 4,702M2 correspondiente al 15,07% del total del territorio municipal*” (Caamaño, 2020, pág. 31). Sin embargo, en el sector rural existen amenazas latentes de sequías e incendios forestales que afectarían directamente a los cultivos y la vegetación de la zona debido a factores como “*el calentamiento Global, fuertes vientos, al periodo de sequía, al mal uso de la quema se han venido incrementando las temperaturas*” (Ibid pág. 239). Por otra parte, retomando la caracterización ambiental del Valle del río Cesar, sector en el que se encuentra la cabecera municipal de Chiriguaná, se tiene que la vegetación silvestre es escasa y ha sido intervenida por lo que se encuentran áreas de rastrojo en el centro y sur de la ecorregión, y reducidos bosques intervenidos al norte del valle; así mismo “*predomina el Zonobioma Tropical Alternohigrico, que corresponde a un bosque de un piso bioclimático desarrollado en áreas en donde hay un período prolongado de sequía, durante el que se experimentan deficiencia de agua y pérdida de follaje*” (Calderón et al., 2006, pág. 38).

Llegado a este punto, conviene precisar que a nivel departamental el Cesar “*cuenta con importantes ecosistemas estratégicos para el país, 65.300 ha de Bosque Seco Tropical, 55.700 ha de páramos y 54.400 ha de humedales*” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015, pág. 24), estos se relacionan directamente con la flora presente en la región al también determinar gran parte de su presencia.

Fauna

En la zona central del Cesar se encuentra un santuario de fauna debido a la presencia de la Ciénaga de Zapatos, ante esto, como es natural “*Un gran número de especies de invertebrados, peces, anfibios, reptiles y mamíferos dependen directa o indirectamente de los ciclos de agua del complejo cenagoso para sobrevivir o completar sus ciclos de vida*” (Caamaño, 2020, pág. 212; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015, pág. 24).

Al tratarse de ecosistemas que comparten sinergias entre sus distintos elementos constitutivos, las amenazas latentes mencionadas para la flora (sequías e incendios forestales) también aplican para la fauna presente en el territorio. La fauna silvestre de la ecorregión del Valle del río Cesar también ha sido intervenida por factores antrópicos como la caza con fines de comercialización; a pesar de esto, hay que resaltar una de sus características principales: *“servir como corredor biológico para la migración de aves (el pato barraquete, gavilán, halcón golondrina, sirirí y la golondrina) de una parte a otra del continente americano”* (Calderón et al., 2006, pág. 40). Estando en campo el registro fotográfico de la fauna fue limitado, algunos de ellos se muestran a continuación:

Fauna	
	
Ilustración 46: Muestra 1 Fauna	Ilustración 47: Muestra 2 Fauna
Nombre común: Vaca Nombre científico: <i>Bos taurus</i>	Nombre común: Cerdo Nombre científico: <i>Sus scrofa domesticus</i>

 Ilustración 48: Muestra 3 Fauna	 Ilustración 49: Muestra 4 Fauna
Nombre común: Perro Nombre científico: Canis lupus familiaris	Nombre común: Gato Nombre científico: Felis catus
Fuente: Aplicación iNaturalist y comunidad de La Sierra	

Tabla 18: Muestra de Fauna de la Sierra

Con el ánimo de profundizar más detalles en cuanto a la fauna presente en el corregimiento, de la mano de la comunidad se construyó el listado de la tabla 6. Este listado se complementa con otras especies como “Garza, Pato, Murciélago, Zorro, Venado, Ñeque, Lagartos, Iguanas, Monos y una amplia variedad de aves y serpientes. En peligro de extinción se encuentran la babilla, icotea, iguana verde, zaino, ñeque, paca y el mico cariblanco” (Calderón et al., 2006, pág. 40).

Nombre común	Nombre Científico
Conejo	Sylvilagus brasiliensis
Armadillo	Dasypus sabanicola
Ñeque	Dasyprocta punctata
Ponche	Hydrochoerus hydrochaeris
Culebra	Colubridae
Iguana	Iguana Iguana
Vaca	Bos taurus
Chivo	Capra aegagrus hircus

Cerdo	<i>Sus scrofa domesticus</i>
Gallina	<i>Gallus gallus domesticus</i>
Ardilla	<i>Sciurus vulgaris</i>
Paloma	<i>Columba livia</i>
Perico	<i>Psittacara chloropterus</i>
Zarigüeya	<i>Didelphis marsupialis</i>
Tortuga	<i>Trachemys callirostris</i>
Babilla	<i>Caiman crocodilus</i>
Guacamaya	<i>Ara macao</i>

Tabla 19: Listado de Fauna presente en La Sierra
Fuente: comunidad de La Sierra

Medio socioeconómico

En este caso, se tomó la información correspondiente a la opinión de la comunidad sobre la posible implementación de energía solar fotovoltaica como parte de la TEJ. En primer lugar, se indagó sobre qué interés tiene el colectivo Mujeres Guerreras de La Sierra con la energía solar, y en busca de problematizar este tipo de energía, se preguntó sobre qué tensiones o inconvenientes se hacían visibles ante la implementación de la energía solar fotovoltaica en su comunidad. En segundo lugar, se buscó identificar qué actividades humanas se desarrollan en el territorio, viendo así la opinión de la comunidad frente a esta y cuál es la relación con la posible implementación de paneles solares.



Ilustración 50: Dialogo con la comunidad



Ilustración 51: Entrevistas con la comunidad

<i>Espacios de diálogo con Las Mujeres Guerreras de La Sierra</i>
Fuente: Autores

Con base en la información consolidada en la tabla 7, donde se describe la opinión de la comunidad frente a este tipo de energías, se encontró que, desde una postura crítica, hay una opinión positiva frente a la posible implementación de energía solar fotovoltaica. Ahora bien, es necesario resaltar que estas reflexiones la comunidad las hizo desde el punto de vista que compromete los impactos históricos generados por la presencia de minería a cielo abierto de carbón que ha afectado su realidad. Asimismo, esto da evidencia del proceso de TEJ que vive La Sierra, donde teniendo en cuenta su día a día, la energía solar fotovoltaica es la energía alternativa que más se adapta a su realidad.

Grupo	Actividad	Interés	Tensión
Mujeres Guerreras de La Sierra	Luchar por su independencia	Mejorar la calidad de vida	Amenaza de daño por atentado hacia las Mujeres Guerreras
	Defender sus derechos	Tener una energía saludable	Amenaza de hurto de los paneles
	Trabajar por las mujeres de la sierra	Genera empleo y actividades productivas	Afectaciones a la capa vegetal y animal
	Mujeres emprendedoras	Tener energía confiable y segura para el negocio	Afectación a la fauna y flora del lugar
	Luchan por su independencia y la igualdad	Usar energía limpia y dejar la energía convencional	Confianza en el servicio que puede otorgar
Fuente: Autores			

Tabla 20: Agentes sociales

Actividad	Tiempo	Lugar	Descripción	Actor/actora	Opinión de la comunidad
Agricultura	Siempre	Casas y predios	Agricultura para alimento y venta	Comunidad	Genera desarrollo para los y las Serranas
Construcción de canal de contingencia de invierno	Obra detenida desde diciembre 2020	Calles de La Sierra	Construcción de un canal para contingencia en las olas invernales	Alcaldía de Chiriguaná	Elefante blanco, inútil
Artesanías	Siempre	Hogares	Artesanías para utilización en hogares y venta	Comunidad	Conserva tradiciones ancestrales
Ampliación de la carretera del Cruce	Desde hace ocho años	Carretera el cruce	Ampliación de la carretera y construcción de un puente vehicular	Yuma concesionaria	Desplazamiento a la comunidad
Minería a cielo abierto	Desde los años 70	Corredor minero aledaño	Minería a cielo abierto de carbón	Empresas carboneras Drummond, Prodeco, etc.	El mayor mal de la historia
Fuente: Autores					

Tabla 21: Acciones antrópicas

Tomando como referencia el informe de batimetría de la Ciénaga de Zapatosa realizado en el 2007 por el IDEAM, es conveniente resaltar la existencia en el municipio de Chiriguaná de extensiones de tierra destinadas al pastoreo, de engorde en su mayor medida. La relación directa de esta actividad con la presencia del recurso hídrico viene condicionada por aspectos como el nivel de la ciénaga, *“estas planicies que pueden alcanzar hasta 20.000 hectáreas en la época más seca se cubren de*

pastos, los cuales son aprovechados por los ganaderos de la región. Dinámica que se repite todos los años y durante dos temporadas” (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2007, pág. 11). Así mismo la agricultura cobra gran protagonismo, siendo el cultivo de yuca la actividad agrícola más común en la ecorregión. En este punto, siguiendo con el recuento de actividades económicas presentes, se aterriza entonces en la principal actividad sobre la cual el departamento del Cesar soporta su economía: La minería de carbón. El carbón mineral que resulta ser un *Recurso Natural No Renovable* tiene presencia en los municipios de La Jaga de Ibirico, Becerril, Chiriguaná y El Paso en un área cercana a las 25.000ha, y es de tipo térmico; el carbón extraído del Cesar junto al extraído de La Guajira, Norte de Antioquia y Córdoba *“representa aproximadamente el 90% de lo que se produce en el país, se destina a la exportación”* (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Mineroenergética, 2017, pág. 87).

Los yacimientos más importantes son los ubicados en las zonas de Calenturitas, El Descanso, Guaimaral, y en El Hatillo, en las que se encuentra la mayor parte de las reservas aludidas. Las compañías que adelantan o adelantarán la explotación en esta zona son Drummond Ltd, Carbones del Cesar, Prodeco, Emcarbón/Carbones del Caribe y eventualmente, Dupela en Chiriguaná (Calderón et al., 2006, pág 44).

Dentro de la esfera sociocultural propuesta en esta investigación cabe incluir realidades como el cambio climático desde una perspectiva que haga un llamado a la reflexión sobre los comportamientos económicos que se relacionan con el desarrollo de la población involucrada en el análisis. En el caso del departamento del Cesar los efectos del cambio climático pueden *“afectar de manera significativa la salud de las personas, en especial con patologías asociadas a las olas de calor y Enfermedades Transmitidas por Vectores”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015, pág 29). Se suma a esto los resultados de la aplicación de la metodología de Necesidades Básicas insatisfechas publicados en Plan de Desarrollo Territorial de Chiriguaná, en donde *“El 14.13% de la población del país presentó Necesidades Básicas Insatisfechas y Chiriguaná está en un 25.39% de su población muy por encima de la nacional”* (Caamaño, 2020, pág 29).

4.3.2 Análisis matricial: Evaluación Ambiental General

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por la aplicación y adaptación de la matriz Leopold de la mano de la comunidad, como se mencionó, se dividió en dos capítulos donde se inició por la construcción para luego pasar por la operación.

LEOPOLD MODIFICADA			ETAPA DEL PROYECTO				
			CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN		TOTAL
			ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS				
Compo- nente	Subcompo- nente	Factor ambiental	Transporte de pa- neles	Instalación de Pane- les	Mantenimiento sistema	Operación sistema	
abiótico	Agua	calidad del agua superficial			-1		-1
		Hidrología del área					0
		calidad del agua subterránea			-1		-1
		generación de residuos líqui- dos			-4		-4
	Suelo	características físico - mecá- nicas					0
		destrucción de suelos	-1				-1
		permeabilidad			-1		-1
		escombros		-2			-2
		generación de residuos soli- dos		-2	-2		-4
		erosión	-1				-1
	Aire	calidad del aire	-1		-1		-2
		vibraciones	-1	-2			-3
		niveles de ruido	-1		-1		-2
	Paisaje	Pérdida de paisaje		-3	-1	-2	-6
biótico	Flora	trafico de flora				-2	-2
		afectación a arboles		-2	-1		-3
		afectación a arbustos	-1	-1	-1		-3
		afectación a herbáceas		-1	-1		-2
	Fauna	afectación a fauna terrestre			-1		-1
		afectación a fauna aérea		-2	-2	-4	-8
		trafico de fauna				-3	-3
antrópico	Medio perceptual	Naturalidad			-1	-3	-4
	Humanos	enfermedades y fatiga		-1		3	2
		salud y confort		-1		2	1
	Economía y pobla- ción	Actividades agronómicas				2	2
		Turismo				2	2
		generación de empleo	1	2	1	1	5
TOTAL			-4	-15	-18	-4	

Tabla 22: Matriz Leopold modificada

Durante la aplicación de la matriz, se realizó un espacio de conversación y reflexión en el que participaron 14 personas pertenecientes a las Mujeres Guerreras, donde se discutió sobre la importancia de que estas herramientas que ofrece la ingeniería se pongan a disposición de quienes no han tenido la oportunidad, como lo es el caso de la comunidad de La Sierra, donde desde las mineras utilizan este tipo de metodologías para legitimar su accionar, y en esta ocasión, la ingeniería está de la mano de la comunidad para facilitar el proceso de transición energética justa que lleva. Asimismo, los y las participantes decidieron hacer parte de la actividad de forma voluntaria y sus aportes fueron base principal de la discusión dado que posteriormente se contrastó con la opinión de los autores.

Construcción: Para esta fase se proponen dos actividades principales que componen la implementación de energía solar a través de paneles solares, en este caso, se evaluó el transporte de los materiales necesarios para la construir el sistema, y la instalación de los paneles solares con el sistema eléctrico. En esta fase, se tuvo en cuenta que la instalación de sistemas solares a una escala pequeña como se lo planteó esta investigación no implica a menudo una duración prolongada en el tiempo, es por esto que en general, los impactos identificados a priori son más destacados por el hecho de modificar una estructura en el territorio que por el implementar esta alternativa solar. Para la etapa de construcción, se tuvo que gran parte de los impactos generados por las acciones propuestas, son negativos, pero de nivel bajo, puesto que no comprometen en gran medida el estilo de vida de la comunidad ni el ecosistema de la sierra. La acción propuesta que más genera impacto es la instalación de los paneles, dado que en esta se puede ver comprometida la estructura donde se pretende instalar, además que, la instalación se pretende sea a una escala reducida, pero aun así se puede llegar a ver incomodidad por cierto sector de la comunidad. Cabe resaltar que, en este escenario de la evaluación de impactos, la comunidad consideró que no se veía comprometido el ecosistema, luego del diálogo, concertamos que es importante el atender las necesidades que tiene el entorno dado su vulnerabilidad. Asimismo, es importante mencionar que la generación de empleo se ve comprometida de manera positiva a pesar de ser un escenario que no se presta comúnmente para impactos positivos, el tejido social fortalecido que ha generado que se pretenda que el personal que trabaje en la construcción sea de la misma comunidad. En términos generales, como se menciona en este capítulo, se pretende que este escenario no comprometa el ecosistema ni a la comunidad.

Operación: Esta fase es la más importante tanto para los autores como para la comunidad puesto que implica realizar una primera aproximación a la identificación de los impactos que se generarán luego de la implementación. En principio, cuando se realizó la identificación de los impactos en campo al no tener la certeza de en qué sitio específico se instalarán las estructuras del sistema dentro del lote, se tomó con más delicadeza la fragilidad y vulnerabilidad del ecosistema y del tejido social. Ahora bien, en la operación se pudo identificar que la acción propuesta con más impacto fue el

mantenimiento de los paneles, puesto que, concertando con la comunidad, se llegó al consenso de que la estructura modifica de manera más visible el territorio y su mantenimiento y aseo puede llegar a ser algo que entre en conflicto con el territorio, pero a menor medida afortunadamente. Asimismo, se espera generar empleo al momento de la realizar el mantenimiento e instalación dado que se pretende que sean miembros de la comunidad que se formen y puedan replicar esta instalación en otros escenarios colectivos y comunitarios de soberanía energética. Para los elementos sociales que se tuvieron en cuenta, destacan por tener un alto impacto positivo los patrones culturales y estilo de vida, dado que conversando con la comunidad se definió que este proceso de implementación al pensarse por y para la comunidad, se espera que fortalezca el tejido social. La calidad de vida es la que más se ve impactada de manera positiva, puesto que para la comunidad el hecho de contar con energía confiable para emprender una actividad productiva colectiva genera soberanía alimentaria, energética y económica; asimismo, al contar con un suministro de energía constante, se pretende generar espacios más amenos para las reuniones de las cajas de ahorro de las Mujeres Guerreras. Por último, hay que destacar que hubo algunos valores que se vieron modificados gracias a el criterio de la comunidad, tales como la contaminación al agua y al suelo, dado que se pretende que estén en el techo de la futura casa y esto puede generar con el tiempo que el nivel freático se vea comprometido, así como también se pueda generar por las baterías del sistema.

4.4 Interpretación en Términos de la Sostenibilidad Biocéntrica de los Impactos Acumulativos y Sinérgicos

Al contar con la base de la información recogida en la caracterización geográfica y sociocultural, y el análisis espacial documental se tienen insumos suficientes para adicional a la evaluación ambiental general, tener la oportunidad de pensar en cómo finalmente todos estos elementos se conjugan y esa acumulación de efectos derivados de una acción determinada tiene repercusiones en el ecosistema; entendiendo al ecosistema como ese componente de la naturaleza en el que existe una interconexión de seres vivos y no vivos, en donde una ingeniería consciente se hace presente y a través de sus herramientas complementa el proceso de comprensión territorial, permitiendo identificar aspectos claves a tener presente en la ejecución del proyecto en sus diferentes fases.

4.4.1 Relación entre impactos acumulativos y sinérgicos, con la sostenibilidad biocéntrica

La sostenibilidad biocéntrica supone para el planeta una armonía integral que debe prevalecer en las múltiples aristas que acompañan las interacciones de los seres humanos con la naturaleza, teniéndole respeto como ente vivo, ya tradicionalmente relacionándolo con *“una conciencia colectiva (Gaia) o*

con un ser espiritual (Madre Tierra o Pachamama)” (Cubillo-Guevara et al., 2016, pág. 51). Por lo que entonces es válido traer a la reflexión los impactos ambientales identificados a través de la evaluación ambiental general y bajo la luz del biocentrismo concentrar pensamientos que permitan tejer ese puente que surge de las interconexiones de cada elemento identificado.

Dentro de los componentes ambientales que se encuentran en el área de estudio, lo que de primera mano se identifica como susceptible de ser impactado es el paisaje, ya que la instalación de paneles solares en un lugar puede resultar estético para algunos y antiestético para otros. Sin embargo, no es una afectación que se indique a gran escala como sucede, por ejemplo, con la minería de carbón a cielo abierto donde gigantes montañas de material estéril penetran de una manera más incidente el paisaje y la geografía tradicional de la región (Ilustración 45 y 46).

 Ilustración 52: Montañas de material estéril producto de la minería de carbón a cielo abierto en Chiriguaná, primera salida de campo.	 Ilustración 53: Montañas de material estéril producto de la minería de carbón a cielo abierto en Chiriguaná, segunda salida de campo.
Fuente: Autores	

Para la fase de construcción al realizar la futura instalación del sistema solar fotovoltaico se obtuvo que la modificación de una estructura en el territorio resultaba significativa, en la fase de operación este mismo elemento se repite, pero dando lugar a expectativas positivas relacionadas con la generación de empleo. Así mismo, factores culturales y la calidad de vida también resultan positivamente impactados aterrizando finalmente en consecuencias como el fortalecimiento de la soberanía alimentaria y de la economía solidaria. Tener este conjunto de ideas gestadas desde la comunidad en sí es un acto de resistencia del territorio mismo manifestándose a través de un grupo

de personas que han tomado conciencia ante hechos como el cambio climático, la pronta escasez de recursos naturales, el calentamiento global y el efecto invernadero, y ante ello reconocen que modelos extractivos como el de la minería de carbón, que hoy abandera las bases económicas de su departamento, son incoherentes con esa concepción armónica de la vida que respeta por los ciclos regulatorios de la naturaleza. Si se piensa en el territorio de La Sierra, además de tener presente bondades ambientales que le rodean desde el medio biótico (La Ciénaga de Zapatosa), y abiótico (Recursos naturales no renovables), al puntualizar en la fragilidad ambiental es importante tener presente a la minería como una actividad externa cuyos efectos desde hace muchos años han incidido en las condiciones del territorio complejizando sus contextos sociales, culturales y ambientales. Ante esto la relación que se establece con la puesta en marcha de sistemas fotovoltaicos es en principio un tanto disruptiva por salirse de “lo que es común” en términos de acceso a energía, pero a su vez empieza a dar apertura a ese debate sobre las características que otras alternativas energéticas traen consigo y cómo estas pueden traducirse en sinónimo de desarrollo para la comunidad desde una posición de respeto por la naturaleza. Así mismo, los efectos positivos que se originan en el alcance geográfico del lugar en el cual se realizaría la futura instalación del sistema fotovoltaico, si bien repercuten directamente en el corregimiento de La Sierra, pueden transpolar barreras geográficas por la posible replicabilidad de este mismo tipo de proyectos en otras comunidades, que lógicamente tendrán sus realidades particulares ante las que se deberá llevar también todo un proceso de diálogo conjunto que permita esclarecer consideraciones positivas y negativas de una manera integral.

4.4.2 Convergencia entre la ingeniería y la sostenibilidad biocéntrica

La ingeniería ha tenido responsabilidad en todo lo relatado anteriormente, dado que le da bases tecnológicas y científicas al argumento de la minería, a pesar que en las últimas décadas se han creado disciplinas que nacen de la ingeniería para atender los impactos generados, como la ingeniería ambiental que estudiaron los autores de esta investigación, la realidad es que estas disciplinas nacen desde la misma ingeniería tradicional que perpetúa el accionar de la minería; no obstante, no todo ha sido negativo, los seres humanos somos quienes aprehendemos esas disciplinas para como máquinas ejecutarlas, pero existe la posibilidad de usar ese conocimiento aprendido para ponerlo al servicio de quienes más se han visto afectados por todo. Es aquí donde entra la convergencia entre la ingeniería y la sostenibilidad biocéntrica, dado que esta rama del pensamiento recoge los valores morales que la ingeniería necesita para ser más humana. Asimismo, se abre el escenario para que gracias a esa convergencia se puedan desarrollar tecnologías y ciencia que atienda las necesidades reales de las comunidades y se logren escuchar las voces que nunca han podido ser escuchadas.

5. Conclusiones y Recomendaciones

Para la caracterización geográfica y cultural, es posible concluir que La Sierra cuenta con un ecosistema que entra en sinergia con la comunidad afro-campesina que la habita, puesto que mantienen costumbres ancestrales al labrar la tierra, al cultivar, al criar animales que conservan el ecosistema donde viven, esto entra en contraste al ver como el “desarrollo” impacta al territorio a través de la minería o los monocultivos, entre otros; donde se ve mermado el tejido social que esta comunidad ha construido. Asimismo, es importante concluir que la comunidad de La Sierra está preparada para la implementación de energía solar fotovoltaica como pilar de esa transición energética justa que se pretende colectivamente.

En cuanto a la identificación de impactos acumulativos y sinérgicos al tratarse en esta investigación de una metodología adaptada, siempre es importante tener una noción previa de contexto sobre las realidades territoriales, pues de esta manera el autor tiene una perspectiva de esos elementos que le podrán permitir desarrollar el trabajo de una manera más eficiente. Las evaluaciones de impacto ambiental dentro del campo de la ingeniería son herramientas importantes que ameritan hacer uso de su facultad de poderse aliar a otras metodologías que permitan complementar sus resultados, dando paso a la obtención de conceptos más amplios y coherentes con el contexto de un área determinada. En este caso la información consignada en la caracterización geográfica y cultural, y en la identificación de impactos acumulativos y sinérgicos, permitió ampliar el espectro con datos desde lo geológico hasta lo socioeconómico entendiendo las interacciones y sinergias presentes entre un elemento y otro, y cómo estas pueden relacionarse con el proyecto en cuestión.

Sobre el uso de las aplicaciones móviles, se puede concluir que su uso como herramienta de investigación sirvió para desarrollar una investigación más horizontal, donde en todas las etapas de la misma, fue posible recibir la opinión y aporte de la comunidad dado su fácil uso y entendimiento para ambas partes. También, es importante mencionar que la mayoría de estas aplicaciones no requieren una conexión a internet para su uso en campo, pero si cierta destreza al momento de capturar imágenes de fauna y flora, dado que, si se llega a hacer mal, la aplicación puede arrojar un dato erróneo. Se recomienda utilizar la aplicación con anterioridad para conocer de lleno las recomendaciones que aporta al momento de su uso.

Para esta investigación el trabajo previo desde el STEUnimagdalena permitió un acercamiento ameno a la comunidad desde el primer momento, este se vio reflejado en esa disponibilidad de

acompañar el proceso en todas sus fases de manera virtual y presencial. Así mismo el acompañamiento de profesionales en otras áreas como la antropología y filosofía permitió el flujo de ideas integrales que finalmente aterrizan en entender desde la sostenibilidad biocéntrica que todas esas sinergias e interacciones ya mencionadas tienen efectos sobre el ecosistema (positivos o negativos), y que como seres humanos debemos reconocernos como elementos constitutivos de dicho ecosistema, por lo tanto entra en juego eso de “sentir el territorio” más allá de lo sensorial, con la conciencia.

Se recomienda que para futuras investigaciones en esta o en comunidades similares, se profundice en la calidad del aire, debido a que para los autores es un punto para tener en cuenta dado su cercanía con la mina Pribbenow de la multinacional Drummond. También es importante mencionar que es recomendable adicional al registro fotográfico, tomar registro en video, escrito, y audio de los encuentros y/o entrevistas realizadas a la comunidad, puesto que funcionan como soporte para argumentar y dar validez a lo que posteriormente se analizará, esto con la prudencia que la ética de la investigación exige. También cabe resaltar que recomendamos el poner en práctica las demás fases de investigación que Betancourt propone en su investigación titulada *Propuesta de lineamientos generales para la identificación y evaluación de impactos ambientales acumulativos y sinérgicos de proyectos fotovoltaicos: caso planta fotovoltaica Choluteca I y II - Honduras*, en especial si se plantea la implementación de los paneles solares, es importante hacer el análisis del ciclo de vida y ser más detallados en las capacidades técnicas del sistema.

Por último, el mencionar que, en la medida de lo posible, se recomienda tomar evidencias fotográficas de la flora no solo del área de estudio, pues el que estén presentes en el territorio implica que pueda llegar a presentarse en el área de impacto, lo que genera que en ciertos casos se vea comprometida; el mismo caso para la fauna, donde la principal limitante son las herramientas que permitan una buena fotografía de algunas especies.

A. Anexo: Fichas de recolección de Información diligenciadas en campo

ANÁLISIS AMBIENTAL PRELIMINAR DE LA APLICACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COMO ALTERNATIVA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA EN LA COMUNIDAD DE LA SIERRA - CESAR			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO N°1			
Fecha: 23/02/2021	Lugar: La Sierra - Cesar		
Hora de inicio de toma de datos: 4:20 pm	Hora de finalización de toma de datos: 5:30 pm		
Persona que toma la información:	Lorena Marcela López B.		
1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA			
1.1 Levantamiento de coordenadas			
	Coordenada UTM	Coordenada Geográfica	
Punto No. 1	0661755 - 1035972	9°22'08.744 N - 73°31'57.152 W	
Punto No. 2	0661740 - 1035984	9°22'08.369 N - 73°31'57.002 W	
Punto No. 3	0661769 - 1035963	9°22'08.654 N - 73°31'36.661 W	
Punto No. 4	0661740 - 1035970	9°22'08.834 N - 73°31'57.302 W	
Punto central - Puzos	0661731 - 1035976	9°22'08.175 N - 73°31'37.189 W	
Observaciones:			
H 18. para coordenadas UTM			

ANÁLISIS AMBIENTAL PRELIMINAR DE LA APLICACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COMO ALTERNATIVA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA EN LA COMUNIDAD DE LA SIERRA - CESAR			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO N°2			
Fecha: 24/02/2021	Lugar: La Sierra - Cesar		
Hora de inicio de toma de datos: 4:20 pm	Hora de finalización de toma de datos: 5:46 pm		
Persona que toma la información:	Lorena Marcela López Brellano		
2. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES AMBIENTALES PRESENTES			
2.2 Medio Abiótico			
Coordenada UTM:	0661731 1035976	Coordenada Geográfica:	9°22'08.175 N 73°31'37.184 W
Datos geológicos			
Era evolutiva:	Cuaternaria		
Descripción:	- Sedimentos cuaternarios - Aluviales aluviales y depósitos coluviales.		
Referencia: Gomez Tapia y M. F. Almanza Meléndez (2015). Mapa Geológico de Colombia: Servicio Geológico Colombiano.			
Datos geomorfológicos			
Muestra 1			
Tipo de roca:	Arcilla		
Sedimentaria	☒	Ignea	☐
Metamórfica	☐		
Muestra 2			
Tipo de roca:	Arcilla Sandstone = Arenisca		
Sedimentaria	☒	Ignea	☐
Metamórfica	☐		
Muestra 3			
Tipo de roca:	Claystone		
Sedimentaria	☒	Ignea	☐
Metamórfica	☐		
Muestra 4			
Tipo de roca:	Sandstone = Arenisca		
Sedimentaria	☒	Ignea	☐
Metamórfica	☐		
Muestra 5			
Tipo de roca:	Ardite		
Sedimentaria	☐	Ignea	☒
Metamórfica	☐		

ANÁLISIS AMBIENTAL PRELIMINAR DE LA APLICACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COMO ALTERNATIVA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA EN LA COMUNIDAD DE LA SIERRA - CESAR				
FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO N°3				
Fecha: 26/02/2021	Lugar: La Sierra - Cesar			
Hora de inicio de toma de datos: 8:30 am	Hora de finalización de toma de datos: 10:00 am			
Persona que toma la información:	Mateo Vega Noguera			
3. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES ANTRÓPICOS PRESENTES				
3.1 Actores y actrices sociales				
Grupo	Actividad	Interés	Tensión	Contacto / Enlace
Mujeres Guerreras de la Sierra	Luchar por su independencia	Mejorar su calidad de vida	Atentado contra las Mujeres Guerreras	Nombre: Anónimo Teléfono: Anónimo
Mujeres Guerreras de la Sierra	Defender sus derechos	Tener una energía saludable	Amenaza de hurto	Nombre: Anónimo Teléfono: Anónimo
Mujeres Guerreras de la Sierra	Trabajar por los derechos	Generar empleo y actividad productiva	Muerte de capa vegetal y fauna	Nombre: Anónimo Teléfono: Anónimo
Observaciones:				

Datos hídricos				
Nombre del recurso hídrico identificado	Distancia aproximada del área de interés	Coordenada		
Observaciones:				
2.3 Medio Biótico				
Flora				
No.	Nombre popular	Nombre científico	Género	Familia
1.	Mango	Mangifera indica	Mangifera	Anacardiaceae
2.	Yotoma	Crescentia coccinea	Crescentia	Bignoniaceae
3.	Maitaí	Coccoloba acuminata	Coccoloba	Malvaceae
4.	Plátano	Musa sapientum	Musa	Musaceae
5.	Monte	Sida spinosa	Sida	Malvaceae
6.	Limon	Citrus limon	Citrus	Rutaceae
7.	Coco	Areca palmifera	Areca palmifera	Arecaceae
8.	Cereza	Spondias lutea	Spondias	Anacardiaceae
9.	Oreano	Lippia graveolens	Lippia	Verbenaceae
10.	Eschilla	Melochia peltata	Melochia	Malvaceae
Fauna				
No. De registro fotográfico	Hora de registro	Coordenada	Fecha	
Observaciones:				
- Conejo	- Vaca	- Paloma	- Guacamayo	
- Armadillo	- Chivo	- Perico		
- Ñeque	- Cerdo	- Zarigüeta		
- Culebra	- Gallina	- Tortuga		
- Iguana	- Ardilla	- Babilas		

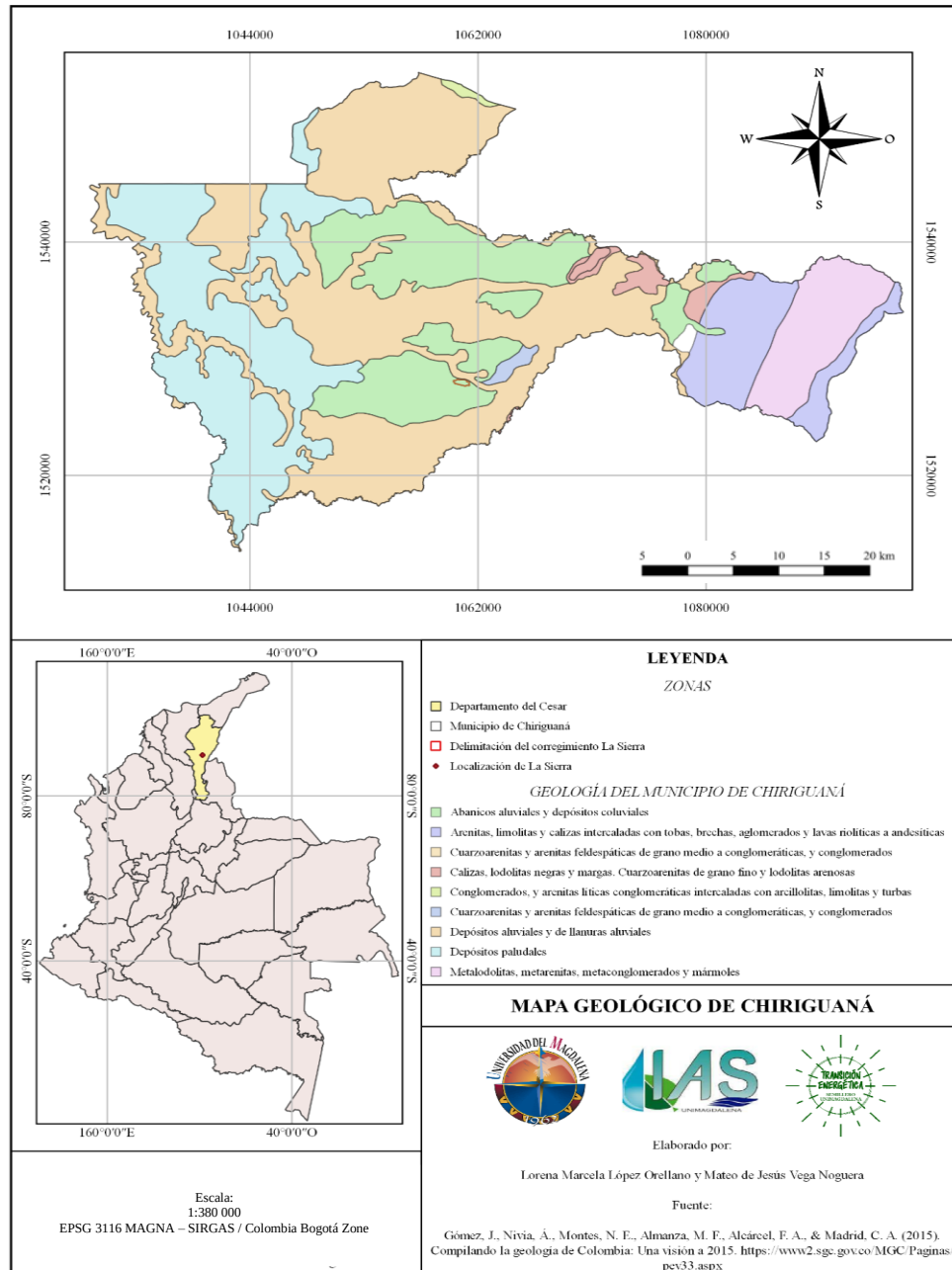
ANÁLISIS AMBIENTAL PRELIMINAR DE LA APLICACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COMO ALTERNATIVA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA EN LA COMUNIDAD DE LA SIERRA - CESAR			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO N°2			
Fecha: 24/02/2024	Lugar: La Sierra - Cesar		
Hora de inicio de toma de datos: 4:20 pm	Hora de finalización de toma de datos: 5:46 pm		
Persona que toma la información:	Lorena Marcela López Brallano		
2. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES AMBIENTALES PRESENTES			
2.2 Medio Abiótico			
Coordenada UTM: 061731, 1025976	Coordenada Geográfica: 9°22'08.175N, 73°31'37.184W		
Datos geológicos			
Era evolutiva:	Cuaternaria		
Descripción:	Sedimentos cuaternarios, Aluviales y depósitos coluviales.		
Referencia: Gomez Topica y M.F. Almanza Meléndez (2015). Mapa Geológico de Colombia: Servicio Geológico Colombiano.			
Datos geomorfológicos			
Muestra 1			
Tipo de roca: Arcilla			
Sedimentaria	X	Ignea	Metamórfica
Muestra 2			
Tipo de roca: Arcilla	Sedimentaria = Arenisca		
Sedimentaria	X	Ignea	Metamórfica
Muestra 3			
Tipo de roca: Playstone			
Sedimentaria	X	Ignea	Metamórfica
Muestra 4			
Tipo de roca: Sedimentaria = Arenisca			
Sedimentaria	X	Ignea	Metamórfica
Muestra 5			
Tipo de roca: Aplite			
Sedimentaria		Ignea	X Metamórfica

Datos hídricos				
Nombre del recurso hídrico identificado	Distancia aproximada del área de interés	Coordenada		
Observaciones: En abril del año 2020 se empezó la construcción de un caño de contingencia cerca del terreno al cual corresponden las coordenadas: UTM: 418P 0661722, 1036071 Geográficas: 9° 22' 10.982" N, 73° 31' 38.321" W				
2.3 Medio Biótico				
Flora				
No.	Nombre popular	Nombre científico	Género	Familia
1	Tolmo	Tecomates	Crescentia	Bignoniaceae
2	Platano	Platanos	Musa	Musaceae
3	Limon	Citrus aurantifolia	Citrus	Rutaceae
4	Oronzo de Monte	Pippia graveolens	Pippia	Verbenaceae
5	Citrusa	Spondias purpurea	Spondias	Anacardiaceae
6	Parrapuy	Sesuvium portulacastrum	Sesuvium	Portulacaceae
7	Citricos	Citrus	Citrus	Rutaceae
8	Escobilla	Melastoma purpureum	Melastoma	Melastomaceae
9	Mango	Mangifera indica	Mangifera	Anacardiaceae
Fauna				
No. De registro fotográfico	Hora de registro	Coordenada	Fecha	
Observaciones: Debido al poco avistamiento la comunidad suministró la información:				
Conejo Neque Zorro chicho (2 ariguella). Chivo Gallinas Ardilla Cerdos				

ANÁLISIS AMBIENTAL PRELIMINAR DE LA APLICACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COMO ALTERNATIVA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA EN LA COMUNIDAD DE LA SIERRA - CESAR			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO N°2			
Fecha: 24/04/2024	Lugar: La Sierra - Cesar		
Hora de inicio de toma de datos: 4:20 pm	Hora de finalización de toma de datos: 5:46 pm		
Persona que toma la información:	Mateo Vega Noguera		
2. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES AMBIENTALES PRESENTES			
2.2 Medio Abiótico			
Coordenada UTM:	Coordenada Geográfica:		
Datos geológicos			
Era evolutiva:			
Descripción:			
Referencia:			
Datos geomorfológicos			
Muestra 1			
Tipo de roca: Pólenita			
Sedimentaria	X	Ignea	Metamórfica
Muestra 2			
Tipo de roca: Sandstone			
Sedimentaria	X	Ignea	Metamórfica
Muestra 3			
Tipo de roca: Arcilla			
Sedimentaria	X	Ignea	Metamórfica
Muestra 4			
Tipo de roca: Dólmica			
Sedimentaria	X	Ignea	Metamórfica
Muestra 5			
Tipo de roca: Dólmica			
Sedimentaria		Ignea	X Metamórfica

3.2 Actividades					
Actividad	Tiempo	Lugar	Descripción	Actor/actora	Opinión de la comunidad
Agricultura	Siempre	Viveros	Agricultura para alimento	Comunidad	desarrollo para las serranas
Construcción de Caño de contingencia	Obra de construcción	Calle de la Sierra	Crear un caño grande para lluvias	Alcaldía	eficiente, barato, útil
Artesanía	Siempre	Viveros	Crear objetos para venta y herramientas para el día a día	Comunidad	conservar la tradición ancestral
Ampliación de la carretera al cruce	desde hace 8 años	carretera al cruce	ampliación de la carretera a doble calzada	Yuma consecución	desplazamiento y fido a la comunidad
Minería	desde los 80	Drumando Prodeco etc.	Construcción de la mina al Corrego etc.	estado, Drumando Prodeco etc.	el mayor mal de la historia
Observaciones:					

B. Anexo: Fichas de recolección de Información diligenciadas en campo



C. Anexo: Matriz Leopold diligenciada

[illegible]

ELEMENTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN										ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS									
Características Físicas y químicas																			
1. Tierra	Materiales de construcción		Modificación hábitad	Contaminación aire	Alteración suelo	Erosión	Contaminación agua	Contaminación suelo	Vida útil	Perforaciones	Conducción de energía	Paisajismo	Circulación de vehículos	Alteración superficial drenajes, márgenes y franjas aluviales	Calidad de vida	Gnereación de empleo	Afectación patrimonio arqueológico	Total	
	Recursos minerales	Subterránea										-1	-1		-1			-1	
2. Agua	Calidad del agua																		
	Superficial																		
3. Atmósfera	Clima (micro, macro)																		
	Calidad del aire (gases, partículas)		-1															-1	
1. Recreativos	Actividades al aire libre																		
	Calidad del espacio abierto																		
2. Interés estético y humano	Diseño del paisaje																		
	Parques y reservas forestales																		
4. Aspectos culturales	Presencia de elementos raros																		
	Patrones culturales (estilo de vida)																		
3. Facilidades y actividades humanas	Empleo																		
	Densidad de población																		
TOTALES	Salud y seguridad																		
	Estructuras		-1																
	Manejo de residuos		-1																
	Redes de servicios																		
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																
			-1																

Bibliografía

Asociación La Transicionera. (2020). Semillas de Transición: Guía Práctica para la Transición Ecosocial en Tres Pasos. <https://latransicionera.net/trabajos/2018/calle-en-transicion-en-sevilla>

Bertinat, P. (2016). *Transición energética justa. Pensando la democratización energética*. Friedrich-Ebert-Stiftung 2016

Caamaño, C. (2020). Plan De Desarrollo Territorial de Chiriguaná. https://chiriguanacesar.micolombiadigital.gov.co/sites/chiriguanacesar/content/files/000456/22779_001-pdt-chiriguana-al-alcance-de-todos-sancionconvertido.pdf

Calderón, V., Suárez, R., Armenta, J., Costa, C., Cañas, H., Martínez, O. (2006). Aprovechamiento y protección integral del agua subterránea en las ecorregiones de los valles de los Ríos Cesar y Magdalena - Departamento del Cesar. <https://www.corpocesar.gov.co/files/Informe zona centro.pdf>

Canadian Labour Congress. (2000). Just Transition For Workers During Environmental Change. April. <https://digital.library.yorku.ca/yul-1121737/just-transition-workers-during-environmental-change/datastream/>

Cardoso, A. (2015). Behind the life cycle of coal: Socio-environmental liabilities of coal mining in Cesar, Colombia. *Ecological Economics*, 120, 71–82. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2015.10.004>

Cifuentes Tarazona, S. F. (2018). Buen vivir en Colombia, una apuesta de vida desde el campesinado catatumbiero. *Buen vivir en Colombia, una apuesta de vida desde el campesinado catatumbiero*. Tesis del programa de Maestría en Comunicación, Desarrollo y Cambio Social. Universidad Santo Tomás. <https://doi.org/10.15332/tg.mae.2018.00504>

Conesa, V. (2000). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (Reimpresión). Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona.

Concejo Municipal de Chiriguaná. (2000). Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipal de Chiriguaná. En ACUERDO No 06 JUNIO 30 DEL 2000 (Número 06). <https://sigot.igac.gov.co/es/content/pot-municipales>

CORPOCESAR. (2017). Formulación Del Pomca Del Río Bajo Cesar – Ciénaga Zapatosa. <https://www.corpocesar.gov.co/POMCAS-Corpocesar.html>

Corral, F., Santamaría, R., Mejía, A., Sánchez, Y., Cardoso, A., Malz, N. (2021). Hechos, realidades y perspectivas de la minería de carbón en el Cesar y La Guajira. En F. Corral y C. Castiblanco (eds.). Área Derechos Colectivos, Colectivo de Abogados José Alvear Restrepo.

Cubillo-Guevara, A. P., Hidalgo-Capitán, A. L., García-Álvarez, S. (2016). El Buen Vivir como alternativa al desarrollo para América Latina. *Iberoamerican Journal of Development Studies*, 5(2), 30–57. https://doi.org/10.26754/ojs_ried/ijds.184

Department of Geoscience from the University of Wisconsin-Madison. (2021). *Macrostrat*. Consultado el : <https://macrostrat.org/#about>

Department of Geoscience from the University of Wisconsin-Madison, National Science Foundation. (2016). *ROCKD*. Consultado el: <https://rockd.org/>

Evans, G., y Phelan, L. (2016). Transition to a post-carbon society: Linking environmental justice and just transition discourses. *Energy Policy*, 99, 329–339. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.05.003>

Fornillo, B. (2016). *Sudamerica futuro. China global, transición energética y posdesarrollo* (Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales - CLACSO (ed.)). http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20160801114700/Sudamerica_futuro.pdf

Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., Garmendia, L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental* En M. Romo & M. Caicoya (eds.). PEARSON EDUCACIÓN, S.A.

Gómez, J., Nivia, Á., Montes, N. E., Almanza, M. F., Alcárcel, F. A., Madrid, C. A. (2015). Compilando la geología de Colombia: Una visión a 2015. <https://www2.sgc.gov.co/MGC/Paginas/pev33.aspx>

Gómez, L. (2020). El ahorro de las mujeres como experiencia para la transformación en las relaciones de género del Consejo Comunitario de La Sierra, El Cruce y La Estación, Chiriguaná, Cesar. *Pontificia Universidad Javeriana*, 144.

Heinrich Böll Stiftung - Cono Sur, Friends of the Earth International, & Fundación Terram. (2020). *ATLAS DEL CARBÓN, Hechos y cifras de un combustible fósil*. (Fundación Heinrich Böll Cono Sur, Fundación Terram, G. González (eds.); Edición La). Heinrich-Böll-Stiftung, Schumannstraße 8, 10117 Berlin, Germany, www.boell.de/coalatlas

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (J. Mares & M. Rocha (eds.); 5ta ed., Vol. 4, Número 3). MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hidalgo-Capitán, A. L., Cubillo-guevara, A. P., Medina-carranco, N., (2019). Los Objetivos del Buen Vivir Una propuesta alternativa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Ibe-roamerican Journal of Development Studies*, 8(1), 6–57. <https://scihubtw.tw/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6933773>

Honty, G. (2015). Las negociaciones de cambio climático y el desarrollo energético latinoamericano. En *Clima y Energías* (KLN Edición, pp. 107–129). <http://energiasur.com/wp-content/uploads/2015/11/Clima-y-energias-capitulo.pdf>

Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. 50. https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, I. (2007). Levantamiento batimétrico de la Ciénaga La Zapotosa. <https://www.corpocesar.gov.co/files/DOCUMENTOBATIMETRIACGA.pdf>

IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Informe de Síntesis. En *Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

Jiménez Herrero, L. M. (2018). *Desarrollo sostenible: transición hacia la coevolución global*. Difusora Larousse - Ediciones Pirámide. <https://elibro-net.biblioteca.unimagdalena.edu.co/es/ereader/unimagdalena/123060?page=20>

Kleba, J. B., Cruz, C. C., y Alvear, C. A. S. (2021). Engenharias e outras práticas técnicas engajadas. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4908523>

Ladino, R. E., Bogotá, P., De, M. (s/f). *La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. caso: Vereda Carupana, municipio de Tauramena, departamento de Casanare*. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Maestría en Desarrollo Rural.

López, A. (2016). *Necesidades energéticas y propuestas de instalaciones solares (UF0213)* (IC Editorial (ed.)). <https://elibro-net.biblioteca.unimagdalena.edu.co/es/ereader/unimagdalena/43897?page=234>

Mesa, G. (2020). *Una idea de justicia ambiental elementos de conceptualización y fundamentación*. Universidad Nacional de Colombia. <https://elibro-net.biblioteca.unimagdalena.edu.co/esereaderunimagdalena129953page=129>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial del Cesar. https://www.corpocesar.gov.co/files/PIGCCT_CESAR_2032.pdf

Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Mineroenergética. (2017). PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO CON HORIZONTE A 2025 - Versión para comentarios. <https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo-Minero-con-Vision-al-2025.aspx>

Moriones, G. (2019). *QUICENO TORO, Natalia. 2016. Vivir Sabroso: luchas y movimientos afrotrataños, en Bojayá, Chocó, Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario. 247 pp.*
<http://dx.doi.org/10.1590/1678-49442019v25n1p284>

Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.* 50.
https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf

Nugent, J. (2008). *Citizen science for 21st-century naturalists.* 41(7), 12–14.
<https://www.proquest.com/openview/28da7a6a7fc4132d673badfc94608daf/1?pq-origsite=gscholar&cbl=36017>

Pasqualino, J., Cabrera, C., Vanegas Chamorro, M. (2015). Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano. *Prospectiva*, 13(1), 68.
<https://doi.org/10.15665/rp.v13i1.361>

Pérez, D. (2016). *Ubuntu y sumak kawsay paradigmas urgentes para una paz incluyente y sostenible en colombia.* En S. Gruner, M. Blandón, J. Gómez, y C. Mina-Rojas (Eds.), *Des/DIBUJANDO EL PAIS/aje. Aportes para la paz con los pueblos afrodescendientes e indígenas: territorio, autonomía y buen vivir* (Número Agosto de 2016, pp. 51–64).
https://renacientes.net/wp-content/uploads/2017/01/FINAL_libro-Desdibujando_20-Agosto.pdf

Peters, S. E., Walton, C. R., Husson, J. M., Quinn, D. P., Shorttle, O., Keller, C. B., Gaines, R. R. (2021). Igneous rock area and age in the continental crust. *The Geological Society of America*, 1–5.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1130/G49037.1>

Procuraduría General de la Nación. (2018). Procuraduría destituyó a alcaldesa y tres concejales de Chiriguaná, Cesar. <https://www.procuraduria.gov.co/portal/Procuraduria-destituyo-alcaldesa-concejales-Chiriguana.news#:~:text=La Procuraduría General de la,por incumplir una decisión judicial.>

Reina-Rozo, J. (2020). Ingeniería para la construcción de paz: una reflexión preliminar para procesos tecnocientíficos de resiliencia territorial (Engineering for Peacebuilding: A Preliminary. Revista CTS, no, 40, 81–110. <https://doi.org/10.18601/16578651.n27.07>

Roa, T., Soler, J. P., Aristizábal, J. (2018). Transición Energética en Colombia: aproximaciones, debates y propuestas. En Ideas Verdes - Análisis Político. (Núm. 7). https://co.boell.org/sites/default/files/20180301_ideasverdes_no7_web2018_ok.pdf

Rožič, P. Ž., Valand, N., Tomc, H. G., Guna, J., Fon, Ž. (2020). RockCheck the rocks – Innovative pedagogical approaches for active learning about rock. *European Geosciences Union General Assembly*. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-4749>

Salcedo, C., Vega-Noguera, M. de J., Reina-Rozo, J. D. (2021). Redes de colaboración y Formación para el Fomento de la Ingeniería Comprometida: Reflexiones hacia Futuros Posibles. *International Journal of Engineering, Social Justice, and Peace*, 8(1), 105-126. <https://doi.org/10.24908/ijesjp.v8i1.14285>

Sánchez, L. (2010). Evaluación del impacto ambiental: conceptos y métodos. Ecoe Ediciones. <https://elibro-net.biblioteca.unimagdalena.edu.co/es/ereader/unimagdalena/65934?page=1>

Santamaria, R., Cardoso, A., Caselles, C. (2021). *Co-creación de la Agenda de Transición del modelo minero-energético en el Caribe Colombiano*. (En N. Moreno y L. Rodríguez (eds.); 1era edición). Fundación Rosa Luxemburg, Oficina Andina. www.rosalux.org.ec

Seltzer, C. (2021). *About · iNaturalist*. <https://www.inaturalist.org/pages/about>

Toro, J., Martínez, R., Arrieta, G. (2013). Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA)*, 4(2), 43–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.22490/21456453.990>

Tovar, A. (2014). Evaluación de Impacto Ambiental de la Energía Solar y Eólica en la Biota de Colombia [Universidad Militar Nueva Granada].

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12054/ProyectoFinal-Ambiental.pdf;jsessionid=DA2DFB6271647D546F7E066FBBDBC589?sequence=1>

Vargas, O. S. (2020). Energía comunitaria: retos y oportunidades para las energías renovables no convencionales desde abajo en Colombia. En N. Moreno L. Rodríguez (Eds.), *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Fundación). <https://bloque10.unimagdalena.edu.co/energia-comunitaria-retos-y-oportunidades-para-las-energias-renovables-no-convencionales-desde-abajo-en-colombia/>

Wood, C., Poslad, S., Kaniadakis, A., Gabrys, J. (2017). What lies above: Alternative user experiences produced through focusing attention on GNSS infrastructure. DIS 2017 - Proceedings of the 2017 ACM Conference on Designing Interactive Systems, 2, 161–172. <https://doi.org/10.1145/3064663.3064757>

SOLARGIS, ESMAP, World Bank Group, «Global Solar Atlas,» Energydata.info, 4 Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://globalsolaratlas.info/map?c=9.406049,-73.515015,11&m=site> [Último acceso: 9 Diciembre 2020].

U. o. Oregon, «Solar Radiation Monitoring Laboratory,» 5 Marzo 2007. [En línea]. Available: <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html> [Último acceso: 9 Diciembre 2020].

calculator.net, «Voltage Drop Calculator,» [En línea]. Available: <https://www.calculator.net/voltage-drop-calculator.html> [Último acceso: 13 Diciembre 2020]

Fullriver Battery, «DC SERIES BATTERY SPECS,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.fullriverbattery.com/> . [Último acceso: 13 Diciembre 2020]

Trojan Battery Company, «Baterías de electrolito líquido Solar Signature,» [En línea]. Available: https://www.trojanbattery.com/es/solar_signature-line-flooded/ [Último acceso: 13 Diciembre 2020].

Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2. 21 diciembre 2021
Available: <https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/> [Último acceso: 21 Diciembre 2021]

Portal web «Weather Spark», 21 diciembre 2021 Available:
<https://es.weatherspark.com/y/24415/Clima-promedio-en-Chiriguan%C3%A1-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o> [Último acceso: 21 Diciembre 2021]