

CAPÍTULO 0:

RESUMEN EJECUTIVO

Índice.....	0-1
Índice de tablas.....	0-2
Índice de figuras	0-3
0 RESUMEN EJECUTIVO.....	0-5
0.1 Descripción del proyecto.....	0-5
0.1.1 Localización.....	0-8
0.1.2 Infraestructura existente	0-11
0.2 Descripción del área de influencia.....	0-12
0.3 Características principales del área de influencia por componentes.....	0-16
0.3.1 Medio Abiótico.....	0-16
0.3.2 Medio Biótico.....	0-66
0.3.3 Medio Socioeconómico.....	0-80
0.3.4 Paisaje.....	0-95
0.3.5 Servicios ecosistémicos.....	0-99
0.3.6 Modelo de almacenamiento geográfico - MAG.....	0-101
0.4 Aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables.....	0-102
0.4.1 Aguas superficiales.....	0-103
0.4.2 Aguas subterráneas	0-103
0.4.3 Vertimientos	0-103
0.4.4 Ocupaciones de cauces.....	0-104
0.4.5 Aprovechamiento forestal	0-105
0.4.6 Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad.....	0-109
0.4.7 Emisiones atmosféricas (aire y ruido).....	0-110
0.4.8 Materiales de construcción.....	0-110
0.5 Evaluación ambiental de impactos.....	0-111
0.5.1 Escenario Sin Proyecto.....	0-112
0.5.2 Escenario Con Proyecto	0-124
0.6 Zonificación ambiental.....	0-138
0.6.1 Zonificación medio abiótico.....	0-138
0.6.2 Zonificación medio biótico.....	0-140
0.6.3 Zonificación Medio socioeconómico.....	0-141
0.6.4 Zonificación Ambiental final	0-142
0.7 Zonificación de manejo ambiental.....	0-145
0.8 Evaluación económica ambiental.....	0-150
0.9 Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	0-151
0.9.1 Programas de manejo ambiental.....	0-151
0.9.2 Plan de seguimiento y monitoreo.....	0-153
0.9.3 Plan de gestión del riesgo.....	0-155
0.9.4 Plan de desmantelamiento y abandono	0-156
0.9.5 Otros planes y programas.....	0-156
0.10 Costo total estimado del proyecto.....	0-159
0.11 Costo total aproximado de la implementación del PMA.....	0-160

0.12	Cronograma general estimado de ejecución del proyecto	0-161
0.13	Cronograma general estimado de ejecución del PMA	0-161
0.14	Desmantelamiento y abandono	0-167
0.15	Superposición y coexistencia de proyectos.....	0-167
0.16	Bibliografía.....	0-169

Índice de tablas

TABLA 0.1. ÁREAS QUE COMPONEN EL PARQUE SOLAR.....	0-6
TABLA 0-2 LOCALIZACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	0-9
TABLA 0-3 UNIDADES TERRITORIALES ÁREA DE INFLUENCIA SOCIOECONÓMICA.....	0-16
TABLA 0-4 UNIDADES GEOLÓGICAS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-17
TABLA 0-5 JERARQUIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE ACUERDO CON SGC PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-20
TABLA 0-6 JERARQUIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE ACUERDO CON IGAC PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-21
TABLA 0-7 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	0-23
TABLA 0-8 UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELO DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA ...	0-26
TABLA 0-9 USO ACTUAL DEL SUELO	0-29
TABLA 0-10 USO POTENCIAL DEL SUELO DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-30
TABLA 0-11 CONFLICTO USO DEL SUELO.....	0-32
TABLA 0-12 UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DEFINIDAS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-48
TABLA 0-13 PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA CLASIFICADOS COMO POZOS PROFUNDOS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA.....	0-51
TABLA 0-14 CALIFICACIÓN DE CADA VARIABLE	0-56
TABLA 0-15 CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA ESPECÍFICOS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO	0-56
TABLA 0-16 RANGOS PARA CLASIFICACIÓN DE ESTABILIDAD GEOTÉCNICA PARA EL ÁREA DE ESTUDIO	0-59
TABLA 0-17 RANGOS PARA CLASIFICACIÓN DE ESTABILIDAD GEOTÉCNICA PARA EL ÁREA DE ESTUDIO	0-59
TABLA 0-18 CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE ESTABILIDAD GEOTÉCNICA	0-60
TABLA 0-19 UNIDADES TERRITORIALES ÁREA DE INFLUENCIA SOCIOECONÓMICA.....	0-81
TABLA 0-20 AUTORIDADES DEL ORDEN REGIONAL, DEPARTAMENTAL Y MUNICIPAL RELACIONADAS CON EL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	0-83
TABLA 0-21 UNIDADES TERRITORIALES CON LAS QUE SE DESARROLLARON LOS LINEAMIENTOS DE PARTICIPACIÓN	0-84
TABLA 0-22 POBLACIÓN MUNICIPIOS DE IBAGUÉ Y PIEDRAS (TOLIMA)	0-87
TABLA 0-23 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNICIPIOS DE IBAGUÉ Y PIEDRAS (TOLIMA).....	0-87
TABLA 0-24 TOTAL DE POBLACIÓN Y DISTRIBUCIÓN POR UNIDAD TERRITORIAL MENOR	0-87
TABLA 0-25 ORGANIZACIONES COMUNITARIAS UNIDADES TERRITORIALES MENORES ASOCIADAS AL PROYECTO.....	0-93
TABLA 0-26 UNIDADES DE PAISAJE DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-96
TABLA 0-27 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - ESCENARIO SIN PROYECTO.....	0-113
TABLA 0-28 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - ESCENARIO CON PROYECTO	0-125
TABLA 0-29 ELEMENTOS SOCIOAMBIENTALES CONSIDERADOS EN LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....	0-138
TABLA 0-30. ÁREA DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL PARA EL MEDIO ABIÓTICO	0-139
TABLA 0-31. ZONIFICACIÓN BIÓTICA DE LAS COBERTURAS	0-141
TABLA 0-32. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....	0-143
TABLA 0-33. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....	0-145

TABLA 0-34 ZONAS O UNIDADES DE MANEJO AMBIENTAL.	0-146
TABLA 0-35 ÁREA Y PORCENTAJE DE ÁREA DE LAS CATEGORÍAS DE MANEJO AMBIENTAL	0-148
TABLA 0-36. ESTRUCTURA PLAN DE MANEJO MEDIO ABIÓTICO	0-152
TABLA 0-37. ESTRUCTURA PLAN DE MANEJO MEDIO BIÓTICO	0-153
TABLA 0-38. ESTRUCTURA PLAN DE MANEJO MEDIO SOCIOECONÓMICO	0-153
TABLA 0-39 COSTOS DE INVERSIÓN	0-159
TABLA 0-40 COSTOS DE OPERACIÓN	0-159
TABLA 0-41. COSTO TOTAL APROXIMADO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PMA, SEGÚN LO DEFINIDO EN EL CAPÍTULO 10.1.1	0-160
TABLA 0-42. CRONOGRAMA GENERAL ESTIMADO DE EJECUCIÓN DEL PMA	0-162
TABLA 0-43 PROYECTOS CON LICENCIA AMBIENTAL IDENTIFICADOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO- BIÓTICA DEL PROYECTO FOTVOLTAICO SHANGRI-LA.	0-168
TABLA 0-44 PROYECTOS CON LICENCIA AMBIENTAL SUPERPUESTOS CON EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO FOTVOLTAICO SHANGRI-LA.	0-169

Índice de figuras

FIGURA 0.1 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO FOTVOLTAICO SHANGRI-LA	0-10
FIGURA 0.2-1 ÁREA DE INFLUENCIA PARA EL MEDIO FÍSICO BIÓTICO	0-14
FIGURA 0.2-2 ÁREA DE INFLUENCIA DEFINITIVA MEDIO SOCIOECONÓMICO	0-15
FIGURA 0.3-1 UNIDADES GEOLÓGICAS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-18
FIGURA 0.3-2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-19
FIGURA 0.3-3 DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA DEL SGC PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-21
FIGURA 0.3-4 DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA DEL SGC PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-23
FIGURA 0.3-5 UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELO DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO	0-28
FIGURA 0.3-6 USO ACTUAL DEL SUELO DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO	0-30
FIGURA 0.3-7 USO POTENCIAL DEL SUELO DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO	0-31
FIGURA 0.3-8 CONFLICTO USO DEL SUELO DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO	0-34
FIGURA 0.3-9 UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-49
FIGURA 0.3-10 POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-50
FIGURA 0.3-11 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA	0-61
FIGURA 0.3-12 UNIDADES TERRITORIALES DONDE SE UBICARÁ INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO.	0-81
FIGURA 0.3-13 NUMERO VIVIENDAS CON COBERTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO UNIDADES TERRITORIALES	0-89
FIGURA 0.3-14 NUMERO VIVIENDAS CON COBERTURA A SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS DOMICILIARIO UNIDADES TERRITORIALES	0-89
FIGURA 0.3-15 DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO- BIÓTICA	0-99
FIGURA 0.5-1 PRINCIPIO GENERAL DEL IMPACTO AMBIENTAL	0-112
FIGURA 0.5-2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS POR CARÁCTER, ESCENARIO SIN PROYECTO	0-117
FIGURA 0.5-3 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS POR MEDIO, ESCENARIO SIN PROYECTO	0-118
FIGURA 0.5-4 SIGNIFICANCIAS AMBIENTALES NEGATIVAS POR MEDIO, ESCENARIO SIN PROYECTO	0-120
FIGURA 0.5-5 SIGNIFICANCIAS AMBIENTALES POSITIVAS POR MEDIO, ESCENARIO SIN PROYECTO	0-120
FIGURA 0.5-6 IMPORTANCIA AMBIENTAL NEGATIVA POR COMPONENTE, ESCENARIO SIN PROYECTO	0-121

FIGURA 0.5-7 IMPORTANCIA AMBIENTAL POSITIVA POR COMPONENTE, ESCENARIO SIN PROYECTO.....	0-122
FIGURA 0.5-8 IMPORTANCIA AMBIENTAL POSITIVA POR COMPONENTE, ESCENARIO SIN PROYECTO.....	0-123
FIGURA 0.5-9 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS POR CARÁCTER, ESCENARIO CON PROYECTO	0-132
FIGURA 0.5-10 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS POR MEDIO, ESCENARIO CON PROYECTO	0-133
FIGURA 0.5-11 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS POR COMPONENTE, ESCENARIO CON PROYECTO	0-134
FIGURA 0.5-12 IMPORTANCIA AMBIENTAL POSITIVA POR COMPONENTE, ESCENARIO CON PROYECTO..	0-135
FIGURA 0.5-13 SIGNIFICANCIA AMBIENTAL NEGATIVA POR ACTIVIDAD, ESCENARIO CON PROYECTO	0-136
FIGURA 0.5-14 SIGNIFICANCIA AMBIENTAL POSITIVA POR ACTIVIDAD, ESCENARIO CON PROYECTO	0-138
FIGURA 0.6-1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL MEDIO ABIÓTICO	0-139
FIGURA 0.6-2 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL MEDIO BIÓTICO	0-140
FIGURA 0.6-3 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL.....	0-142
FIGURA 0.6-4 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	0-144
FIGURA 0.6-5 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.	0-145
FIGURA 0.7-1 ZONIFICACIÓN MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO	0-148
FIGURA 0.7-2 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA ZONIFICACIÓN MANEJO AMBIENTAL DEL AI	0-149
FIGURA 0.8-1 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO	0-150
FIGURA 0.9-1 ORGANIZACIÓN DE PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	0-155
FIGURA 0.12-1. CRONOGRAMA GENERAL DEL PROYECTO EN SUS DIFERENTES ETAPAS.	0-161

0 RESUMEN EJECUTIVO

0.1 Descripción del proyecto

El Proyecto Fotovoltaico Shangri-La aprovechará la energía solar por medio en una serie de módulos fotovoltaicos (hasta 160 MW en corriente alterna) y la aplicación de un proceso no contaminante, que producirá corriente eléctrica alterna para ser suministrada al Sistema de Transmisión Nacional, a través de una línea de transmisión de 230 kV que conectará con la subestación Mirolindo, en el municipio de Ibagué.

El representante operativo y titular del Proyecto es OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P.¹ (NIT 901.512.352-3), sociedad debidamente constituida y válidamente existente de conformidad con las leyes de la República de Colombia, domiciliada en Bogotá, D.C.,

El diseño de la Planta de Generación Fotovoltaica y la línea de transmisión de 230 kV, cumple con todos los requisitos específicos para la generación de energía eléctrica establecidos en el reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) expedido mediante Resolución 90708 de 2013 y actualizado bajo la Resolución 40492 de 2015 del Ministerio de Minas y Energía, por lo cual se efectuó el diseño y planeación de la instalación conforme a la Sección 690 de la NTC 2050.

El Parque fotovoltaico se construirá en predios de las Veredas Picaleña Sector Rural del municipio Ibagué y de la Vereda Estación Doima del Municipio Piedras, y se fundamenta en la generación de energía eléctrica mediante el uso de energías renovables con una capacidad instalada aproximada de 209,34 MWp y con una capacidad de generación en la red de 160 MWac. El sistema de montaje consistirá en seguidores horizontales de un solo eje. Se espera que el Proyecto genere aproximadamente 427,248 GWh de

¹ ACLARACIÓN: OPERADORA RAYO ENERGÍA COLOMBIA S.A.S. (NIT 901.270.422-0) constituyó la OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. (Nit 901.512.352-3) para el trámite de los permisos ambientales aplicables al PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.

electricidad durante su primer año de operación, con un rendimiento implícito de aproximadamente 1.841 kWh / kWp / año, en línea con los mayores rendimientos que se pueden lograr en Colombia, diseñando el Proyecto para una operación de 30 años.

Lo anterior a partir de 387.688 unidades de paneles fotovoltaicos que representan una capacidad de 540 Wp (Watts Pico) por panel, los cuales dentro de la planta fotovoltaica cuentan con transformadores para elevar la tensión de la energía generada a 230 kV y así transportarla mediante línea de interconexión hasta la Subestación Mirolindo del Municipio de Ibagué. A su vez el Proyecto comprende el diseño, construcción, montaje, operación y mantenimiento de las siguientes características e infraestructura:

- **Capacidad a instalar:** 209,34 MWp – 160 MWac
- **Módulos o Paneles Solares:** 387.688 unidades cuya capacidad es de 540 Wp para cada módulo, instalados en un área de 254,01 ha. El Parque Solar está compuesta por 6 Áreas, las cuales se presentan seguidamente en la Tabla 0.1 con las áreas que ocupa cada una, así como veredas y municipio donde se localizan.

Tabla 0.1. Áreas que componen el Parque Solar

ÁREAS DEL PARQUE	ÁREA (HA)	UNIDAD TERRITORIAL	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
Miragatos	17,58	Picaleña	Ibagué	TOLIMA
Reposo-1 West	83,71			
Reposo-1 East	39,17			
Gasconia Área-1	42,09	Estación Doima	Piedras	
Reposo-2	37,09			
Gasconia Área-2	34,36			
TOTAL	254,01	-	-	

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

- **Estructura, seguidores y sistema de anclaje:** Los paneles estarán soportados por mesas de estructura metálica que permite el crecimiento natural de arbustos de

baja altura, y se instalarán seguidores que permitan optimizar el ángulo para la llegada de los rayos solares al módulo y generar más electricidad.

- **Estaciones de Media Tensión:** Subestación internas con Inversores Centrales y Transformadores de media tensión del parque fotovoltaico, donde los primeros se encargan de recoger la energía eléctrica generada por los paneles y transformarla de DC en AC, los segundos transforman la energía AC de los inversores a una tensión media de 34,5 kV.
- **Bodega de Operación y Mantenimiento:** edificio donde se agrupan todos los equipos para llevar a cabo las tareas de vigilancia, operativas, de control y seguridad de todo el parque.
- **Subestación Elevadora:** Recolecta toda la energía producida en el parque solar y mediante transformadores elevan la tensión de 34,5 kV a 230 kV.
- **Línea de conexión 230 kV:** Línea de 13,1 km y 80 estructuras de soportes (torres, torrecillas y postes), atravesando 3 veredas, 1 barrio y la zona adyacente a la comuna 9; será la encargada de transmitir la energía generada en la planta fotovoltaica, hasta la Subestación Miroloindo con una tensión de 230 kV. Cabe destacar que 12,39 km de la línea va de manera aérea, y 0,71 km va subterránea por ubicarse en zona urbana.
- **Bahía de Conexión 230kV:** El Proyecto Fotovoltaico Shangri-La recibió concepto favorable de la UPME para la conexión a la subestación Miroloindo a 230kV (vereda Alto Combeima, municipio de Ibagué, departamento de Tolima), a través de los Radicados 20191520038541 del 4 de septiembre de 2019 y 20201520049301 del 16 de octubre de 2020 y cuenta con contrato de conexión vigente n° 4010165 de febrero de 2021 (ANEXO C.1). En este sentido, se hará una adecuación en la Subestación Miroloindo de Ibagué con los equipos, estructuras e infraestructura

necesaria para la conexión de la energía generado en el parque con el STN en la Subestación Mirolindo 230kV.

- **Construcción de vías:** Se fundamenta en la construcción de vías de acceso de hasta 19,395 km dentro de la planta fotovoltaica para acceder a los paneles.

La descripción del Proyecto se presenta siguiendo los lineamientos de los siguientes instrumentos reglamentarios:

- Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en Proyectos de uso de energía solar fotovoltaica TdR-015, adoptados mediante la Resolución 1670 del 15 de agosto de 2017.
- Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17, adoptados mediante la Resolución 0075 del 18 de enero de 2018
- Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, adoptada mediante la Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 (MADS², 2018). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, adoptado mediante la Resolución 9 0708 del 30 de agosto de 2013 y las Normas Técnicas Colombianas NTC 1736 de 2005, NTC 2775 y NTC 5513 de 2007.

0.1.1 Localización

El Proyecto Fotovoltaico SHANGRI-LA y su Línea de Transmisión 230kV, se encuentra en territorio Jurisdicción de los Municipios Ibagué y Piedras del departamento de Tolima, donde la Línea de Transmisión 230kV incluye territorios urbanos³ y rurales de Ibagué, tal como se detalla en la Tabla 0-2 y Figura 0.1.

² Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, adoptada mediante la Resolución 1402 del 25 de julio de 2018. 228 p.

³ El trazado urbano de la línea de transmisión fue aprobado por la ANI y la Concesionaria San Rafael para la Línea de Transmisión Shangri-La (ANEXO B.1), y estará ubicado sobre el separador de la Variante norte de Ibagué 40TLG y Variante Picaleña 40TLF de la Concesión San Rafael, que garantiza el menor impacto sobre la infraestructura urbana de Ibagué y mayor viabilidad desde el punto de vista social, urbanístico y operativo.

Tabla 0-2 Localización Político-Administrativa del Proyecto Fotovoltaico SHANGRI-LA

MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL MENOR	PARQUE SOLAR	LÍNEA DE TRANSMISIÓN	VÍAS EXISTENTES DE ACCESO AL PARQUE SOLAR
Piedras (Tolima)	Vereda Estación Doima	X		X
Ibagué (Tolima)	Vereda Picaleña (sector rural)	X	X	X
	Vereda Aparco		X	
	Vereda Alto Combeima		X	
	Vereda Buenos Aires			X
	Barrio Picaleña		X	X
	Zonas adyacentes comuna 9		X	
	Conjunto Madeira Campestre			X

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

ACLARACIÓN: Si bien el área de influencia del proyecto contempla otras unidades territoriales descritas en el Capítulo 4 del presente EIA, en esta tabla se reportan aquellas que están en interacción directa o con proximidad a las obras o infraestructura del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

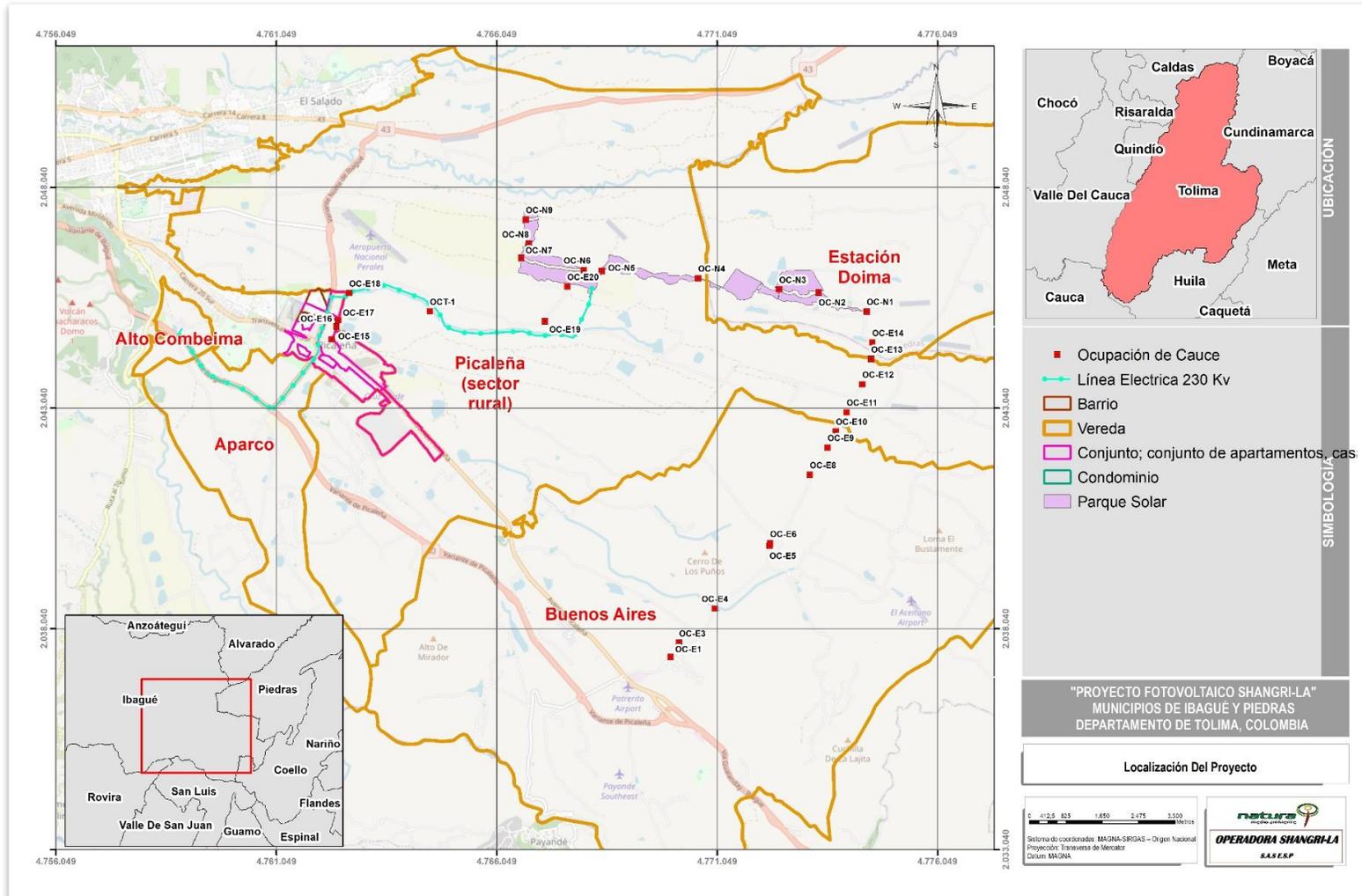


Figura 0.1 Localización General del Proyecto Fotovoltaico SHANGRI-LA

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

El área objeto de solicitud de licenciamiento para el desarrollo del Proyecto Fotovoltaico SHANGRI-LA es de 294,14 ha, que comprende el parque solar, la línea de transmisión y demás áreas temporales relacionadas con las actividades del proyecto, como accesos nuevos temporales, áreas de adecuación de vías existentes, áreas de trabajo, plazas de tendido, áreas de adecuación de ocupaciones de cauce, entre otros.

En el ANEXO Cartográfico (ANEXO A) del presente Estudio de Impacto Ambiental, se puede detallar los mapas con la infraestructura asociada a todo el Proyecto Fotovoltaico SHANGRI-LA, tanto del parque solar como de la línea de Transmisión 230 kV. Adicionalmente, en el Anexo C.2.1 se puede detallar las coordenadas de los vértices de cada infraestructura permanente y temporal a utilizar en el parque solar y en la línea de transmisión y su bahía de conexión 230kV, y en el Anexo C.2.2 se puede detallar la ubicación político-administrativa, áreas en hectáreas, condiciones del terreno a ocupar asociadas a cobertura de la tierra, uso actual del suelo y pendientes del terreno.

Es de aclarar que, de acuerdo con el diseño del proyecto, No se afectará infraestructuras de viviendas habitadas de las comunidades asentadas en el área de influencia, por lo que no se requerirá desarrollar procesos de traslado involuntario de población.

0.1.2 Infraestructura existente

En el numeral de infraestructura existente del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se identifican: el tipo y clasificación de vías, líneas férreas y demás infraestructura asociada, el estado actual de las vías e infraestructura de transporte, la infraestructura social y/o productiva asociada o no al proyecto y la infraestructura del Sistema Interconectado Nacional en el área de influencia del proyecto. En cuanto al tipo y clasificación de vías, se emplearon los sistemas del INVIAS y del IGAC, y se encontraron nueve (9) vías existentes susceptibles de ser usadas por el proyecto, las cuales son de tipo uno (1) a cinco (5) según el IGAC, mientras que según el INVIAS son de primer a tercer orden. No existen actualmente líneas férreas, pues la línea férrea paralela a la vía Buenos Aires – Doima reportada en la base cartográfica del IGAC 1:25.000 se encontró desmantelada en el reconocimiento de campo. Frente a la demás

infraestructura asociada, se identificó infraestructura aérea correspondiente a cuatro pistas de aterrizaje privadas: dos se identificaron en campo y dos se hallaron en la cartografía base del IGAC. El aeropuerto nacional Perales que presta sus servicios a la ciudad de Ibagué capital del departamento del Tolima está fuera del AI del proyecto.

De cara al estado actual de las vías e infraestructura de transporte, se hizo el reconocimiento de campo a las nueve (9) vías susceptibles a ser usadas por el proyecto, dos (2) de estas vías se componen de dos (2) tramos, de manera que se verificó el estado a once (11) tramos de vía, encontrando seis (6) tramos en buen estado, cuatro (4) tramos en estado regular y un (1) tramo en mal estado.

Por otra parte, la infraestructura social y/o productiva asociada o no al proyecto se reconoció en terreno, identificando que en general no está relacionada con el desarrollo del proyecto dado que se identificaron treinta y cuatro (34) puntos de infraestructura social correspondientes a: diecinueve (19) edificaciones, una (1) estación de Policía, una granja (1), una (1) parroquia y doce (12) sitios con tubería elevada de acueducto. Además, en cuanto a la infraestructura productiva, se encontró una (1) instalación agroindustrial de silos de arroz y dos (2) gasoductos que recorren el área de influencia paralelos al corredor Buenos Aires – Doima.

Finalmente, para la infraestructura del Sistema Interconectado Nacional en el área de influencia del proyecto se hizo un reconocimiento de la infraestructura eléctrica, encontrando una (1) red eléctrica de baja tensión que transporte el fluido eléctrico hacia la zona rural del área de influencia, así mismo, se reconocieron torres de media tensión que llegan a la estación Mirolindo, que se ubica al extremo más occidente del área del proyecto.

0.2 Descripción del área de influencia

Para la definición del área de influencia, fue utilizada la "Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia" (ANLA 2018). Por lo cual se realizará según lo sugerido en la guía, una definición de área de influencia por componentes

preliminar con la que se realizó la salida de campo, y un área de influencia definitiva según los ajustes al área por la información obtenida en campo y la evaluación de impactos.

Fueron consultados además los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental-EIA en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica TdR-015, 2017"; así como los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA proyectos de Sistemas de transmisión de energía eléctrica Tdr-17, 2018". Fue consultado además la Metodología General para la elaboración de estudios Ambientales (ANLA, 2018)".

Para el área de estudio del presente proyecto, se definió un área de influencia para el medio físico, otra para el medio biótico, las cuales se integraron en una única área fisicobiótica y finalmente una para el medio socioeconómico. El área de influencia se delimitó teniendo en cuenta las actividades a desarrollar, en sus diferentes etapas (transversales, pre-construcción, construcción, operación y, desmantelamiento y abandono), y la alteración favorable o desfavorable que producen en el medio o en algunos componentes ambientales.

0.2.1.1 Área de influencia Físico-biótica

La delimitación del Área de Influencia del medio Físico contempló los componentes ambientales: geosférico (geología, geomorfología, geotecnia, suelos e hidrogeología), hidrología, atmosférico, y paisaje. El área de influencia final del medio abiótico se obtuvo mediante la superposición de las áreas para los componentes anteriores.

Para la delimitación del Área de Influencia del medio Biótico, se contempló las unidades ecosistémicas y coberturas vegetales registradas para el proyecto, las cuales fueron generadas con la implementación del Mapa de biomas y Coberturas vegetales identificadas de acuerdo a la metodologías Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), que fueron llevados a una escala 1:10.000. Así mismo, de acuerdo con lo establecido para el Área del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se realizó la identificación

de las vías de acceso y de los cuerpos lénticos y lóticos que se encontraron en los recorridos realizados en campo, desde esta interacción se logró la validación de cuerpos de agua susceptibles a intervención, para lo cual se identificaron las principales actividades que puedan generar cierta incidencia sobre los cuerpos de agua y directamente sobre las comunidades hidrobiológicas que allí habitan.

Teniendo en cuenta que el área de influencia en la que se realizó la caracterización ambiental del proyecto es aquella donde se pueden manifestar los posibles impactos por las actividades desarrolladas y a partir de los criterios antes mencionados, para el área de influencia del proyecto se usa una unión de las áreas de influencia abióticas y bióticas del proyecto conformando un único polígono para la caracterización ambiental.

En la Figura 0.2-1 se observa el ejercicio realizado para la unión de las dos áreas de influencia, el cual consistió en tomar las áreas más extensas donde se presenten los impactos de cada uno de los componentes bióticos y abióticos, con el fin de observar la extensión de cada uno de estos

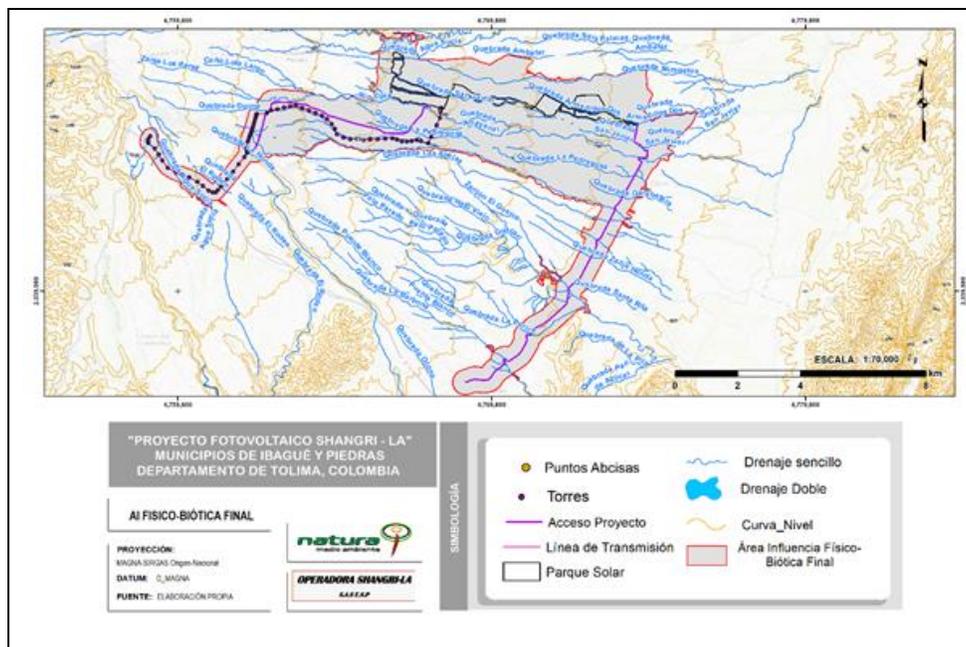


Figura 0.2-1 Área de Influencia para el medio físico biótico

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.2.1.2 Área de influencia social definitiva

Con base en el análisis de los criterios para los diferentes componentes y que se establecieron en función de los impactos del proyecto, se presenta a manera de conclusión el área de influencia definitiva para el medio socioeconómico, la cual se establece en la Figura 0.2-2.

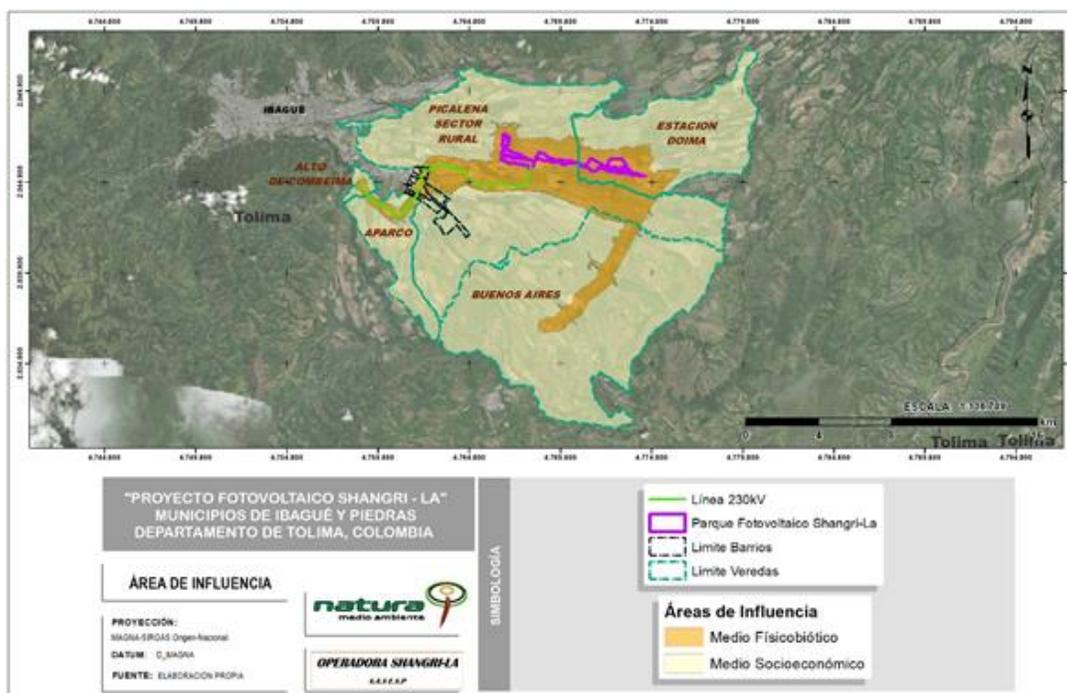


Figura 0.2-2 Área de influencia definitiva medio socioeconómico

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Esta área se establece como representativa de la dinámica local del medio socioeconómico respecto a la presencia del proyecto y está contenida entre los municipios de Piedras e Ibagué, del departamento del Tolima (Tabla 0-3).

Tabla 0-3 Unidades territoriales área de influencia socioeconómica

MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL MENOR
Piedras (Tolima)	Vereda Estación Doima
Ibagué (Tolima)	Picaleña (sector rural)
	Vereda Aparco
	Vereda Alto Combeima
	Vereda Buenos Aires
	Barrio Rincón de las Américas
	Barrio Las Américas
	Barrio Villas de Gualara
	Barrio Los Tunjos
	Barrio Picaleña
	Conjuntos Madeira Campestre, Arboleda y Yarumos
	Áreas adyacentes comuna 9 (Condominio Hacienda Las Victorias, conjuntos de apartamentos Arboleda del Campestre y Ecociudad de la Riviera)

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3 Características principales del área de influencia por componentes

0.3.1 Medio Abiótico

0.3.1.1 Geología

El área de influencia físico-biótica definida para el "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La", se localiza geográficamente dentro de los municipios de Piedras e Ibagué, ambos pertenecientes al departamento del Tolima. Dicho proyecto, se localiza a su vez, sobre el flanco oriental de la Cordillera Central, sobre la plancha geológica 245 Girardot, elaborada por el Servicio Geológico Colombiano, en el año 2002.

Desde el punto de vista geológico, el área de estudio a nivel regional se localiza, dentro de las cuencas hidrográficas del Río Coello, Río Totaré y el Río Opía. En este sentido, para la caracterización geológica, fueron consultados los Planes de Ordenación de Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) del río Coello y río Totare, elaborados por la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA).

Dentro del área de influencia físico-biótica, así como dentro del área de intervención del proyecto, afloran dos (2) unidades de roca denominadas: Abanico de Ibagué (Qai) y Depósitos Aluviales Recientes (Qar). El área ocupada por cada una de estas unidades geológicas se presenta en la Tabla 0-4, donde además se muestra los dominios propuestos en el Modelo de Almacenamiento Geográfico (Geodatabase) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de acuerdo con la resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016. La distribución de las unidades geológicas se presenta en la Figura 0.3-1.

Tabla 0-4 Unidades geológicas dentro del área de influencia físico-biótica

EON	ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD	NOMBRE	NOME NCLAT	AREA_H A	%ÁR EA
Fanerozoic o-PH	Cenozoic o-CZ	Cuaternar io-Q	Holocen o-Q2	Zanclean o-n7	Abanico de Ibagué	Qai	4139,79	83,52
Fanerozoic o-PH	Cenozoic o-CZ	Cuaternar io-Q	Holocen o-Q2	Gelasian o-n9	Depósitos Aluviales Recientes	Qar	816,60	16,48
TOTAL							4.956,39	100

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

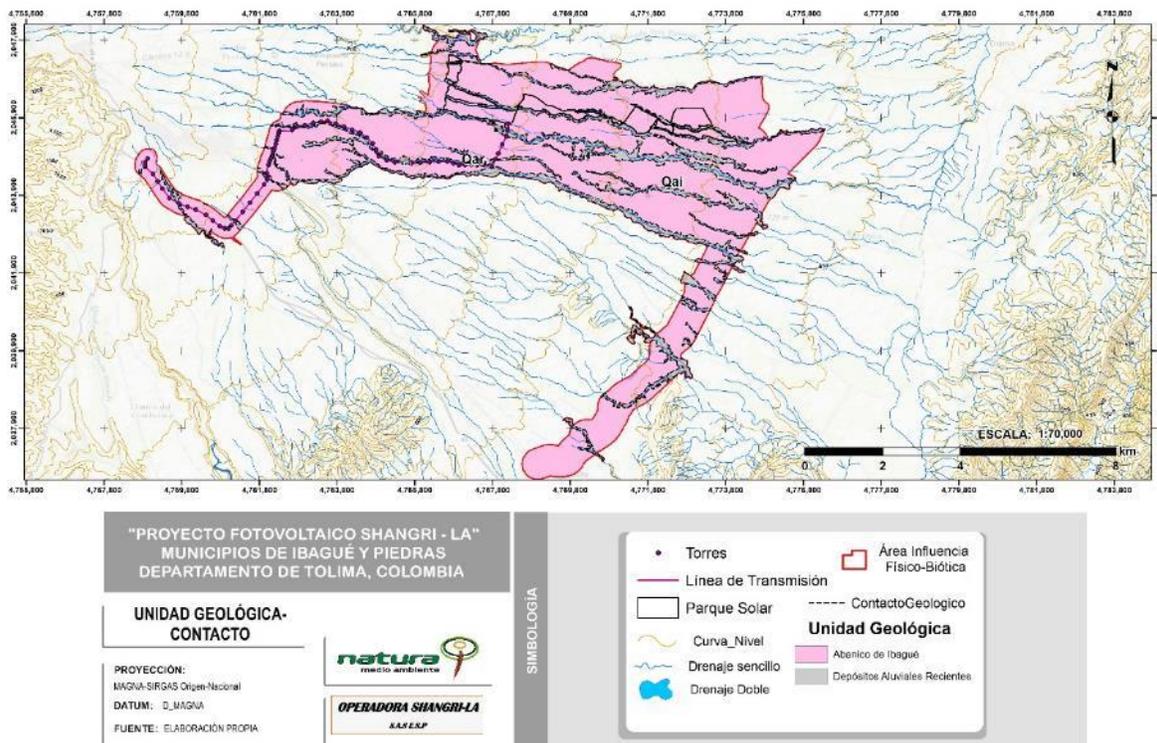


Figura 0.3-1 Unidades geológicas dentro del área de influencia físico-biótica

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Dentro del contexto geológico estructural local, se tienen una sola falla geológica, la cual es cubierta. Dicha falla no se encuentra dentro de la zona de intervención del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La. Solo atraviesan un par de torres de la línea de transmisión. Esta falla cubierta tiene una dirección NW-SE, y no se evidencia afectación de acuerdo con el trabajo de campo realizado en dicha zona. El trazo de la falla fue tomado del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y se presenta en la siguiente figura (Figura 0.3-2). La Falla de Ibagué y la Falla de Doima, no se encuentran dentro del área de influencia físico-biótica del presente proyecto.

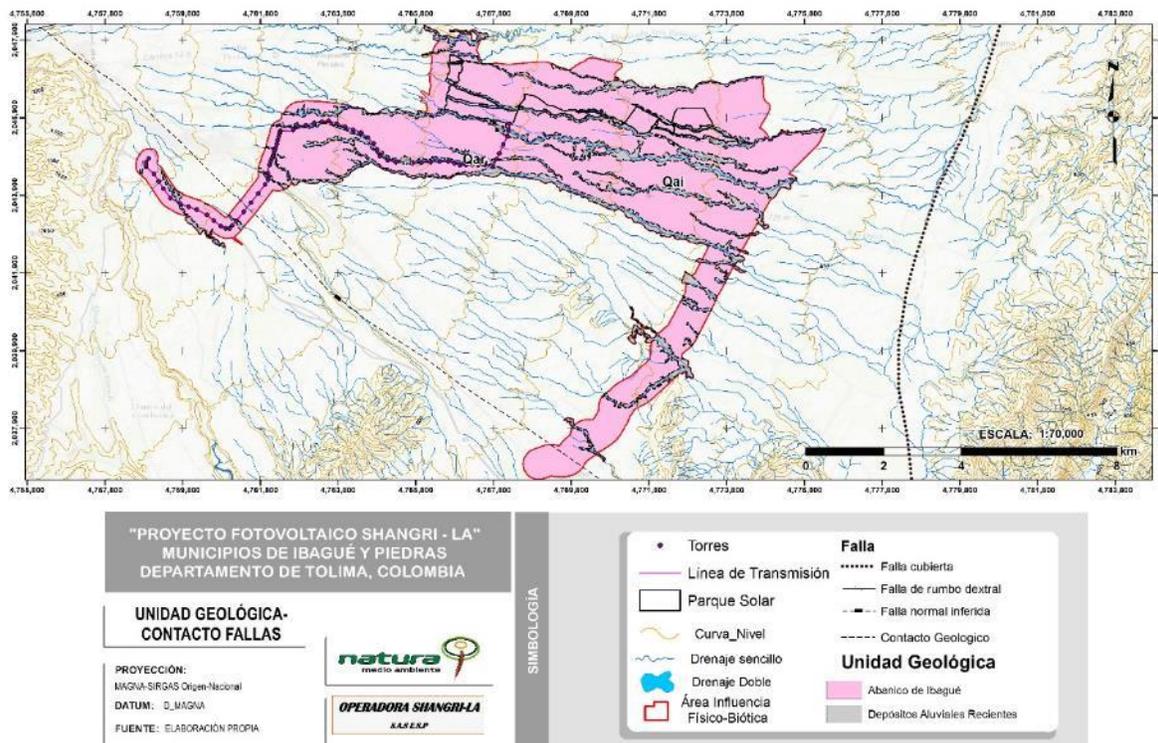


Figura 0.3-2 Geología estructural local dentro del área de influencia físico-biótica

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.1.2 Geomorfología

La geomorfología del área de influencia físico-biótica fue definida teniendo en cuenta la metodología del Servicio Geológico Colombiano y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

La siguiente tabla (Tabla 0-5) muestra la jerarquización geomorfológica definida para esta zona, de acuerdo con la metodología del SGC. Según la escala del proyecto (1:10.000) se adopta como sistema de trabajo la subunidad geomorfológica. En esta tabla se encuentra diligenciada de acuerdo con los dominios estipulados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Tabla 0-5 Jerarquización geomorfológica de acuerdo con SGC para el área de influencia físico-biótica

Geomorfo Estructura	Provincia	Región	Unidad	Subunidad	Componente	Nombre unidad geomorfológica	Nomenclatura
Cordillera, Orógeno	Cordillera Central	Ambiente Volcánico	Lahar	Ladera volcánica	Cuello Volcánico	Lahar	Vlh
		Ambiente Fluvial	Llanura de inundación	Llanuras	Cauces	Vallecito	Fva
		Ambiente Antropogénico	Canteras	Ladera volcánica	Flancos	Cantera	Aca
			Lahar	Planos de explanación	Flancos	Superficie de explanación	Ase
					Canales	Embalses y/o Jagüeyes	Aext

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La distribución de las unidades geomorfológicas dentro del área de influencia físico-biótica, de acuerdo con la metodología del Servicio Geológico Colombiano se presenta en la Figura 0.3-3.

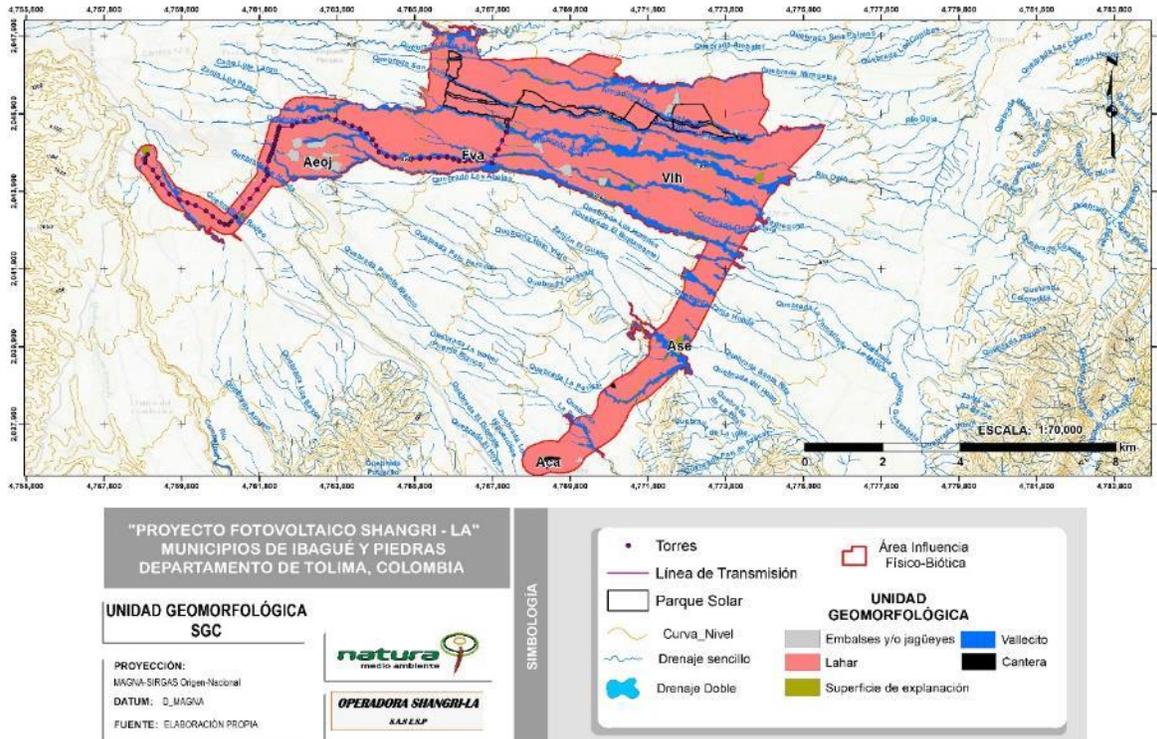


Figura 0.3-3 Distribución de las unidades geomorfológicas de acuerdo con la metodología del SGC para el área de influencia físico-biológica

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La Tabla 0-6 muestra la jerarquización geomorfológica de acuerdo con los nombres propuestos por el IGAC.

Tabla 0-6 Jerarquización geomorfológica de acuerdo con IGAC para el área de influencia físico-biológica

GEOESTRUCTURA	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL LITOLÓGICA	MATERIAL PARENTAL FACIES	FORMA DEL TERRENO	NOMBRE UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	NOMENCLATURA
Cordillera	Ambiente Depositional	Valle	Cono Volcánico	Ígneas Extrusivas	Volcánico	Flujo fluvial	Abanico	Ab

GEOESTRUCTURA	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL LITOLÓGICA	MATERIAL PARENTAL FACIES	FORMA DEL TERRENO	NOMBRE UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	NOMENCLATURA
						olcánico		
			Llanura	Sedimentarias clásticas	Aluvial	Vallecito	Vallecito	Vila

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La distribución de las unidades geomorfológicas de acuerdo con la metodología del IGAC, para el área de influencia físico-biótica, se presenta a continuación en la Figura 0.3-4.

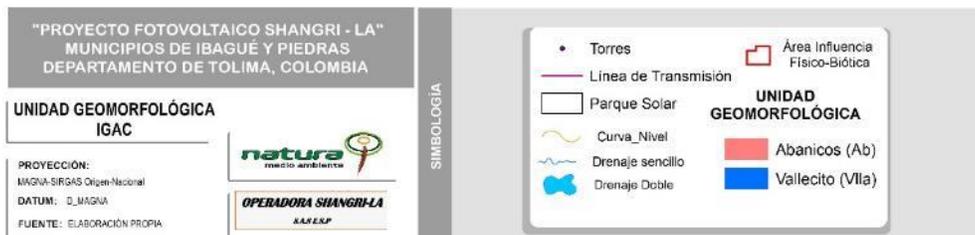
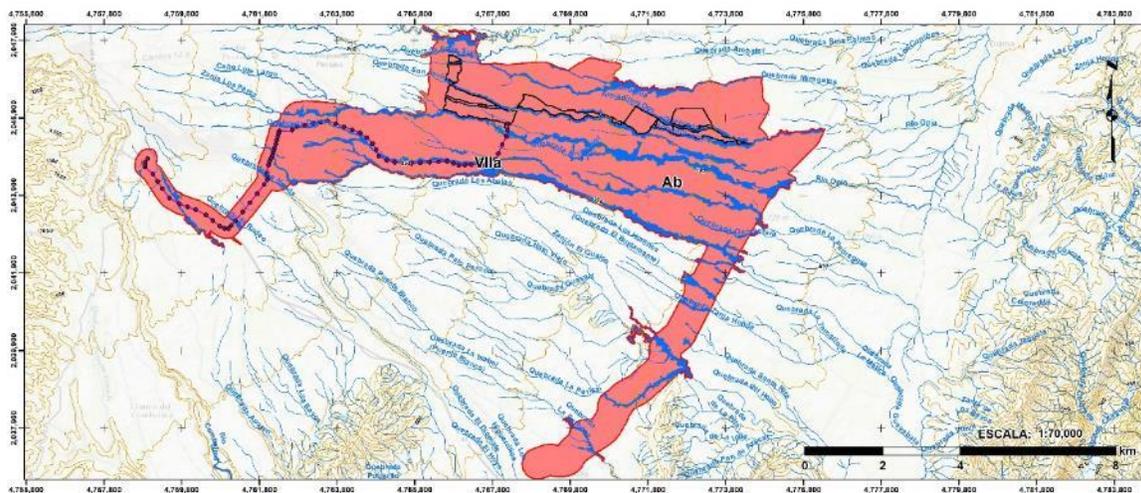


Figura 0.3-4 Distribución de las unidades geomorfológicas de acuerdo con la metodología del SGC para el área de influencia físico-biótica

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

En la Tabla 0-7, se presentan las descripciones de las unidades geomorfológicas dentro del área de estudio.

Tabla 0-7 Unidades geomorfológicas del área de estudio

Ambiente morfog	Unidad geomorfológica SGC	Unidad geomorfológica IGAC	Morfología, morfografía, drenaje	Símbolo	Morfodinámica
VOLCÁNICO	Lahar	Abanico	Corresponde a los abanicos recientes de Ibagué, de clima cálido seco, localizados a altitudes entre 300 a 600 m. La Precipitación promedio anual es inferior a 1200 mm y la temperatura superior a 24C. El material parental está constituido por flujos de lodos provenientes de los volcanes de Tolima y Santa Isabel y por aluviones heterométricos. El relieve es ligeramente inclinado y ondulado con pendientes de 1-3-12%; se observa una disección profunda labrada por los caños que descienden de la cordillera.	Vlh	Los suelos están afectados por erosión ligera y moderada.
FLUVIAL	Vallecito	Vallecito	Superficies semiplanas a planas, a manera de franjas elongadas paralelas a las corrientes de agua (río y principales quebradas) marcan un relieve deprimido y bajo, plano a ligeramente	FVa	Erosión baja, moderada.

Ambiente morfog	Unidad geomorfológica SGC	Unidad geomorfológica IGAC	Morfología, morfografía, drenaje	Símbolo	Morfodinámica
			inclinado, eventualmente inundable por desborde del río. Pendientes del 1-3% y del 3-7%, ocurrencia de proceso fluvio-erosivos. Constituida por sedimentos de diferentes granulometrías producto de procesos fluvio-torrenciales depositados cuando las crecidas periódicas inundan valles amplios y llanos.		
ANTROPOGÉNICO	Superficie de explanación	No definida con esta metodología	Geoforma de origen antrópico asociado con el desarrollo industrial presente en el área de influencia físico-biótica	Ase	Erosión laminar, en surcos, barrancos.
	Cantera	No definida con esta metodología	Geoforma asociada con antiguas zonas de explotación de material.	Aca	Presencia de fenómenos de remoción en masa, caídas de bloques.
	Embalses y/o Jagüeyes	No definida con esta metodología	Geoforma de origen antrópico donde se extrae y acumula agua para la utilización de actividades agropecuarias.	Aeoj	Erosión incipiente y socavación local de cauces.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.1.3 Suelos y uso del suelo

En términos generales se identificaron dos unidades de suelo de ambiente de Piedemonte, asociado con geoformas volcánicas. Además, fueron registradas zonas clasificadas como "No Suelo", pertenecientes a los cuerpos de agua artificiales.

A continuación, en la Tabla 0-8, se muestran las unidades cartográficas de suelos presentes en el área de estudio

Tabla 0-8 1Unidades cartográficas de suelo dentro del área de influencia físico-biótica

Paisaje	Relieve	Clima	Asociación	Símbolo	Características	Área (Ha)	Área (%)	Fotografía
Piedemonte	Relieve ligeramente inclinado, con piedra sobre la superficie en algunos sectores y erosión liga.	Cálido seco	Consociación: Typic Haplustalfs	PWDb	Moderadamente profundos, bien drenados, de texturas variables, de reacción ácida a neutra y de fertilidad moderada.	4.020,21	81,11	
	Relieve plano, ligeramente inclinado y moderadamente ondulado, frecuente pedregosidad superficial y erosión ligera a moderada.		Asociación: Typic Ustorthents; Lithic Ustorthents; Fluventic Ustropepts	PWFa	Superficiales, limitados por piedras; de texturas medias a gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos y de fertilidad baja a moderada	816,17	16,47	

Paisaje	Relieve	Clima	Asociación	Símbolo	Características	Área (Ha)	Área (%)	Fotografía
No Suelos			No Suelo		No Suelo	120,01	2,42	
TOTAL						4956,39	100	

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La distribución de las unidades cartográficas de suelos, dentro del área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se presentan en la Figura 0.3-5.

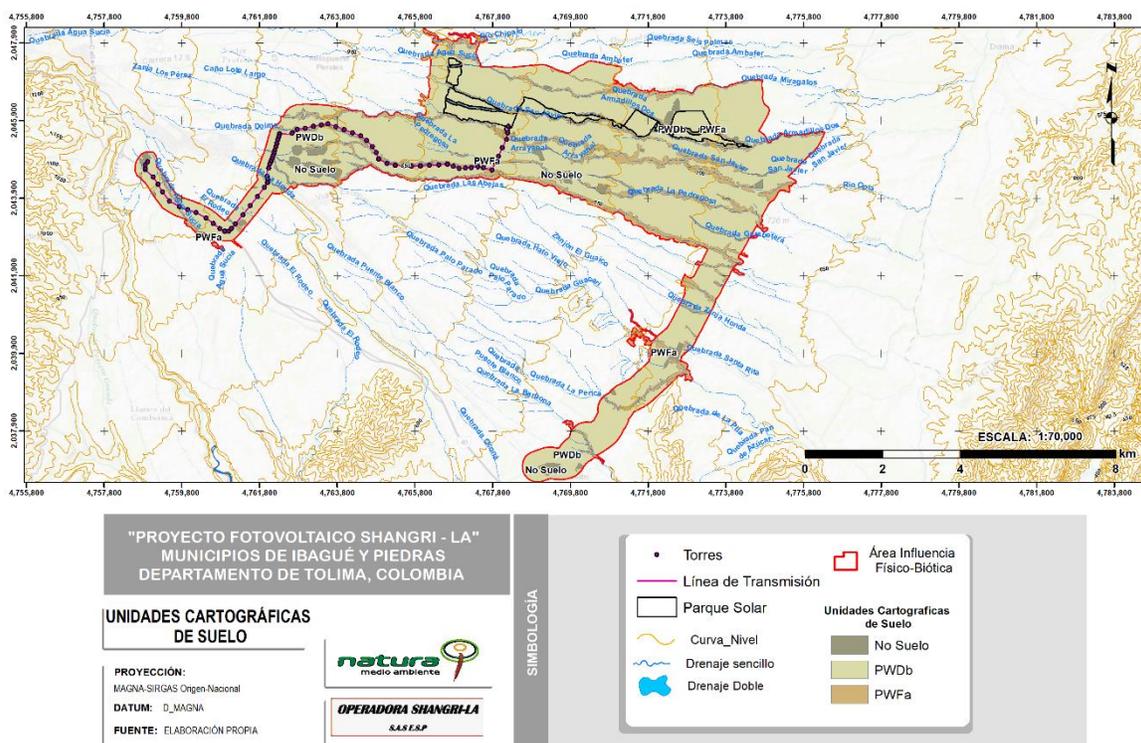


Figura 0.3-5 Unidades Cartográficas de Suelo dentro del área de estudio

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.1.3.1 Uso actual del suelo

En la Tabla 0-9 y Figura 0.3-6 se relacionan las coberturas identificadas, asociadas a sus respectivos usos y las áreas, con sus porcentajes correspondientes.

Tabla 0-9 Uso actual del suelo

Grupo	Tipo de Uso	Símbolo	Área de influencia Físico-Biótica (Ha)	Área de influencia Físico-Biótica (%)	Observaciones
Agricultura	Cultivos transitorios intensivos	CTI	2654,15	53,52	Asociado con los cultivos de arroz, caña y maíz.
Asentamiento	Residencial	RES	71,89	1,45	Asentamientos Humanos.
Infraestructura	Servicios	SER	95,08	1,92	Asociado con los cuerpos de agua artificiales y el aeropuerto sin infraestructura
Conservación	Protección	PRO	1026,01	20,69	
Asentamiento	Recreacional	RES	3,69	0,07	
Infraestructura	Piscicultura	PISC	16,50	0,33	
Forestal	Producción-protección	FPP	3,07	0,06	
Ganadería	Pastoreo extensivo	PEX	984,24	19,85	
Infraestructura	Transporte	TRANS	65,59	1,32	
Minería	Materiales de construcción	MIN	12,13	0,24	
Infraestructura	Industrial	IND	24,04	0,48	
TOTAL			4.956,39	100	

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

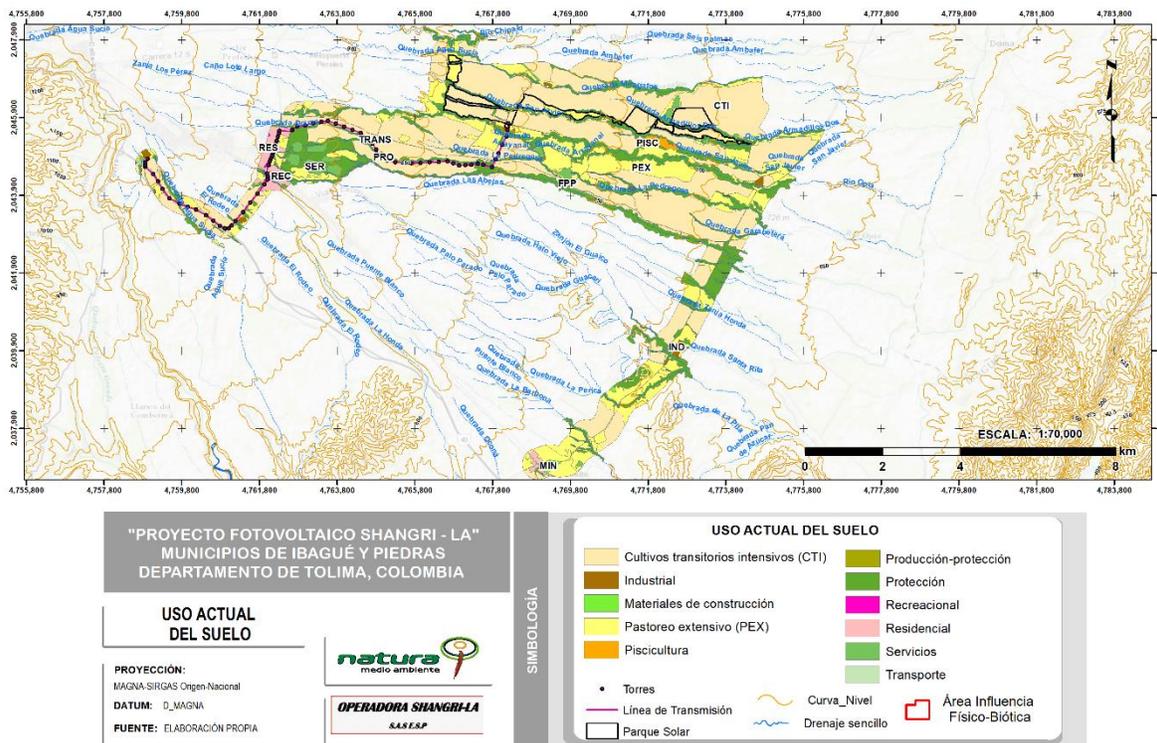


Figura 0.3-6 Uso actual del suelo dentro del área de estudio

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.1.3.2 Uso potencial

A continuación, en la Tabla 0-10 y Figura 0.3-7, se presenta el uso potencial del suelo correspondiente al área de estudio.

Tabla 0-10 Uso potencial del suelo dentro del área de influencia físico-biótica

Clase	Subclase	Grupo Manejo	Uso principal	Área (Ha) Físico-Biótica	% Área Físico-Biótica (%)
Clase 3	s	3s	Cultivos transitorios semi intensivos	4.144,78	83,62
	Clase 8		Área para la conservación y/o recuperación	79,79	1,61

Clase	Subclase	Grupo Manejo	Uso principal	Área (Ha) Físico-Biótica	% Área Físico-Biótica (%)
			de la naturaleza, recreación (CRE)		
Clase 6	s	6s	Sistema forestal productor	731,82	14,77
TOTAL				4.956,39	100

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

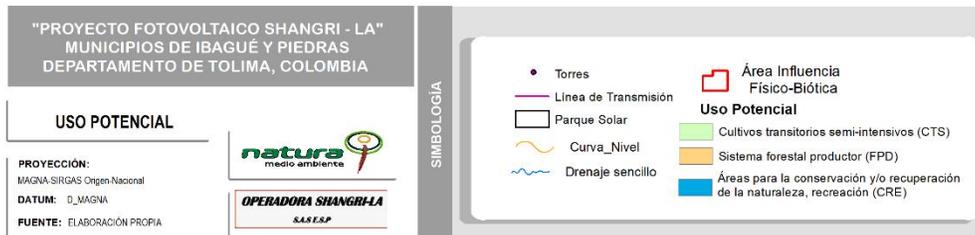
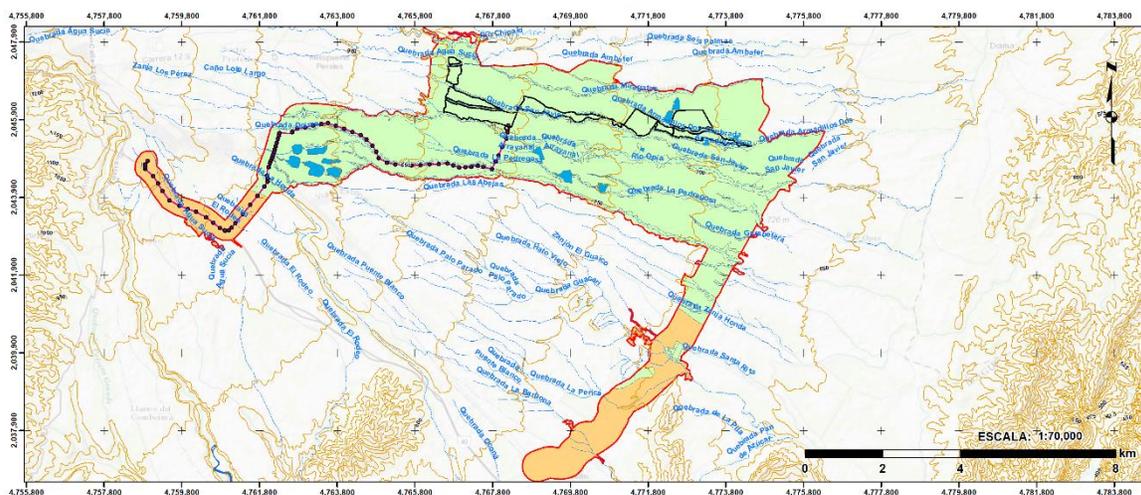


Figura 0.3-7 Uso potencial del suelo dentro del área de estudio

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.1.3.3 Conflictos de usos del suelo

Los conflictos de uso presentes en la zona de estudio fueron determinados con la ayuda de herramientas de ARCGIS 10.5. Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 0-11 y Figura 0.3-8.

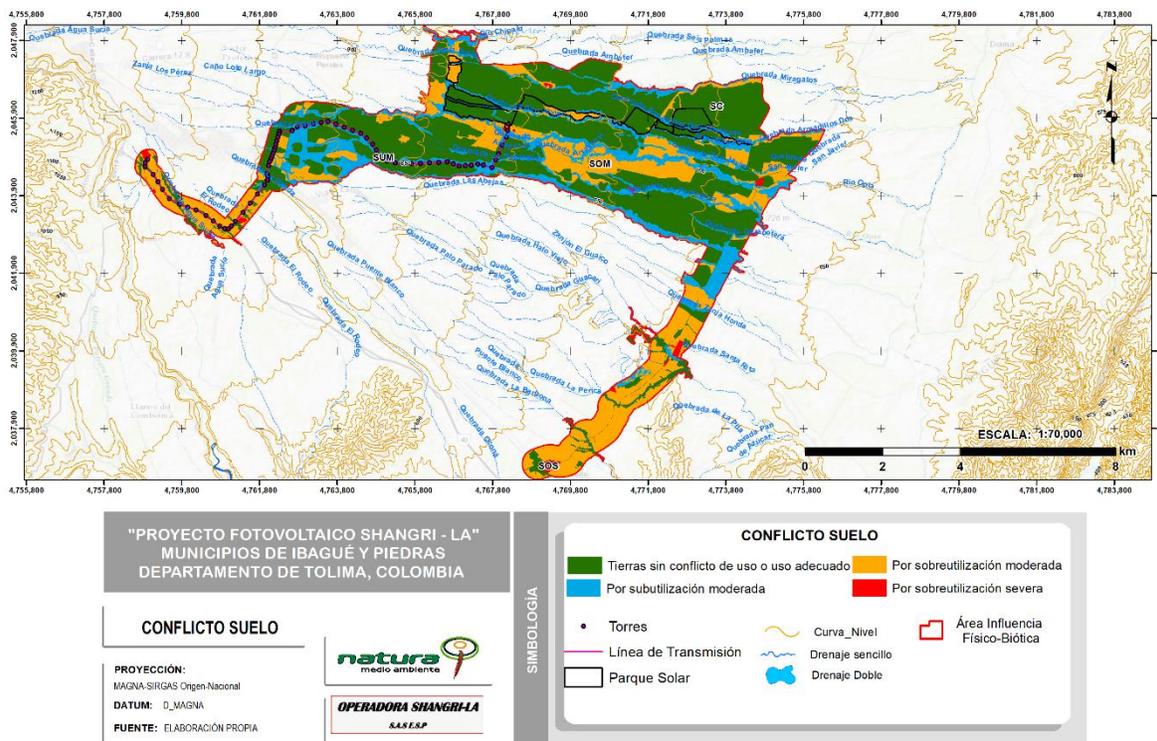
Tabla 0-11 Conflicto uso del suelo

CONFLICTO	NOMEN CLAT	DESCRIPCIÓN	AREA FISICO BIÓTICA_HA	%ÁREA FISICO BIÓTICA
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	SC	Tierras sin conflicto de uso, con coberturas en Tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo, cuerpos de agua artificiales, zonas industriales, zonas comerciales, red vial y territorios asociados, y explotación de materiales de construcción,	2750,63	55,50
Conflicto por subutilización moderada	SUM	El uso actual del suelo es de mediana intensidad (moderada) comparado con la capacidad productiva que presentan dichas tierras según su clasificación agrológica. Se presenta en el área con usos actuales en Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE), con capacidad para pastoreo extensivo (PEX).	278,03	5,61
Conflicto por subutilización severa	SUS	El uso actual del suelo se encuentra tres categorías por debajo de su uso potencial.	1623,80	32,76
Conflicto por sobreutilización moderada	SOM	Aprovechamiento ligero de la base natural de los recursos, sobrepasando la capacidad	16,50	0,33

CONFLICTO	NOMENCLAT	DESCRIPCIÓN	AREA FISICO BIÓTICA_HA	%ÁREA FISICO BIÓTICA
		natural productiva de las tierras, sin estar en concordancia con su vocación y uso principal recomendado según su clasificación agrológica. Se encuentran usos actuales en Sistema forestal productor (FPD y capacidad de uso en pastoreo extensivo (PEX).		
Conflicto por Sobreutilización Severa	SOS	Aprovechamiento severo de la base natural de los recursos, sobrepasando tres niveles por encima la capacidad natural productiva de las tierras, sin estar en concordancia con su vocación y uso principal. Se encuentran usos actuales en Pastoreo extensivo (PEX) y Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE).	287,48	5,80
TOTAL			4956,39	100,00

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Figura 0.3-8 Conflicto uso del suelo dentro del área de estudio



Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.1.4 Hidrología

En el documento de hidrología del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La se presenta la localización hidrográfica, se relacionan los cuerpos lénticos y lóticos existentes, se muestra la delimitación de cuencas hidrográficas del área de influencia, su morfometría y el patrón de drenaje. También se aborda la clasificación hidrológica de las corrientes según su temporalidad, se expone la caracterización de: el régimen hidrológico, la dinámica fluvial de las corrientes superficiales, los sedimentos y se muestran los indicadores hidroclimatológicos.

Partiendo de la delimitación de cuencas hidrográficas del área de influencia, el proyecto se circunscribe al área hidrográfica [2] Magdalena-Cauca, a la zona hidrográfica [21] Alto Magdalena y se encuentra en tres subzonas hidrográficas, a saber: [2121] Río Coello,

[2122] Río Opía y [2124] Río Totaré, las cuales contienen nueve [9], doce [12] y una [1] microcuenca, correspondientemente.

En cuanto a los cuerpos lénticos, en general se encontraron cuerpos de agua artificiales del tipo jagüey, construidos como infraestructura para la actividad arrocera predominante en el área de influencia, para un total de 17 jagüeyes.

De cara a los sistemas lóticos del área de influencia (AI) del proyecto, en el trabajo de campo se verificaron treinta y siete [37] puntos de control que se emplearon como insumo para realizar la actualización de la red de la red de drenaje partiendo de la cartografía base del IGAC en escala 1:25.000 e imágenes de satélite adquiridas por el proyecto.

En la delimitación de cuencas hidrográficas del área de influencia se hallaron veintidós [22] en total y para cada una de estas se elaboró una figura mostrando su localización con respecto al AI. A estas cuencas se les caracterizó su morfometría, encontrando un panorama en el que las cuencas son alargadas con pendientes medias entre 4 % y 27 %, asimismo los cauces principales tienen pendientes medias aproximadas entre 1% y 7 %. Estos hallazgos están en consonancia con la realidad del territorio, que se presenta principalmente plano y con una configuración alargada W-E asociada con los abanicos aluviales de Ibagué. Con relación a esto, predomina el patrón de drenaje paralelo, con algunos casos de drenaje subparalelo, debido a que la red de drenaje está gobernada por los rasgos geomorfológicos asociados con el abanico aluvial de Ibagué.

Frente a la clasificación hidrológica de las corrientes según su temporalidad, los cuerpos lóticos permanentes en el área de estudio son: Quebrada Armadillo 2, Quebrada Doima, Quebrada El Rodeo, Quebrada Guacarí, Quebrada Honda, Quebrada La Perica y Río Opía. Los cuerpos lóticos intermitentes son: Quebrada Guacarí, Quebrada Miragatos, Quebrada San Javier y Quebrada Zanja Honda. Y los cuerpos lóticos efímeros son todos aquellos cuerpos de agua menores conformados por escorrentías que aportan a los cuerpos de agua intermitentes y permanentes.

Para la caracterización del régimen hidrológico, se abordan: el análisis estadístico de la información hidroclimatológica, la correlación de caudales mensuales y precipitación con series de indicadores de ocurrencia de fenómenos macroclimáticos: ENOS y SOI, el régimen medio de caudales de las corrientes del área de influencia, los caudales extremos de las corrientes del área de influencia, la curva de duración de caudales – caudales característicos, el caudal ambiental y las zonas de recarga hídrica.

En el caso del análisis estadístico de la información hidroclimatológica, se consultó al IDEAM la información para doce [12] series de caudales, para treinta y dos [32] series de precipitación y para quince [15] series de temperatura, evaluando para cada serie con información: la extensión y actualidad de los datos, la completitud de datos, y realizando para cada serie el análisis de consistencia y llenado de datos, así como el análisis de homogeneidad y estacionalidad de la información hidrológica. También, se hizo la representación gráfica con diagrama de cajas y bigotes para cada serie. Como conclusión del análisis estadístico de información hidroclimatológica se emplearon doce (12) series de caudal, dieciséis (16) series de precipitación y dos (2) series de temperatura diaria y una serie de temperatura anual, con información estadísticamente adecuada para este estudio.

Frente a la correlación de caudales mensuales y precipitación con series de indicadores de ocurrencia de fenómenos macroclimáticos: ENOS y SOI, esta verificación se hizo con el fin de identificar la posible incidencia que estos tengan sobre la hidrología en el área de influencia físico-biótica durante los episodios El Niño y La Niña, identificando que en ninguna de las series de caudal ni de precipitación tuvieron correlación significativa con el SOI.

Para abordar el régimen medio de caudales de las corrientes del área de influencia, se usó la metodología precipitación-área-caudal con base en la información de caudales de la estación PIEDRAS del río Opía, los resultados muestran que el régimen es bimodal, con aumento de caudales entre abril – junio y septiembre-noviembre, siendo la primera temporada la más elevada de caudales medios. Se realizaron los cálculos y gráficas para cada unidad hidrográfica del área de influencia.

En el caso de los caudales extremos de las corrientes del área de influencia, los caudales mínimos de las corrientes permanentes se calcularon con la metodología de los factores de frecuencia con la cual se estimaron los caudales mínimos para diferentes tiempos de retorno asociados al río Opía a la altura de la estación Piedras, seguidamente se calculó el caudal mínimo para cada unidad hidrográfica en el área de estudio de manera análoga a como se calculó el caudal medio, con una relación entre áreas de escurrimiento y precipitación total anual media. Para los caudales máximos se empleó la metodología de transposición de datos de caudal y se calcularon los caudales máximos generados para las unidades hidrográficas.

Continuando con la caracterización del régimen hidrológico, la curva de duración de caudales (CDC) – caudales característicos se construyó con información de caudales medios diarios de la estación Piedras en el río Opía, Se observa en las CDC que las unidades hidrográficas tienen una rama descendente con muy alta pendiente, lo que indica que la retención de caudales es muy baja en la cuenca. Esto se corrobora con el cálculo de IRH presentado en el numeral V.1.4.9.2 Índice de retención y regulación hídrica, IRH.

En cuanto al caudal ambiental, para su cálculo se optó por utilizar la información de la CDC al ser usada en el ENA 2014; el IRH calculado para las unidades hidrográficas del área de influencia es de 0.383 por lo que el caudal ambiental se define como el Q75 de las curvas de duración de caudal.

Para finalizar la caracterización del régimen hidrológico, las zonas de recarga hídrica fueron delimitadas como se presenta en el componente hidrogeológico del presente EIA. De allí se desprende el análisis de su aporte a las unidades hidrográficas en el AI. Se reconoce que la clasificación de recarga más extensa es la moderada, con un valor entre el 70 % y el 100 % de la participación de las unidades hidrográficas en el AI.

De otro lado, la dinámica fluvial de las corrientes superficiales se abordó desde diversas ópticas: dinámica fluvial multitemporal, susceptibilidad de inundaciones y hallazgos de campo. Para el análisis multitemporal se utilizaron fotografías de tres temporadas

diferentes de vuelos del IGAC, a saber: 1974, 1981, 2003. Estas fotografías fueron cotejadas con la red de drenaje actual que fue delineada en el proyecto y se realizaron observaciones relevantes para la dinámica fluvial desde una óptica multitemporal. Los puntos de control fueron los sitios susceptibles de intervención por el proyecto por las ocupaciones de cauce. En general, no se evidencian cambios importantes en el alineamiento de los cauces, lo que indica que hay poca variación o divagación de cauces. De cara a la susceptibilidad de inundaciones, se tomaron las capas de inundación en escala 1:100.000 generadas por el IDEAM para los eventos Niña de 1988, 2000 y 2012. Esta es una primera referencia de la ocurrencia de inundaciones en el área de influencia físico-biótica. Se encontró que hay únicamente dos sitios donde se han presentado inundaciones. Sin embargo, al ser inundaciones cartografiadas a una escala gruesa (1:100.000) es únicamente una referencia inicial no concluyente. Por otro lado, al ser eventos asociados al fenómeno de la Niña, implica que están correlacionados a eventos con elevados tiempos de retorno y por lo tanto baja probabilidad o susceptibilidad a la inundación. Adicionalmente, se identificaron 30 puntos de control de nivel de inundaciones en campo en los cuerpos de agua del área de influencia físico-biótica. Esta actividad consistió en reconocer vestigios de inundaciones y georreferenciar el nivel de agua máximo que se puede reconocer, estos puntos de control se localizaron con respecto al AI físico-biótica. Finalmente, se estimó la susceptibilidad a la inundación mediante la aproximación de la ronda hídrica con base en criterios geomorfológicos, ecosistémicos e hidrológicos; mediante sistemas de información geográfica y realizando el cruce espacial de estas capas, se obtuvo una clasificación de susceptibilidad a la inundación en una escala de muy baja-baja-moderada-alta-muy alta y de acuerdo con este cruce se encontró que la susceptibilidad a la inundación más representativa es la moderada, con más del 48 % del AI, seguida por una susceptibilidad baja de cerca del 26 %, y el rango muy alta tiene poco menos del 22 %. En unas proporciones muy pequeñas se tiene la susceptibilidad alta con 0.1 % y la susceptibilidad muy baja con 3.37 %.

En el presente estudio se abordó el tema de los sedimentos a partir de las observaciones de campo de los materiales de fondo, entendiendo que estos materiales son representativos del transporte de sedimentos en los cuerpos de agua, se cuenta con

treinta y siete [37] puntos de control de material de fondo, en los que se encuentran materiales heterométricos, siendo amplia la ocurrencia de bloques de gran tamaño de hasta 4 m de diámetro. Estos puntos de control de material de fondo se representaron geográficamente en los drenajes en el AI.

Culminando con la caracterización de hidrología, se muestran los indicadores hidroclimatológicos: en el caso del índice de aridez -IA- calculado para cada una de las unidades hidrográficas delimitadas, en todas las unidades, excepto una, se tiene una clasificación de moderado a excedentes de agua, en la restante se tiene un IA moderado, esto muestra un buen escenario de disponibilidad del recurso hídrico; en cuanto al índice de retención y regulación hídrica-IRH, se calculó para cada una de las unidades hidrográficas con base en la curva de duración de caudales medios, el IRH calculado (0.383) indica una muy baja retención y regulación de humedad; para el índice de uso del agua-IUA, que relaciona la demanda de agua con su oferta en una unidad espacial dada, se tomaron como referencia los valores del ENA 2018 de las cuencas hidrográficas delimitadas, encontrándose doce [12] cuencas con IUA alto, nueve [9] cuencas con una IUA moderado y una [1] cuenca con un IUA muy alto, lo que muestra que la presión sobre el recurso hídrico es elevada; por último, el índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) mide el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta en el abastecimiento de agua, que ante amenazas naturales como periodos largos de estiaje o periodos de alta pluviosidad, podría generar riesgos de desabastecimiento (IDEAM, 2015). Este indicador se determina a través de una matriz de relación de rangos del Índice de regulación hídrica (IRH) y el Índice de uso de agua (IUA) y de acuerdo con los valores hallados para las unidades hidrográficas delimitadas en el estudio. Se reconoce que el escenario es altamente vulnerable al desabastecimiento hídrico, lo cual se sustenta en la baja retención y regulación de humedad de las cuencas, así como en el IUA que experimentan.

0.3.1.5 Calidad del agua

De acuerdo con la clasificación establecida por el IDEAM (unidades hidrográficas), se seleccionaron las corrientes hídricas superficiales del EIA Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, sobre las cuales se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica y bacteriológica. La

escogencia de dichos cuerpos de agua se dio teniendo en cuenta aspectos tales como, caracterización de las unidades hidrográficas, uso dado a la corriente de agua (consumo, pecuario, agrícola y/o recreativo), si son o no susceptibles de intervención por el proyecto y aproximación a las actividades del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, en total se monitorearon 18 puntos, de los cuales 14 corresponden a cuerpos de agua lóticos y 4 a cuerpos de agua lénticos, distribuidos de la siguiente manera: Para cuerpos de agua lóticos, tres (3) puntos sobre la Quebrada Doima, tres (3) puntos sobre Quebrada San Javier, tres (3) puntos sobre la Quebrada Opia, dos (2) puntos sobre la Quebrada Armadillos, un (1) punto sobre la Quebrada San Javier El Guaico, un punto (1) sobre la Quebrada La perica, y un (1) punto sobre la Quebrada La Barbona y para cuerpos de agua lénticos, dos (2) aguas arriba del proyecto, un (1) punto en zona confluencia en medio del área de influencia y un (1) punto aguas abajo del área del desarrollo del proyecto.

Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se determinaron a partir de los lineamientos de los Términos de Referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para Proyectos de uso de energía solar Fotovoltaica (Tdr-015) de 2017.

El monitoreo de las fuentes hídricas se realizó bajo los lineamientos definidos en el "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 23ª edición, 2017 de la "U.S. EPA"; este se llevó a cabo durante dos temporadas climáticas correspondientes a época lluviosa entre el 8 y el 22 de junio de 2021 y época seca entre 26 de julio y el 4 de agosto de 2021. La toma de muestras fue realizada por el Laboratorio de BIOTA CONSULTORÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.S, bajo la Resolución de acreditación No. 3183 de 2018, y los análisis correspondientes fueron ejecutados por el Laboratorio CHEMILAB, el cual cuenta con acreditación del IDEAM bajo la Resolución No. 0288 de 2019. Los parámetros fisicoquímicos como pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y el caudal se midieron *In situ*. Para las demás variables a evaluar, se colectaron las muestras de agua, las cuales posteriormente fueron enviadas al laboratorio.

Es importante señalar que para el monitoreo realizado en la temporada de lluvias para el punto Léntico 1 (L1) no fue posible la toma de muestra ya el cuerpo de agua se encontraba seco, al igual que para la época seca los puntos Quebrada Armadillos (E9) y Léntico 1 (L1) se encontraron secos en el momento del monitoreo.

Para los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se efectuó una interpretación de las concentraciones obtenidas y se realizó una comparación con los criterios establecidos en la normatividad ambiental vigente Decreto 1076 de 2015 (Artículos 2.2.3.3.9.3., 2.2.3.3.9.4., 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, y 2.2.3.3.9.10), así como la relación existente entre parámetros y posteriormente se estimó el índice de calidad de agua (ICA) y los Índices de Contaminación - ICO's, Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO), Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS), Índice de contaminación Trófico (ICOTRO), Índice de contaminación pH (ICOpH).

Los valores de **pH** para la temporada de lluvias de la estación Quebrada Opia (E3) y Léntico 2 (L2) se encuentran por encima del límite superior de pH establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4, lo que denota condiciones tendientes a la alcalinidad de este cuerpo de agua; con relación a los demás artículos, se evidencia el cumplimiento de los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.10 de las demás estaciones de monitoreo, indicando que el recurso puede ser destinado para consumo humano, uso agrícola y preservación de fauna y flora. Para la temporada seca, la estación Quebrada Opia (E6) el pH se encuentra por fuera del rango máximo permisible estipulado en el artículo 2.2.3.3.9.4, requiriendo un tratamiento convencional para la potabilización del recurso proveniente de dichos cuerpos de agua, respecto a los cuerpos de agua lénticos el pH obtenido se encuentra por fuera de los rangos máximos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.10.

Los **Sólidos Suspendidos Totales**, para la temporada de lluvias reportaron concentraciones poco significativas e inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica reportada por el laboratorio en algunos de los cuerpos de agua estudiados (Quebrada San Javier (E5), Quebrada San Javier (E8), Quebrada San Guaico (E12) y Quebrada La Barbona (E14)), las demás estaciones de monitoreo registraron valores de

SST entre 32,5 y 505 mg/L; para la temporada seca la mayoría de las estaciones monitoreadas reportaron valores inferiores al límite de cuantificación <10 mg/L, la Quebrada Opia (E3) registró 296 mg/L.

Los **Sólidos Disueltos Totales (SDT)**, para la temporada de lluvias reportaron valores entre 138 mg/L y 282 mg/L; para la temporada seca presentaron valores que fluctuaron entre 118 mg/L y 322 mg/L. En cuanto a lo normativo el Decreto 1076 de 2015 no establece límite restrictivo para este parámetro.

Los **Sólidos Sedimentables**, para la temporada de lluvias en los puntos de monitoreo de agua superficial fueron poco significativos, con valores por debajo del límite de cuantificación para tres estaciones, el mayor valor lo registró la estación Quebrada Doima (E10) con 1,6 ml/L-h. Para la temporada seca cuatro estaciones registraron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación (<0,1 mL/L-h), la concentración máxima se registró para la Quebrada Doima (E1) con un valor de 1,0 mL/L-h.

La **Conductividad del agua** para la temporada de lluvias registró valores que oscilaron entre 164 $\mu\text{S/cm}$ y 927 $\mu\text{S/cm}$ para los cuerpos de agua lóticos, mientras que para los cuerpos de agua lénticos vario entre 110,6 $\mu\text{S/cm}$ y 533 $\mu\text{S/cm}$. Para la temporada seca se registraron concentraciones comprendidas entre 209,8 $\mu\text{S/cm}$ (Quebrada Armadillos (E11) Sub2) y 536 $\mu\text{S/cm}$ (Quebrada San Guaico (E12)), para los cuerpos de agua lénticos el Léntico 2 y Léntico 3 presentan un grado de mineralización "débil", mientras que para el Léntico 4 se presentó un grado de mineralización "medio".

La **temperatura *In situ*** reportada en los cuerpos de agua monitoreados, presentaron valores acordes a las condiciones climáticas predominantes en el área, siendo óptimas para el desarrollo de las diferentes comunidades acuáticas. Frente a lo normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites restrictivos para este parámetro.

La **Turbiedad** para la temporada de lluvias presentó un valor de Turbidez entre 8,7 NTU o 0,4611 UJT, considerado bajo y 457 NTU O 24,221 UJT, considerado alto lo cual puede

afirmar que durante la época lluviosa la mayoría de los cuerpos de agua presentan condiciones de mala calidad para la biodiversidad y la vida acuática del lugar, al registrarse valores altos de Turbidez, según lo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2011. Para la temporada seca, se obtuvieron valores que oscilaron entre 11 NTU o 0,583 UJT (Quebrada Armadillos (E11)) y 159 NTU o 8,427 UJT (Quebrada Opia (E6)) de tal manera que todos los puntos monitoreados cumplen satisfactoriamente con el criterio de calidad dispuesto por la normatividad.

Para la **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), y oxígeno disuelto (OD)**, Durante la temporada de lluvias para la mayoría de las estaciones monitoreadas se registraron valores inferiores al límite de cuantificación (<5,0 mg/L) de la técnica analítica empleada para DBO5, a excepción de las estaciones Quebrada Doima (E1) y Quebrada San Javier (E8) donde se registró un valor de 8,26 mg/L y 7,03 mg/L, así mismo las concentraciones de OD de las estaciones de monitoreo evaluadas son congruentes con la DBO5 y muestran buenas condiciones de aireación y por tanto aptas para el establecimiento de la vida acuática; por su parte, la demanda química de oxígeno (DQO) evidencio bajo contenido de materia orgánica biodegradable e inorgánica en las muestras evaluadas. Para la temporada seca, la DBO5 reportó en su mayoría concentraciones inferiores al límite cuantificable de la técnica analítica empleada para su determinación (<5,0 mg O₂/L), las estaciones Quebrada San Javier (E2), Quebrada Opia (E3), Quebrada Doima(E4), Quebrada Doima (E10), Quebrada San Guaico (E12), Quebrada La Barbona (E14), Léntico 3 (L3) y Léntico 4 (L4) las concentraciones variaron entre 5,19 mg O₂/L y 7,75 mg O₂/L. Con relación a la DQO cuatro estaciones registraron valores inferiores al límite de cuantificación, para los puntos restantes se obtuvieron concentraciones que fluctuaron entre 10,9 mg O₂/L y 36,5 mg O₂/L, y para la concentración de oxígeno disuelto, las estaciones evaluadas se encuentran por encima del límite mínimo de OD establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 para agua cálida dulce (4 mg/L) del Decreto 1076 de 2015, indicando que las aguas presentan buenas condiciones para la preservación de flora y fauna.

Los **compuestos nitrogenados y fósforo**, para los puntos analizados se encontró un comportamiento natural del ciclo del nitrógeno, teniendo concentraciones poco

significativas sugiriendo que los cuerpos de agua no indican contaminación de origen orgánico.

Para los **Hidrocarburos, Fenoles, aceites y grasas**, se reportaron valores por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio para cada parámetro presentando baja incidencia en los cuerpos de agua analizados, sin embargo, aunque el contenido de grasas y aceites es mínimo para la mayoría de las estaciones monitoreadas y a nivel normativo el Decreto 1076 del 2015 no estipula un límite máximo para las grasas y aceites, se especifica que no debe apreciarse una película visible sobre el recurso, la cual, según el registro de campo, no fue detectada durante el monitoreo. Sin embargo, en el artículo 2.2.3.3.9.10. se establece los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas, donde la concentración de grasas y aceites debe ser inferior al 0,01 mg/L, por lo cual ninguna de las estaciones monitoreadas cumple con este límite.

La población microbiana analizada reportó concentraciones de **Coliformes Fecales Termotolerantes** (*E. Coli*) con valores significativos para la mayoría de las estaciones excediendo el límite máximo permisible de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100 mL) y 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100 mL) del Decreto 1076 de 2015, lo que sugiere que el agua de los cuerpos lóticos evaluados no podría emplearse para uso agrícola y consumo humano y doméstico previo tratamiento convencional. Para el parámetro **Coliformes Totales**, se reportaron valores que exceden el límite máximo permisible establecido por lo cual las aguas de todas las estaciones monitoreadas no son aptas para destinación a consumo humano, doméstico y agrícola. La presencia de estos microorganismos en las aguas superficiales, pueden estar asociada con actividades agropecuarias cercanas a las áreas en donde se encuentran los puntos de monitoreo, que por escorrentía pueden llegar hasta los sistemas hídricos.

Los **Sulfatos y Cloruros** registraron concentraciones entre <5,0 mg/L SO₄ y 32,4 mg/L SO₄ para los sulfatos y 10,5 mg/L y 20,4 mg/L para los cloruros para la temporada de lluvias y 19,5 mg/L SO₄ y 54,6 mg/L SO₄ para sulfatos y <9,9 mg Cl-/L y 54 mg Cl-/L para cloruros para la temporada seca, por lo cual todas las estaciones monitoreadas se

encuentran por debajo del límite máximo permisible establecido en los artículos 2.3.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.

Con respecto a los **Surfactantes**: Aniónicos como SAAM se registró una concentración inferior al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (0,500 mg/L) para todas las estaciones monitoreadas.

las concentraciones de **iones de potasio** son consideradas normales para todos los cuerpos de agua, teniendo en cuenta que en aguas naturales las concentraciones de potasio son menores a 10 mg K+/L, aunque puede aumentar por escorrentía de terrenos agrícolas e influencia de drenajes de irrigación.

Para el **índice de calidad de agua (ICA)**, para la temporada de lluvias 13 estaciones registraron calificación mala, dos estaciones correspondientes a las estaciones Quebrada San Javier (E2) y Quebrada Opia (E3) registraron calidad muy mala y las estaciones Léntico 2 (L2) y Léntico 3 (L3) registraron calidad media. Para la temporada seca, seis estaciones registraron calidad mala y las restantes diez estaciones registraron calidad media.

De acuerdo con el **índice de contaminación ICOTRO**, para las estaciones de monitoreo evaluadas durante la temporada de lluvias se reportaron valores entre 0,02 – 1,00 lo que permite catalogar el agua con "Eutrofia". Los valores del ICOTRO fueron probablemente influenciados por los fertilizantes a base de fósforo utilizados en los cultivos aledaños a los cuerpos de agua; para la temporada seca, se registraron valores entre 0,158 y 0,897, señalando que en el agua de dichos puntos existen procesos de eutrofización a hipereutrofización, situación influenciada en gran parte por el ingreso de fósforo a los cuerpos de agua (debido al lavado de los suelos), derivado de agroquímicos y fertilizantes.

El **índice ICOMO** fue alto en tres estaciones con valores entre 0,613 y 0,75, las restantes estaciones reportaron una contaminación catalogada como "Media" y un índice que varía entre 0,419 y 0,596 para la temporada de lluvias. Para la temporada seca, 4 estaciones

de monitoreo presentaron una contaminación "baja", en 9 estaciones una contaminación "media" y en tres estaciones una contaminación "alta".

En cuanto al **índice de contaminación ICOSUS**, para la temporada de lluvias nueve estaciones no presentan contaminación por sólidos suspendidos, evidenciando ausencia de sustancias coloidales en los cuerpos de agua, cuatro estaciones presentan una contaminación baja, con valores que oscilan entre 0,2 y 0,4; dos presentaron un grado de contaminación medio con valores entre 0,4 y 0,6 y finalmente dos estaciones de monitoreo presentaron un alto grado de contaminación por sólidos suspendidos, lo cual concuerda con los altos valores obtenidos para el parámetro Turbidez. Para la temporada seca, 13 estaciones registraron contaminación "muy baja", infiriendo un mínimo contenido de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua y tres estaciones obtuvieron una contaminación de "media" a "alta", resultado relacionado con el ingreso y aporte del material alóctono a los sistemas hídricos

El **índice ICOpH**, a excepción del cuerpo de agua Léntico 2, los puntos de monitoreo no presentan "ninguna" contaminación por pH, lo que denota equilibrio de sustancias ácidas y básicas en los cuerpos de agua.

Por último, con respecto a los **caudales** registrados, para la temporada de lluvias las quebradas Quebrada Armadillos (E11), Quebrada Armadillos (E9) y Quebrada San Guaico (E12) registraron <0,1 L/s, los restantes puntos de monitoreo tuvieron valores desde 22,44 L/s hasta 7338,82 L/s. Para la temporada seca solamente la estación Quebrada Armadillos (E11) registro <0,1 L/s, las demás estaciones los valores variaron 13L/s y hasta 2211,6 L/s.

0.3.1.6 Usos del agua

En el documento de usos del agua, de acuerdo con los usos establecidos en el artículo 2.2.3.2.7.6 del Decreto 1076 de 2015 se identificaron los usos actuales y prospectivos de las corrientes de directa intervención por el uso y aprovechamiento del recurso y de aquellas presentes en el área de influencia, para lo cual se partió del inventario de usos

y usuarios de recurso hídrico realizado en campo. No se obtuvo información de Registro de Usuarios del Recurso Hídrico - RURH elaborado por la autoridad ambiental competente, por lo que se realizó un levantamiento de información primaria detallada de todos los usos y usuarios en todos los tramos afectados por el proyecto (ocupación de cauces).

Así, se identificaron los usos actuales del agua principales: *"Utilización para necesidades domésticas individuales"* en seis [6] puntos espaciales; y *"Usos agropecuarios comunitarios, comprendidas la acuicultura y la pesca"* en veinticuatro [24] puntos espaciales, con un [1] punto de uso de agua secundario *"Usos recreativos individuales"* asociado. Se localizaron espacialmente estos usos en el AI.

De otra parte, frente a los usos prospectivos se tiene que en el área de influencia los usos del agua a futuro tienen la potencialidad de continuar sustentando los usos actuales. En el escenario del desarrollo del proyecto se estima una disminución del consumo de agua en los lotes que se instale la infraestructura por efecto del retiro de los cultivos de arroz.

0.3.1.7 Hidrogeología

En el área de estudio se presentan rocas por porosidad primaria, las cuales se dividen en acuíferos de baja a mediana productividad. El de baja productividad se asocia con los Depósitos Aluviales Recientes y de alta productividad con el Abanico de Ibagué.

En este sentido, la Tabla 0-12 muestra, la clasificación de unidades hidrogeológicas para el área de influencia físico-biótica, teniendo en cuenta su capacidad específica.

Tabla 0-12 Unidades hidrogeológicas definidas para el área de influencia físico-biótica

Características Hidrogeológicas	Capacidad Específica Promedio (l/s/m)	Nivel de Importancia (Capacidad específica)	Características del área de influencia
<i>Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular</i>			
Acuíferos continuos de extensión regional de alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcanoclástico. Acuíferos libres y confinados. Con aguas de buena calidad química para consumo humano.	Entre 2,0 y 5,0	A2	Dentro de esta categoría se encuentra la unidad hidrogeológica Acuífero Abanico de Ibagué. Acuífero con capacidad específica A2.
Acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados. Con aguas de regular calidad química para consumo humano.	Entre 0,05 y 1,0	A4	Dentro de esta categoría se encuentran las unidades hidrogeológicas tipo A4, es decir el Acuífero Cuaternario.

Fuente: Natura Medio Ambiente S.A.S, 2021

La distribución de las unidades hidrogeológicas, dentro del área de influencia físico-biótica se presenta en la Figura 0.3-9.

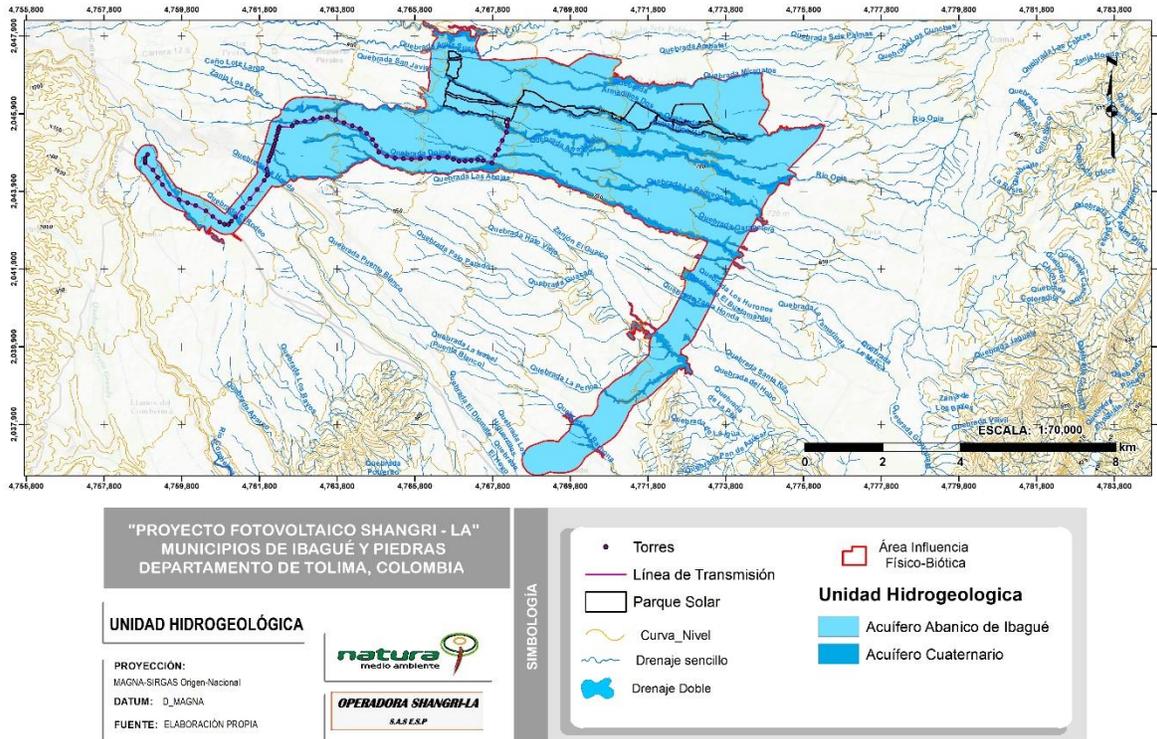


Figura 0.3-9 Unidades hidrogeológicas dentro del área de influencia físico-biótica

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Un pozo profundo es un orificio abierto en el suelo mediante una perforación, generalmente vertical, con el fin de transportar agua subterránea a la superficie de la tierra. En su construcción se utilizan equipos de perforación mecánica tales como taladros. Su diámetro máximo puede alcanzar normalmente las 12 pulgadas, es decir alrededor de 30 cm y su profundidad supera la mayor parte de las veces los 50 m. Su revestimiento es de PVC, hierro o acero (CORPOCESAR, 2003).

Una vez realizado el inventario de puntos de agua subterránea, fue posible verificar la existencia de diez (10) pozos profundos, localizados superficialmente sobre las unidades hidrogeológicas: Acuífero Abanico de Ibagué. Las coordenadas y distribución de los pozos profundos, se muestra a continuación en la Figura 0.3-10.

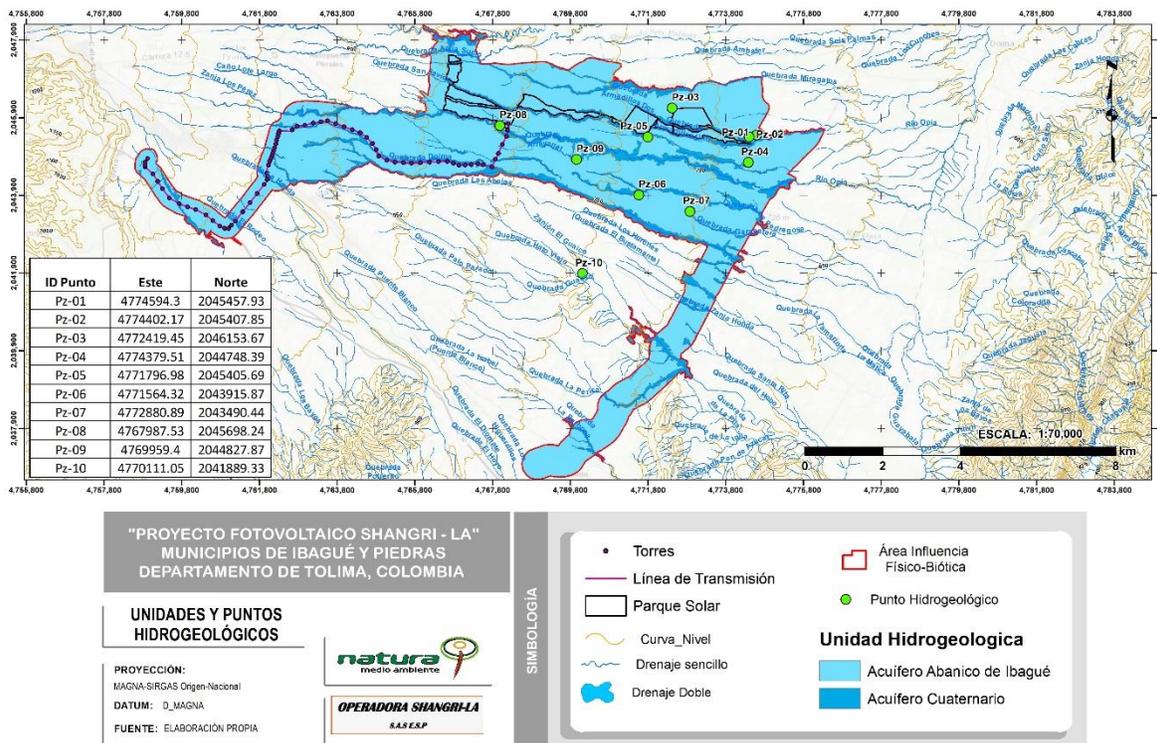


Figura 0.3-10 Pozos de agua subterránea puntos de agua subterránea dentro del área de influencia físico-biótica

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Las características de los pozos profundos dentro del área de influencia físico-biótica se presentan a continuación en la Tabla 0-13.

Tabla 0-13 Puntos de agua subterránea clasificados como pozos profundos dentro del área de influencia físico-biótica

NOM BRE	ID_PUNT O_H	FOTOGRAFÍA	CO TA	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL CTM-12	
				COOR_ESTE	COOR_NORTE
Pozo 01	Pz-01		710	4774594,302	2045457,927
Pozo 02	Pz-02		710	4774402,171	2045407,846

NOM BRE	ID_PUNT O_H	FOTOGRAFÍA	CO TA	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL CTM-12	
				COOR_ESTE	COOR_NORTE
Pozo 03	Pz-03		760	4772419,446	2046153,666
Pozo 04	Pz-04		765	4774379,505	2044748,393

NOMBRE	ID_PUNTO_H	FOTOGRAFÍA	COTA	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL CTM-12	
				COOR_ESTE	COOR_NORTE
Pozo 05	Pz-05		760	4771796,979	2045405,690
Pozo 06	Pz-06		770	4771564,315	2043915,869
Pozo 07	Pz-07		772	4772880,885	2043490,435

NOMBRE	ID_PUNTO_H	FOTOGRAFÍA	COTA	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL CTM-12	
				COOR_ESTE	COOR_NORTE
Pozo 08	Pz-08		762	4767987,525	2045698,243
Pozo 09	Pz-09		760	4769959,403	2044827,869
Pozo 10	Pz-10		764	4770111,051	2041889,332

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.1.8 Geotecnia

La zonificación geotécnica del área de influencia físico-biótica se basó en la metodología de Ambalagan (1992), la cual se presenta en el libro "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales" (Suárez, 2010). Adicionalmente se tuvo en cuenta la "Guía para la zonificación ambiental del área de interés petrolero" (2013b), así como las recomendaciones dadas en los "términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos", proferidos por el ANLA en el 2014. Teniendo en cuenta cada una de estas recomendaciones, para la evaluación de la estabilidad geotécnica del área de estudio se establecieron once (11) variables.

1. Pendientes
2. Litología
3. Sismología
4. Cobertura Vegetal
5. Geomorfología
6. Hidrogeología
7. Hidrología
8. Usos del suelo
9. Climatología
10. Edafología
11. Tectónica

Es importante resaltar que, aunque se analizan todas las variables mencionadas anteriormente, algunos de estos parámetros, dadas las características ambientales de la zona no serán utilizadas. La heterogeneidad u homogeneidad de los diversos elementos es lo que cuantifica la estabilidad, originando así rangos de estabilidad van desde muy alta hasta muy baja, pasando por alta, media y baja.

La variable clima, por ser cálido seco se tomó como homogéneo para toda el área de interés, así mismo, la amenaza sísmica de la zona es homogénea de acuerdo al mapa de

zonificación sísmica del Servicio Geológico Colombiano (SGC). Esta situación hace que las variables de climatología y sismología no incidan en la estabilidad geotécnica del área de estudio, por lo cual no serán tenidas en cuenta en los siguientes análisis. La calificación asignada a cada una de las variables se presenta a continuación en la Tabla 0-14.

Tabla 0-14 Calificación de cada variable

Variables	Muy Alta (MA)	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)	Muy Baja (MB)
Pendiente (p)	1	2	3	4	5
Tipo de material (m)	1	2	3	4	5
Cobertura Vegetal (C)	1	2	3	4	5
Geomorfología	1	2	3	4	5
Uso del suelo	1	2	3	4	5
Edafología	1	2	3	4	5
Hidrogeología	1	2	3	4	5
Tectónica	1	2	3	4	5
Hidrología	1	2	3	4	5
Total	9	18	27	36	45

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

En la Tabla 0-15 se presentan las características de los elementos establecidos para realizar la zonificación geotécnica por estabilidad para el área de influencia físico-biótica.

Tabla 0-15 Criterios de zonificación geotécnica específicos para el área de estudio

Variables	Estabilidad 				
	Muy Alta (MA)	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)	Muy Baja (MB)
Pendiente (P %)	0-1%, 1-3%	3-7%, 7-12"	No definida dentro del área de estudio	No definida dentro del área de estudio	No definida dentro del área de estudio
Litología(M) o Tipo de material	No definida dentro del área de estudio	Roca con meteorización media (Depósitos Aluviales Recientes y	No definida dentro del área de estudio	No definida dentro del área de estudio	No definida dentro del área de estudio

Variables	Estabilidad 				
	Muy Alta (MA)	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)	Muy Baja (MB)
		Abanico de Ibagué).			
Cobertura Vegetal ©	Zonas industriales, Aeropuerto sin infraestructura asociada, Parque Cementerio, Áreas deportivas	Tejido Urbano continuo, Tejido Urbano discontinuo, Bosque de galería y ripario, Vegetación acuática sobre cuerpos de agua, Plantación Forestal, Vegetación Secundaria Alta, Vegetación secundaria Baja, Estanques para acuicultura continental	Pastos Limpios, Pastos arbolados, Pastos enmalezados, Cuerpos de agua artificiales, Arroz.	Tierras desnudadas y degradadas, Otras explotaciones mineras, Explotación de materiales de construcción.	No definida dentro del área de estudio
Geomorfología (G)	No definida dentro del área de estudio	Geoformas de Ambiente Fluvial y Volcánico	No definida dentro del área de estudio	No definida dentro del área de estudio	No definida dentro del área de estudio
Uso del suelo (US)	Usos actuales de protección y Cuerpos de Agua naturales.	Uso actual residencial, transporte, comercial industrial.	Uso actual de pastoreo semi intensivo, cultivos transitorios intensivos, cultivos permanentes intensivos, cultivos permanentes semi intensivos y cuerpos de agua	Uso actual de materiales de construcción.	

Variables	Estabilidad →				
	Muy Alta (MA)	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)	Muy Baja (MB)
			naturales, Servicios.		
Edafología (ED)	No definida dentro del área de estudio	Suelos generados en ambiente Planicie.	No definida dentro del área de estudio	Zonas definidas como NO SUELO	No definida dentro del área de estudio
Hidrogeología (HD)	No definida dentro del área de estudio	Unidades hidrogeológicas con poca capacidad para almacenar y transmitir agua subterránea: Acuífero Cuaternario.	Unidades hidrogeológicas con buena capacidad para almacenar y transmitir agua subterránea: Acuífero Abanico de Ibagué.	No definida dentro del área de estudio	No definida dentro del área de estudio
Tectónica		Zonas no afectadas por fallas geológicas.		Zonas donde se observa el trazo de fallas geológicas en superficie.	Zonas donde se observa evidencia de la actividad de fallas geológicas.
Hidrología	Muy baja capacidad para erosionar	Baja capacidad para erosionar	Media capacidad para erosionar	Alta capacidad de erosión	Muy Alta capacidad de erosión

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Para la realización del mapa de Zonificación geotécnica se utilizó el programa ArcGIS. En este sentido, se dieron valores de 1 para la estabilidad muy alta para cada uno de los criterios, 2 para estabilidad alta, 3 para estabilidad moderada, 4 para baja estabilidad y 5 para muy baja estabilidad. Con la evaluación anterior es de esperar que al cruzar los mapas de valores dados a cada uno de los criterios se obtengan categorías entre 1 y 40, clasificados en rangos de estabilidad que se muestran en la Tabla 0-16.

Tabla 0-16 Rangos para clasificación de estabilidad geotécnica para el área de estudio

Rango	Calificación
Muy alta	1 - 9
Alta	9,1-18
Moderada	18,1-27
Baja	27,1-36
Muy baja	36,1-45

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

De acuerdo con lo observado en el mapa de zonificación geotécnica se aprecia que el 63,14% del área de influencia físico-biótica, tiene un rango de estabilidad geotécnica Alta. Estas zonas no son susceptibles a presentar procesos erosivos, debido a las bajas pendientes, uso del suelo y material litológico presente. Por su parte la estabilidad geotécnica media representa el 36,86% del área de influencia físico-biótica y se asocia con las zonas de bajo grado de consolidación, con coberturas antrópicas principalmente (Tabla 0-17).

Tabla 0-17 Rangos para clasificación de estabilidad geotécnica para el área de estudio

NOMBRE	NOMENC LATURA	T_MATER	CLASIF_MAT	COEF_ ACE_S	FACT _SEG	ARE A_H A	%Á REA
Zona Estabilidad geotécnica Alta	ZEGA	Suelo depositado	Material compuesto de rocas volcánicas	0,15	1,7	3129,70	63,14
Zona Estabilidad geotécnica Media	ZEGM	Suelo depositado	Material compuesto de sedimentos no consolidados	0,15	1,2	1826,69	36,86
TOTAL						4.956,39	100

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Las características geotécnicas de las dos zonas de estabilidad se presentan a continuación en la **Tabla 0-18**.

Tabla 0-18 Características de las zonas de estabilidad geotécnica

GRADO DE ESTABILIDAD GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍAS
Media	<p>Dentro de esta categoría se encuentran las unidades geomorfológicas susceptibles a presentar procesos erosivos, conformadas por coberturas de tierra de origen antrópico, tales como pastos limpios, arroz, pastos enmalezados.</p>	 <p>21 mar. 2021 15:29:37 7° 7' 52" N - 72° 30' 44" W 173° S Altitud: 162.4m Velocidad: 0.0km/h</p>
Alta	<p>Dentro de esta categoría se encuentran además las zonas de baja pendiente asociadas con geoformas de origen fluvial: Vallecito</p> <p>Los materiales presentes son de carácter arcilloso principalmente con intercalaciones de areniscas. Estas últimas constituyen las cimas de las colinas que presentan buenas condiciones de estabilidad. Los procesos en esta zona son menores y están representados por erosión localizada en las laderas de las colinas, en los sectores con poca vegetación y focos locales de formación de surcos y cárcavas en algunos sectores.</p>	 <p>22 mar. 2021 10:51:26 7° 8' 3" N - 72° 28' 52" W 252° W Altitud: 171.9m Velocidad: 0.0km/h</p>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La zonificación geotécnica dentro del área de estudio se presenta a continuación en la Figura 0.3-11.

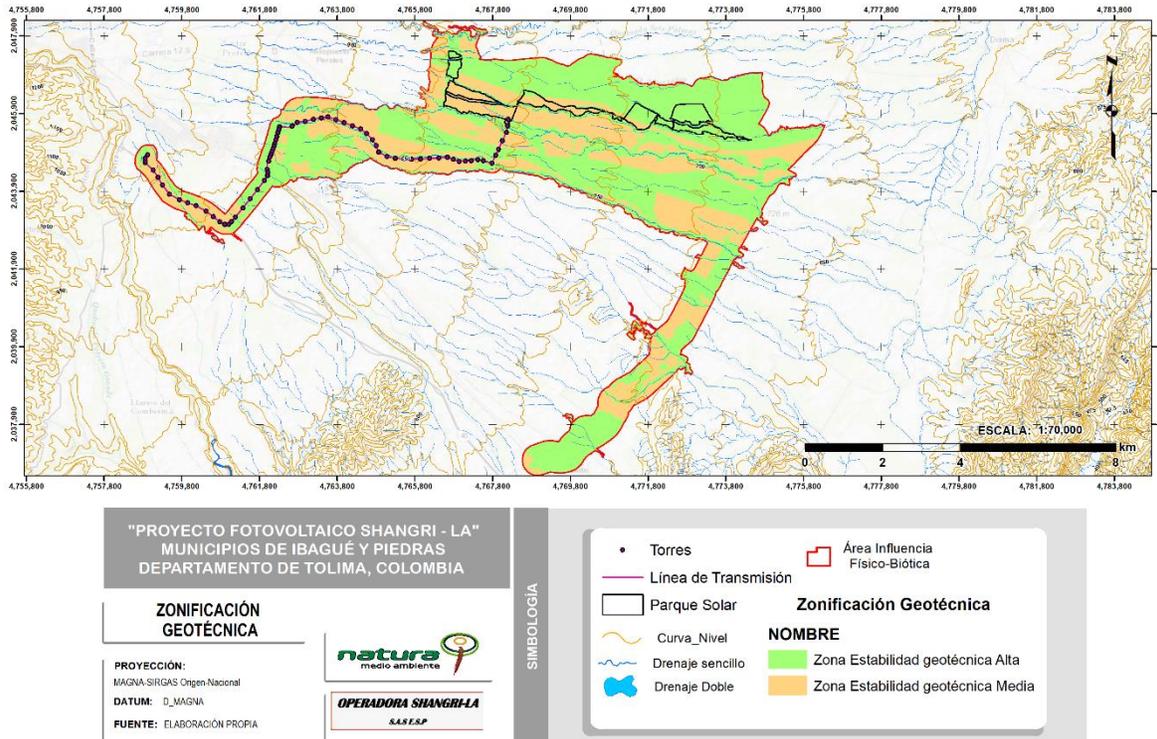


Figura 0.3-11 Zonificación geotécnica para el área de influencia físico-biótica

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.1.9 Atmósfera

En lo que respecta al componente atmosférico, para la definición del área de influencia se determinaron las áreas para los componentes de calidad del aire y ruido a partir de los modelos predictivos, con la proyección de las obras y actividades objeto de licenciamiento donde se usó para la definición de las mismas, las unidades mínimas de análisis relacionadas con la isopleta de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual y la curva de ruido de 50 dBA a 55 dBA, concluyéndose que los impactos para el componente atmosférico, trascenderán de forma significativa después del área de intervención para la fase constructiva donde se proyecta su manifestación. (ANEXO D.1)

De igual manera en lo que respecta a las actividades de caracterización se realizaron 2 campañas de monitoreo en campo para cada uno de los componentes en temporada

seca y húmeda, aplicando lo establecido en la Resolución 0627 de 2006 del MADS, para ruido ambiental y el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la calidad del aire, concluyéndose para el componente de calidad del aire que el Índice de Calidad del Aire - ICA para el parámetro PM₁₀ en temporada húmeda el 100% de las ocasiones se reporta un nivel de concentración BUENA y en temporada Seca, el 59,73% de las ocasiones se reporta un nivel de concentración BUENA y el 40,27% de las ocasiones un nivel de concentración ACEPTABLE.

En tal sentido y para el componente ruido se concluyó que, dado el carácter restrictivo de la norma nacional de ruido para zonas de uso rural suburbano, los niveles de ruido línea base registrados en la zona objeto de estudio, presentan excedencias a los estándares máximos permisibles establecidos en la tabla 2 de la Resolución 0627 de 2006 del MADS. Es decir que previa operación del proyecto los niveles de ruido existentes en el área de influencia del proyecto ya presentan incumplimientos a lo establecidos en la norma nacional de ruido. (ANEXO D.1)

En lo que concierne a el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables, para el componente atmosférico el proyecto no requiere permiso de emisiones atmosféricas toda vez que ninguna de las actividades a ejecutar por el proyecto en las fases de construcción y operación, cumple con lo establecido en el Artículo 2.2.5.1.7.2 de la Sección 7. "*Permisos de emisión para fuentes fijas*" del Decreto 1076 de 2015, "*Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*", ni con lo consagrado en la Resolución 619 de 1997 "*Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas*" y sus normas complementarias.

En lo relacionado a las medidas de manejo planteadas para los componentes de calidad del aire y ruido, las mismas están enfocadas al manejo de las fuentes desde su operación, realizando mantenimientos preventivos y controlando los límites de velocidad, así mismo se proponen actividades de cerramiento de áreas de intervención y zonas de acopio y la humectación de vías para evitar la generación de material particulado, no se plantean

medidas de tipo restrictivo teniendo en cuenta que los principales impactos se darán durante la fase constructiva y la misma será ejecutada solo en el periodo diurno.

Finalmente, en lo relacionado con el programa de seguimiento y monitoreo se plantean monitoreos de ruido y calidad del aire solamente para la etapa constructiva, teniendo en cuenta que durante esa fase se manifestaran los principales impactos, dado que en la etapa de operación no se generaran emisiones de ruido y calidad del aire por la operación de los paneles solares, el centro de transformación y la sala de control.

Por su parte, los parámetros meteorológicos analizados evaluaron la tendencia de las siguientes variables: Temperatura, Presión Atmosférica, Precipitación, Humedad Relativa, Dirección y Velocidad del viento, Radiación Solar y Nubosidad, las cuales se consideran de suma importancia en proyectos de energía fotovoltaica ya que la tendencia a lo largo del año de estas variables son la base para determinar la factibilidad del funcionamiento de las plantas fotovoltaicas.

La información meteorológica para modelación se obtuvo mediante simulación atmosférica de última generación WRF (Weather Research and Forecasting) para el año 2020; el análisis del set de datos de la meteorología simulada del área de estudio se realizó para un periodo de 5 años, entre la vigencia 2015 a 2020, para todas las variables meteorológicas analizadas.

Para la **Temperatura**, los meses con mayores registros de temperatura ambiente del año en la zona corresponden a febrero, agosto y septiembre, con una clara tendencia bimodal que se presenta durante los dos semestres del año, con incrementos de temperatura el primer trimestre y descensos marcados durante el segundo trimestre. Este comportamiento se repite igualmente en el segundo periodo del año. Con relación al perfil horario de temperatura se registra una tendencia normal, con los mayores registros durante el medio día y horas posteriores con promedios de 30°C y superiores durante al menos cuatro horas en este periodo.

En resumen, la temperatura promedio anual en la zona es de 25.68 °C con máximos y mínimos mensuales de 26.84 °C y 24.54 °C respectivamente y máximos y mínimos horarios de 38.2°C y 17.45 °C, respectivamente.

La **Presión Atmosférica** no es un parámetro que influya directamente en la generación de energía solar, sin embargo, es un parámetro que tiene relación directa con otras variables meteorológicas que crean escenarios favorables o desfavorables para la operación de este tipo de proyectos. La presión atmosférica en la zona no registra variaciones significativas, manteniendo promedios mensuales en el rango de 926 y 928mbar. Las mayores variaciones en la presión atmosférica del lugar se registraron a partir del mes de marzo y hasta agosto donde se normalizaron nuevamente los promedios. En cuanto a los promedios horarios, registran disminución en sus promedios sobre las horas de la tarde, llegando a su menor valor sobre las 14:00 y 15:00 horas del día, con valores de aproximadamente 990mbar. Para la tendencia anual de este parámetro se aprecian los mayores registros sobre los meses marzo y abril, situados entre las 7:00 y 9:00 horas, con incrementos marcados también en horario nocturno.

La **Precipitación**, presenta un comportamiento bimodal registrando las mayores precipitaciones sobre los meses de marzo- abril y octubre noviembre llegando a sobrepasar este último los 200mm de H₂O. Durante los meses de mayor precipitación se registraron los mayores valores durante las horas de la noche, lo cual se considera una situación ideal para la optimización de este tipo de proyectos ya que este tipo de eventos traen consigo condiciones como el incremento en la nubosidad y por ende una disminución en los niveles de radiación, lo que repercute directamente en la captura de energía. Es por esto que el hecho que las precipitaciones en la zona sean mayormente en horario nocturno es una condición a favor de la operación de la planta.

La **humedad relativa** presenta concordancia teórica, una relación inversamente proporcional a la temperatura, registrando los menores promedios durante las horas de mayor temperatura y viceversa. Así mismo los mayores porcentajes de humedad se dan durante el horario nocturno, siendo de esta forma uno de los parámetros con una tendencia claramente definida. Los cambios en este parámetro se dan de forma gradual.

y no abrupta. En cuanto la distribución de este parámetro, los mayores porcentajes de humedad se encuentran entre los meses de marzo, abril, mayo octubre y noviembre, situados sobre las primeras y últimas horas del día.

Velocidad y dirección del Viento, El comportamiento de los vientos en la zona se registró bastante estable, con valores bien definidos tanto en velocidad como es dirección. Los valores promedio mensuales presentan los meses de junio hasta agosto como el periodo del año con mayores velocidades diarias, estos valores se concentran entre las 10:00 y 17:00 horas, con algunas variaciones menores sobre las primeras horas de la noche. De forma general, la velocidad del viento media en la zona es de 3.21 m/s. La clasificación de los vientos en la zona, según la escala de Beaufor, la zona se caracteriza por Brisa Leve.

La rosa de vientos total para la zona presenta vientos predominantes de origen SSW, con tres variaciones importantes en dirección Sur, NNE y NE. La mayor componente de registra vientos localizados en el rango de entre 1.5 y 10.8 m/s, con las mayores frecuencias en el rango de 3.3 – 5.4 m/s en todas las variaciones de la rosa.

La **radiación solar** es quizá el parámetro meteorológico más relevante, siendo esta a su vez el principal recurso a transformar en energía, debido a esto se debe maximizar el aprovechamiento del tiempo de radiación. En este sector, los resultados obtenidos en los análisis meteorológicos presentan los meses de agosto y septiembre con los mayores niveles de radiación solar durante el año, presentando niveles promedios de 310 (w/m²). Los promedios multi-horarios de radiación, se puede observar cómo los niveles empiezan a aumentar desde las 06:00 hasta llegar a promedios máximos de aproximadamente 1000 w/m² a las 12:00,

La **nubosidad** por su parte es un parámetro meteorológico que disminuye los valores de radiación y con ello el aporte energético natural. Para la caracterización del área de influencia se utilizaron las décimas como medida cobertura. El cielo en el área de estudio esta generalmente nublado en la noche, presentándose menores niveles de nubosidad durante la mañana lo cual concuerda con la predicción de la precipitación. En general

las horas de radiación máxima concuerdan con los periodos donde la nubosidad es menor, creando un escenario ideal para la operación de la planta de energía fotovoltaica.

0.3.2 Medio Biótico

0.3.2.1 Ecosistemas

0.3.2.1.1 Ecosistemas terrestres

0.3.2.1.1.1 Flora Arbórea

El área de influencia físico-biótica del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, ubicado en el municipio de Ibagué, departamento de Tolima, se encuentra inmerso dentro del bosque seco tropical (bs-T) en 4934,97 hectáreas (99,57%), definido como un tipo de vegetación dominada por árboles deciduos en el cual al menos el 50% de las especies vegetales presentes son tolerantes a la sequía, la temperatura anual es igual o superior a 25 °C, la precipitación anual total es de 700 a 2000 mm, y hay tres o más meses de sequía (precipitación menor a 100 mm) al año. Una pequeña área de 21,42 hectáreas (0,43%), se presenta dentro de la zona de vida del Bosque húmedo Premontano (bh-PM), caracterizada por mostrar precipitaciones medias anuales entre 1000 y 2000 mm y una biotemperatura de 18 a 24°C.

De acuerdo con el Mapa ecosistemas Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM,2017), en la zona de estudio correspondiente al área de influencia físico-biótica del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se identifican cuatro tipos de Biomas: Hidrobioma Tolima grande, Hidrobioma chaparral, Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande y el Orobioma Subandino Chaparral. Los hidrobiomas corresponden al gran bioma Pedobioma Zonobioma Húmedo tropical, donde las condiciones de humedad y del suelo determinan el tipo de vegetación y de fauna en la zona, además se encuentran limitados a los cuerpos de agua presentes.

En el área de influencia físico-biótica del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La se delimitaron 24 unidades de coberturas de la Tierra, las cuales está agrupadas en territorios artificializados, territorios agrícolas, áreas húmedas y superficies de agua. La más

representativa de todas las coberturas identificadas en el Arroz con 2271,48 ha (45,83%), seguida del bosque ripario con 795,71ha (16,06%) y en tercer lugar los pastos limpios con 654,49 ha (13,20%).

Para el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, la caracterización de cada unidad de ecosistema, se empleó el método basado en Patterns of Neotropical plant species diversity de Gentry (1982), con algunas variaciones dependiendo de la cobertura vegetal evaluada, como se puede detallar en el capítulo 2 de Metodología. Sin embargo, el estudio fue de tipo descriptivo-exploratorio, el cual persigue como objetivo obtener información acerca de la composición y estructura de un área de influencia físico-biótica, con el fin de conocer el estado actual de los ecosistemas antes de la construcción del proyecto. El fin es obtener un muestreo suficientemente representativo y confiable, para ello se empleó el método del muestreo estadístico aleatorio simple para unidades de ecosistemas vegetales que cumpliera con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%.

La determinación del estado actual de la flora se realizó con base en la definición de los ecosistemas vegetales, la composición florística de la región, los estados sucesionales, análisis estructural y biodiversidad presente, desarrollo de inventarios forestales, entre otros, según lo solicitado en los términos de referencia.

Para la caracterización de las coberturas vegetales y con el fin de dar cumplimiento a los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica tdr-015, se realizó un muestreo a través del método matemático estableciendo un muestreo aleatorio simple, donde se usó el volumen total como variable; se determinó un número de unidades de muestreo que permitiera obtener resultados con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ o probabilidad del 95% y un error de muestreo menor al 15%; el muestreo se realizó por cobertura y bioma.

Los estadígrafos para la caracterización de los ecosistemas presentes en el Orobioma Subandino Chaparral se obtuvo con un error de muestreo de 11,92% para el bosque de galería y ripario, del 11,14% para los pastos arbolados, de 12,69% para la vegetación

secundaria alta y de 14,91% para la vegetación secundaria baja. Así mismo, para la caracterización de ecosistemas presentes en el Zonobioma Alternohigrico Tolima grande se obtuvo un error de 14,81% para el bosque de galería y ripario, del 13,99% para los pastos arbolados, de 11,40% para la vegetación secundaria alta y de 14,34% para la vegetación secundaria baja.

El registro, la medición y delimitación de cada parcela para los diferentes ecosistemas identificados se realizó con un esfuerzo de muestreo con un tamaño de unidad de 0,1 ha (100mx10m), permitiendo variaciones dependiendo de la estructura de la vegetación, pues este método se enfoca en ecosistemas boscosos. Por tanto, para las vegetaciones secundarias altas se realizó con una unidad a la mitad del tamaño de la parcela de bosques, es decir, 50m x 10m, de acuerdo con lo recomendado por Villarreal et al. (2004) y para las vegetaciones secundarias bajas de 20m x 10m acorde a CATIE (2001). Esto se encuentra evaluado y sustentado debido al tamaño de los elementos arbóreos y a la homogeneidad esperada en estructura y composición florística. En total se realizaron 44 parcelas en todos los ecosistemas.

➤ Estado sucesional

Para el área de influencia físico-biótica, Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se reportó un total de 87 especies, de las cuales, 39 especies se comportan como Heliófitas durables, debido a que tienen requerimientos de luz para su crecimiento y son de vida relativamente larga, aunque sus semillas tienen una viabilidad corta, estas especies tienen la capacidad de colonizar espacios abiertos y claros pequeños de los bosques expuestos a la luz, en este grupo se encuentran algunas de las especies comerciales; algunas de especies que pertenecen a este grupo son: *Albizia guachapele*, *Albizia saman*, *Astronium graveolens*, *Handroanthus chrysanthus*, *Pithecellobium dulce*, *Tabebuia rosea*, entre otras.

En el segundo grupo ecológico, Heliófitas efímeras, se reportaron 28 especies, en este grupo se encuentran las especies intolerantes a la sombra, de reproducción masiva y precoz, con rápido crecimiento y vida corta, que colonizan espacios abiertos, totalmente expuestos a la luz, algunas de estas especies son: *Cecropia peltata*, *Guazuma ulmifolia*, *Croton leptostachyus*, *Leucaena leucocephala*, entre otras. El último grupo, Esciófitas, se

encontraron 12 especies, que corresponden a especies tolerantes a la sombra y con un crecimiento más lento, que se regeneran bajo el dosel del bosque, algunas de las especies de este grupo son: *Anacardium excelsum*, *Casearia corymbosa*, *Picramnia latifolia*, *Randia aculeata*, entre otras.

➤ Especies amenazadas

Se revisó el listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), www.cites.org, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN (www.iucnredlist.org), la Resolución N° 1912 de 2017 del MADS y El Acuerdo CORTOLIMA No. 15 del 14/11/2017 (Veda regional y Nacional), encontrando lo siguiente: En la categoría CITES no se reportó ninguna especie, para la categoría UICN se reportaron 46 especies en Preocupación menor (LC), para la resolución a nivel nacional MADS N° 1912 de 2017 se reportó la especie *Albizia guachapele* en Peligro (EN); por otro lado, no se reportó ninguna especie endémica en el área de influencia físico-biótica del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

0.3.2.1.1.2 Flora vascular y no vascular de diferentes hábitos de crecimiento

Para la caracterización de la flora vascular y no vascular presente en las unidades ecosistémicas identificadas en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se llevó a cabo el registro de las especies vasculares y no vasculares que presentan diferentes hábitos de crecimiento, esto a través de metodologías planteadas para cada una de las unidades de coberturas definidas dentro del área del proyecto, las cuales se establecieron como las más representativas en términos de estructura y composición, mediante la realización de parcelas de caracterización

De esta manera, para el área de influencia del proyecto se identificaron los biomas Orobioma Subandino Chaparral y Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande con las coberturas vegetales Bosque de galería y/o ripario, Vegetación secundaria lata, Vegetación secundaria baja, Pastos arbolados, Pastos limpios, Pastos enmalezados, Arroz, Plantación forestal, entre otras, las cuales evidenciaron la presencia de flora vascular y

no vascular de hábito de crecimiento cortícola, epífito, rupícola y terrestre.

Como resultado de la caracterización realizada en el área de influencia del proyecto, se registró un total de 50 especies de flora vascular y no vascular, de las cuales 29 de las especies corresponden a las plantas no vasculares (FNV) identificándose organismos pertenecientes a los líquenes, musgos y hepáticas, y las 21 especies restantes hacen parte de la flora vascular (FV).

En cuanto a la riqueza de especies según su hábito de crecimiento, se encontró que el 92% de las especies registradas para el área de influencia presentan un hábito epífito (crecen sobre árboles), seguido por el rupícola con el 48% (crecen sobre roca), 18% se reportaron sobre el suelo (terrestre) y el 6% sobre troncos muertos (cortícola). Algunas especies suelen colonizar diferentes sustratos como el musgo *Hyophila involuta* el cual se reportan en los cuatro hábitos de crecimiento evaluados. Algunos líquenes como *Lejeunea sp.* y *Marchantia polymorpha* se registraron en hábitos epífitos, rupícolas y terrestres. Esto demuestra la flexibilidad de algunas especies en colonizar diferentes hábitats siempre y cuando estos les proporcionen la disponibilidad de recursos que estos necesitan.

Para el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La se reportan tres (3) especies reportadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN, dos (2) en preocupación menor (*Rhipsalis baccifera* – Cactaceae y *Oeceoclades maculata* - Orquídea) y una (1) en peligro correspondiente a la orquídea *Vanilla pompona*. Es importante resaltar que ninguna de las especies vasculares y no vasculares se encuentran incluidas en el listado de especies amenazadas del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Resolución 1912 de 2017.

Por otra parte, conforme a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se reportan dos (2) especies incluidas en el Apéndice II, las cuales corresponden a las orquídeas *Catasetum tabulare* y *Cyclopogon ovalifolius*. Este apéndice incluye a especies que no están necesariamente

amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

Sin embargo, todas las especies de Líquenes, Musgos, Hepáticas, Orquídeas y Bromelias se encuentran en veda nacional según la Resolución 0213 de 1997 expedida por el Inderena. Por lo cual, y conforme a la caracterización realizada, se reportan en total 10 especies de flora vascular (Orquídeas y Bromelias) y 29 especies de flora no vascular (Líquenes, Musgos y Hepáticas) de hábito cortícola, epífita, rupícola y terrestre.

0.3.2.1.1.3 Fragmentación

Los procesos de fragmentación y conectividad se analizaron a partir de las unidades de cobertura vegetal de tipo natural y seminatural. El estudio tiene como base las métricas del paisaje, las cuales informan sobre el estado actual de las coberturas de estudio, paisaje de estudio y la estructura del paisaje, reconociendo que actividades económicas y/o procesos naturales contribuyen al cambio. El análisis se realizó aplicando métricas del paisaje para los diferentes niveles (parche, clase y paisaje), con el objetivo de conocer los procesos de fragmentación y estado de conectividad de las coberturas en los dos escenarios evaluados (Sin proyecto y Con proyecto).

Para evaluar la fragmentación a nivel de parche se implementó la distancia al vecino más cercano siendo esta la distancia promedio de los parches vecinos que pertenecen a la misma categoría, para lo cual se observó que las coberturas con menor distancia promedio fueron las coberturas bosque de galería y/o ripario y vegetación secundaria alta, esto se da gracias a que son las coberturas más conservadas dentro de la matriz. Respecto a las coberturas a nivel de clase se analizó el área clase, siendo esta una medida fundamental de la composición del paisaje al delimitar la representatividad de cada cobertura, gracias a esto se observa la presencia de 25 coberturas dentro de las cuales cinco (5) son naturales y seminaturales, además se logra prever la pérdida de área en 10 estas, como resultado de la transformación de 260,168 hectáreas para la implementación del proyecto.

Respecto a las coberturas naturales y semi-naturales en la actualidad se observa que aquellas con mayor fragmentación son las coberturas bosque de galería y vegetación secundaria alta, al tener el mayor número de parches llegando a presentar así una conectividad media, por otro lado, las coberturas vegetación secundaria baja y cuerpos de agua artificiales muestran mayor conectividad gracias a que presentan parches más compactos. En general se observa que las coberturas presentan una forma irregular confirmando la dispersión y baja conectividad de las coberturas evaluadas, no obstante gracias al índice de dimensión fractal se comprueba que, a pesar de su irregularidad, no son planos complejos.

Una de las afectaciones de mayor interés son los cambios que los fragmentos forestales manifiestan en sus franjas exteriores, gracias al efecto borde que cambia propiedades y dinámicas dentro de los fragmentos, para ello se tomó en cuenta el índice de borde total. Actualmente las coberturas con mayor impacto por este efecto son el bosque de galería y la vegetación secundaria alta, no obstante, una vez se implemente el proyecto se observa que la vegetación secundaria baja presentaría la mayor afectación al exhibir el aumento más significativo en su densidad de borde.

En cuanto al nivel de paisaje, se evaluó en primera estancia el contexto paisajístico buscando analizar la conectividad a esta escala y los cambios que podría llegar a presentar, como panorama general se observa una conectividad media dentro de una matriz fuertemente fragmentada dada la intervención por actividades agropecuarias dentro de la zona. Se observa que las coberturas con mayor conectividad dentro del área son la vegetación secundaria baja y los cuerpos de agua artificiales, mientras que el bosque de galería muestra una baja conectividad, lo cual se relacionaría con la alta pérdida de hábitat que este presenta por el avance de la frontera agrícola además de su baja área core, adicionalmente buscando apreciar la diversidad paisajística, se tomó el índice de Shannon (H) por medio del cual se logró inferir que la matriz aún conserva un grado intermedio de heterogeneidad en las coberturas que la conforman, igualmente se pudo observar un aumento en la diversidad paisajística una vez se implemente el proyecto, al transformar la cobertura más dominante dentro de la matriz; el Arroz. Por último, buscando determinar el carácter y la función de los parches en el paisaje, se

calculó el área core de cada cobertura, mostrando así un total de 256 áreas internas actualmente con una perdida futura de tres (3) de estas con la implementación del proyecto, las coberturas con mayor capacidad de albergar vida dentro de ellas son las vegetaciones secundarias y los cuerpos de agua artificiales teniendo en cuenta su área core total y su respectivo porcentaje, por otro lado, el bosque de galería a pesar de tener la mayor área core, revela como la forma afecta el porcentaje de área interna al presentar el valor más bajo de porcentaje de interior de hábitat, puesto que gracias a su forma elongada se considera como un corredor biológico.

Finalmente, al ver la variación en los diferentes índices evaluados, el bosque de galería y las vegetaciones secundarias o en transición mostraron ser las más susceptibles ante la implementación del proyecto, ahora bien, es importante resaltar que los grados de variación en general son mínimos ya que se buscó generar el menor impacto posible dentro de estas coberturas boscosas y semi-naturales, por ende, se debe tener en cuenta que, si los recursos se ven afectados por actividades antrópicas futuras y, dado que actualmente pueden estar menos perturbados, se les debe dar la importancia de parches prioritarios.

0.3.2.1.1.4 Fauna

Para el levantamiento de la información correspondiente al componente de fauna, se realizaron tres fases, las cuales se mencionan a continuación:

1. **Fase de pre-campo:** Se realizó una búsqueda de información secundaria, correspondiente a los municipios de Ibagué y Piedras, del departamento del Tolima, usando plataformas como el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), las colecciones científicas en línea del Instituto de Ciencias Naturales-ICN, Tremarctos Colombia 3.0 e informes y estudios realizados en la zona.
2. **Fase de Campo:** Se emplearon transectos para la observación directa de los organismos, se instalaron redes de niebla para aves y mamíferos y se usaron trampas Sherman, Tomahawk y cámaras trampa para la captura de mamíferos.
3. **Fase de oficina:** Se examinó la información obtenida en campo, analizando la riqueza de especies observada y la representatividad de los órdenes y familias.

De igual forma, se calcularon los índices de diversidad y los aspectos ecológicos de los organismos registrados.

Con relación a las aves, se logró el registro de 148 especies pertenecientes a 45 familias y 19 órdenes. De estos organismos, el orden Passeriformes fue el más diverso y en cuanto a las familias lo fue Thraupidae (24 spp.). Ahora bien, de la avifauna documentada en el área de influencia, las especies consideradas como sensibles debido a la categoría de amenaza en que se encuentran o por tener una distribución endémica o casi endémica, serían: *Psittacara wagleri* (Perico chocolero), *Coccyua pumila* (Cuclillo rabicorto), *Hylophilus flavipes* (Verderón rastrojero) y *Stilpnia vitriolina* (Tángara rastrojera). Así mismo, de las aves reportadas 18 se encontrarían en los apéndices II y III de la CITES. Por último, las especies *Mycteria americana* (cabeza de hueso) y *Mimus gilvus* (sinsonte común) se están en veda nacional según la resolución 1003 de 1969 y 176 de 1970 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Por otra parte, se hizo el registro de 13 especies de anfibios, organizadas en ocho (8) géneros y cuatro (4) familias. La familia con mayor número de especies fue Leptodactylidae (6 spp.). Respecto a las especies sensibles, se reportan dos especies con distribución endémica para Colombia, las cuales son *Dendrobates truncatus* (Rana venenosa de rayas amarillas) y *Leptodactylus colombiensis* (Rana picúa). Igualmente, se reporta a *D. truncatus* dentro del apéndice II de la CITES. Finalmente, se encontró que *L. insularum* y *L. colombiensis* pueden llegar a ser usadas como alimento, mientras que *D. truncatus* es usualmente cazada y comercializada como mascota. En lo concerniente a los reptiles, se reportan 18 especies catalogadas en nueve (9) familias y dos (2) órdenes. Siendo el orden Squamata el más diverso (17 spp.), en tanto que en las familias lo fue Colubridae con cinco (5) especies. Dentro de los organismos sensibles solo se reporta *Holcosus niceforoi* (Lobito), lagarto endémico de Colombia. Del mismo modo, se encontró que la *Iguana iguana* (Iguana), el *Caiman crocodilus fuscus* (Babilla) y la *Boa constrictor* (Matacaballo) están dentro del apéndice II de la CITES.

En lo referente a los mamíferos, se encontró una riqueza de 20 especies, las cuales estarían dispuestas en siete (7) órdenes y 13 familias. El orden con mayor

representatividad fue Chiroptera (9 spp.), y en cuanto a las familias fue Phyllostomidae (8 spp.). Solo se registró una especie sensible, la cual se trata de *Leopardus pardalis* (Ocelote), felino que se encuentra cómo Casi amenazada (NT) según el Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Con relación a la CITES, *Dasyprocta punctata* (Agouti centroamericano) se encontraría en el apéndice III, *Cerdocyon thous* (Zorro cangrejero) en el apéndice II y *L. pardalis* (Ocelote) en el apéndice I. Por último, según la literatura el 57% de los mamíferos serían empleados como alimento, en tanto que en menor medida se les conferirían usos como mascotas y para realizar artesanías.

0.3.2.1.2 Ecosistemas acuáticos

La caracterización de los ecosistemas acuáticos se realizó durante tres fases: precampo, campo y postcampo. Durante la fase precampo, se realizó la caracterización preliminar de la zona, la identificación de los cuerpos de agua dentro de área de influencia, sus cuencas y microcuencas principales y se recopiló información de estudios realizados en la zona para tener una aproximación de la composición principal de las comunidades acuáticas, se realizó la revisión de información secundaria especializada para cada grupo, para lo cual se tomaron en cuenta estudios previos realizados en el área o en cercanías (posible caracterización de la zona), listados de especies registradas (bases de datos), planes de ordenamiento de la cuenca, estudios nacionales del recurso hídrico y la red nacional de datos abiertos sobre diversidad SiB; Para la fase de campo, se realizó el levantamiento de información primaria, la medición de parámetros fisicoquímicos y ambientales *In situ*. La toma de muestras, el conteo y la determinación taxonómica de las muestras hidrobiológicas estuvo a cargo del laboratorio Biota Consultoría y medio Ambiente, el cual cuenta con acreditación IDEAM, siguiendo los procedimientos estipulados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Estos monitoreos se realizaron simultáneamente con los parámetros fisicoquímicos, siguiendo las especificaciones dadas por las autoridades ambientales para la caracterización de las comunidades acuáticas. Se caracterizaron las comunidades hidrobiológicas a partir de muestreos de perifiton, macroinvertebrados acuáticos y fauna íctica en sistemas lóticos y lénticos y adicionalmente muestreos de plancton (fitoplancton y zooplancton) y macrófitas en sistemas lénticos. La caracterización se llevó a cabo en 18 puntos de monitoreo sobre diferentes cuerpos de agua ubicados dentro del área de influencia,

distribuidos en 14 cuerpos de agua lóaticos y cuatro cuerpos de agua lénticos, entre los días 8 y 22 de junio de 2021 para la época de lluvias y del 26 de julio al 4 de agosto de 2021 para la época seca. Para la fase de post-campo, se procedió al análisis de las muestras colectadas en campo mediante la determinación de la composición y abundancia de las comunidades hidrobiológicas en los cuerpos de agua señalados anteriormente. La recepción y análisis de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S, acreditado por el IDEAM teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 23 (2017). Para los análisis de resultados se realizó inicialmente el análisis de la estructura de las poblaciones y composición de las comunidades hidrobiológicas evaluando los parámetros de riqueza, abundancia y diversidad de especies; para la diversidad se realizó un análisis utilizando los índices de diversidad de Shannon (H'), dominancia de Simpson (D) y equidad de Pielou (J'). Posteriormente se complementó esta información mediante un análisis de clasificación y ordenación de diversidad entre hábitats midiendo el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales, a través de los porcentajes de similaridad Bray-Curtis. Para determinar el estado de la calidad biótica de los cuerpos de agua, se tuvo en cuenta la valoración BMWP/Col para macroinvertebrados acuáticos con la asignación de los valores de bioindicación para cada una de las familias taxonómicas establecidos previamente por (Roldán-Pérez, 2016) y adicionalmente el ASPT como el valor medio de los puntajes obtenidos por la muestra; se estimó la relación fisicoquímica e hidrobiológica mediante un análisis de correspondencias canónicas (ACC) y por último se realizó el análisis multitemporal entre épocas climáticas para los diferentes grupos estudiados.

Según la información registrada en el área de estudio, para los cuerpos de agua el ensamble de algas perifíticas estuvo compuesto principalmente por microalgas de las divisiones Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Ochrophyta para las dos temporadas climáticas, de estos se destacaron los géneros *Navicula* sp y *Nitzschia* sp., para los cuerpos de agua lóaticos y para los cuerpos de agua lénticos se destacaron *Phormidium* sp., *Scenedesmus* sp., *Nitzschia* sp. y *Coelastrum* sp.,

estas son algas con amplia distribución siendo frecuentes en varios tipos de sistemas hídricos costeros y continentales, desde zonas bentónicas hasta cualquier tipo de corrientes, ríos y lagos. Con relación a los índices de diversidad, esta comunidad presenta una distribución equitativa, sin presiones por recursos, evidenciando en la mayoría de los cuerpos de agua caracterizados la ausencia de algún factor que favorezca la proliferación de un taxa específico sobre los demás

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos estuvo constituida por los phylum Arthropoda, Annelida y Mollusca; de estas se destacaron los insectos siendo los más diversos y abundantes; en cuanto a las morfoespecies se destacaron los dípteros del género *Simulium* sp., Tanypodinae y Chironominae Mf., las moscas de mayo del género *Leptohyphes* sp., y los coleópteros del género *Microcylloepus* sp. para los cuerpos de agua lóticos y para los cuerpos de agua lénticos se destacaron los decápodos del género *Macrobrachium* sp. los cuales representan un componente importante en los procesos de recirculación de energía y nutrientes del sistema bentónico. Con relación a la diversidad, al igual que para las algas del perifiton, los macroinvertebrados presentaron una distribución equitativa de las morfoespecies registradas.

Con relación al plancton, las algas estuvieron representadas por las divisiones Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophycota, Miozoa y Ochrophyta, por su parte, el zooplancton estuvo representado por los phylum Arthropoda, Nematoda, Protozoa y Rotifera. Con respecto a las morfoespecies más abundantes, el fitoplancton registro los géneros *Phormidium* sp., *Sphaerocystis schroeteri*, *Coelastrum* sp., *Anabaenopsis* sp. y *Pediastrum* sp. y el zooplancton los géneros *Polyarthra* sp., *Cyclopoidae* Mf. y *Diaphanosoma* sp. Para este grupo también se presentó una distribución equitativa de las morfoespecies registradas.

Para la vegetación acuática, durante la temporada lluviosa se reportaron tres especies *Commelina diffusa*, *Polygonum hispidum* y *Hymenachne amplexicaulis*. Para la temporada seca se registraron 11 especies de las cuales se estimó que *Hymenachne amplexicaulis* y *Polygonum punctatum* corresponden a aquellas que presentaron la mayor cobertura.

La comunidad íctica estuvo conformada exclusivamente por actinopterigios de los órdenes Characiformes, Cichliformes, Cyprinodontiformes y Siluriformes. Las especies que se destacaron con mayor representación por su abundancia corresponden a *Rivulus magdalenae* y *Astyanax henseli*. Por su parte, las especies con mayor frecuencia para la temporada de lluvias corresponden a *Andinoacara latifrons*, reportada en 3 estaciones: Quebrada Opia-E7, Léntico 3-L3 y Léntico 4-L4, y *Rhamdia guatemalensis* registrada para las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada San Javier-E2 y Quebrada San Javier-E8, seguida por *Chaetostoma* cf. *thomsoni*, *Geophagus* cf. *steindachneri*, *Hypostomus hondae*, registrados en 2 estaciones. Para la temporada seca, las especies con mayor representación por su abundancia corresponden a *Priapichthys caliensis* y *Hemibrycon* sp.1. y la especie con mayor frecuencia correspondió a *Priapichthys caliensis*, reportada en 4 estaciones. Se registraron 17 especies como endémicas correspondientes a *Andinoacara latifrons*, *Astyanax henseli*, *Bryconamericus caucanus*, *Bryconamericus tolimae*, *Chaetostoma* cf. *fischeri*, *Chaetostoma* cf. *thomsoni*, *Geophagus steindachneri*, *Hoplias malabaricus*, *Hypostomus hondae*, *Nanocheiroduon insignis*, *Pimelodella chagresi*, *Rhamdia guatemalensis*, *Rivulus Magdalenae*, *Sturisomatichthys leightoni*, *Oreochromis* aff. *niloticus*, *Poecilia* cf. *caucana* y *Priapichthys caliensis*. Solamente la especie *Bryconamericus tolimae* se registra en categoría vulnerable, siendo endémica de Colombia y se conoce en la cuenca del río Magdalena-Cauca y en el Tolima. La especie no tiene usos, ni se comercializa, y su principal amenaza son la contaminación por agroquímicos y la deforestación. Ninguna de las especies registradas es migratoria y con relación a el valor ecológico, económico y/o cultural, los principales usos son ornamentales y como pesca para consumo local.

Con relación a los cambios multitemporales, la comunidad perifítica registró las mayores abundancias para el muestreo en la época lluviosa y la mayor riqueza de especies para la época climática seca; el fitoplancton presentó variaciones entre las dos épocas climáticas evaluadas, presentando la mayor abundancia y riqueza en la época seca contrario al zooplancton que registró las mayores riquezas y abundancias para la temporada de lluvias. Los organismos bentónicos registraron la mayor abundancia durante la época de lluvias, por su parte, la riqueza registró valores similares entre ambas

épocas climáticas. La ictiofauna estuvo compuesta por 19 especies de las cuales *Priapichthys caliensis* fue la más abundante y frecuente en ambos muestreos, seguida de *Rivulus magdalenae* y *Astyanax henseli*. Así mismo, la mayor riqueza y diversidad de especies se reportó durante la época lluviosa, mientras que para la época seca se registró la mayor abundancia, esto debido a la disminución del nivel del agua en los puntos de muestreo lo que facilita su captura.

Finalmente, Los resultados arrojados por el índice BMWP/Col para los cuerpos de agua evaluados durante la temporada de lluvias registran tres estaciones como aguas fuertemente contaminadas con calificación de calidad muy crítica correspondientes a E3 Quebrada Opia, L2 Lentico 2 y L3 Lentico 3; cuatro estaciones registraron calidad crítica sugiriendo aguas muy contaminadas correspondientes a E1 Quebrada Doima, E11 Quebrada Armadillos 2, E13 Quebrada La Perica y L4 Lentico 4; seis estaciones presentaron calidad dudosa sugiriendo aguas moderadamente contaminadas y cuatro estaciones presentaron una calidad aceptable con aguas Ligeramente contaminadas donde se evidencian efectos de la contaminación. Para la temporada seca, se observó un aumento en los valores de calidad general para las corrientes, con tres estaciones registradas como aguas fuertemente contaminadas correspondientes a L2 Lentico 2, L3 Lentico 3 y L4 Lentico 4; dos estaciones registraron calidad crítica sugiriendo aguas muy contaminadas correspondientes a E13 Quebrada La Perica y E1 Quebrada Doima; cuatro estaciones presentaron calidad dudosa sugiriendo aguas moderadamente contaminadas, seis estaciones presentaron una calidad aceptable con aguas Ligeramente contaminadas donde se evidencian efectos de la contaminación y una estación correspondiente a E8 Quebrada San Javier registro valores de calidad buena con aguas no contaminadas.

0.3.2.1.3 Ecosistemas estratégicos

El área de influencia físico-biótica no posee traslape con ninguna capa del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En cuanto a la consulta de Parques Nacionales Naturales, existe una intersección de la capa del Registro único de ecosistemas y áreas ambientales -REAA, el cuál es el Registro único de ecosistemas y áreas ambientales, herramienta informativa dinámica cuyo objetivo es el de identificar y priorizar ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, a excepción de las áreas

protegidas registradas en el Registro Único de Áreas Protegidas – RUNAP. El REAA representa Zonas de Bosque Seco Tropical a escala 1:100.000 y muestra los límites espaciales de la delimitación de las áreas identificadas como Bosque Seco Tropical. A esta capa se realizan actualizaciones mensuales según necesidad en cabeza de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos - DBBSE. Cubre toda la extensión continental del territorio colombiano, en donde se encuentran las Zonas Bosque seco tropical.

Además, también se identificó traslape con prioridades de conservación nacional CONPES, correspondientes a la Vegetación secundaria del Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Alto Magdalena. Las áreas con prioridades de conservación son sitios estratégicos que representan diferentes ecosistemas del país y que conforman el patrimonio natural nacional. Así, la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, analiza las Áreas Prioritarias para La Conservación "In Situ" de La Biodiversidad Continental En Colombia.

0.3.3 Medio Socioeconómico

Para el desarrollo del medio socioeconómico del Estudio de Impacto Ambiental el abordaje se estableció a partir de la definición de las unidades territoriales donde se ubicará infraestructura del proyecto (parque fotovoltaico y línea de transmisión eléctrica) así como las zonas relacionadas por la presencia de actividades como la adecuación de accesos. Para este caso se estableció que la ubicación del proyecto Fotovoltaico Shangri-La se encuentra entre los municipios de Ibagué y Piedras – Tolima (Figura 0.3-12).

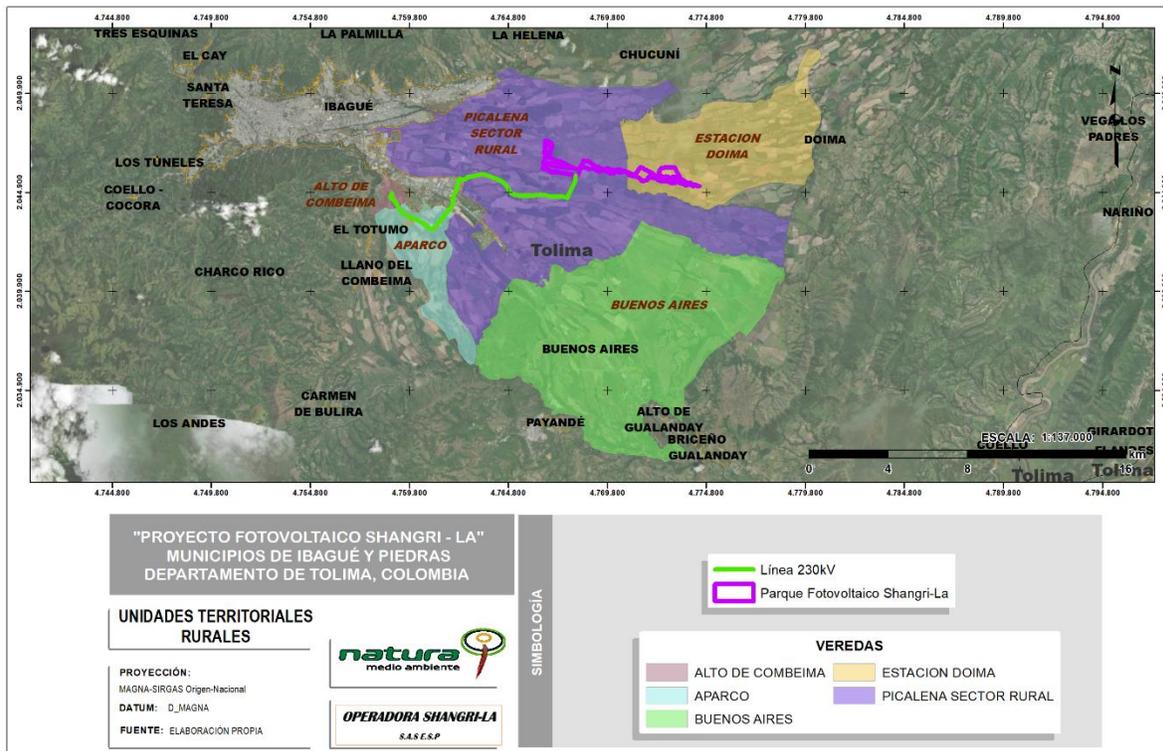


Figura 0.3-12 Unidades territoriales donde se ubicará infraestructura del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Respecto a la definición del área de influencia, se tuvo en cuenta diferentes elementos asociados a la posible trascendencia de los impactos relacionados al medio socioeconómico, por lo que una vez analizada la información obtenida de diferentes fuentes de información secundaria se procedió a establecer un área de influencia preliminar y luego el área de influencia definitiva donde se ubicó puntualmente las unidades territoriales menores, incluyendo las relacionadas con la Línea de Transmisión Eléctrica y que se presentan en la Tabla 0-19.

Tabla 0-19 Unidades territoriales área de influencia socioeconómica

MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL MENOR
Piedras (Tolima)	Vereda Estación Doima
Ibagué (Tolima)	Picalena (sector rural)
	Vereda Aparco

MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL MENOR
	Vereda Alto Combeima
	Vereda Buenos Aires
	Barrio Rincón de las Américas
	Barrio Las Américas
	Barrio Villas de Gualara
	Barrio Los Tunjos
	Barrio Picaleña
	Conjuntos Madeira Campestre, Arboleda y Yarumos
	Áreas adyacentes comuna 9 (Condominio Hacienda Las Victorias, conjuntos de apartamentos Arboleda del Campestre y Ecociudad de la Riviera)

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Con relación al desarrollo metodológico del proyecto desde el medio socioeconómico y con base en la definición de las unidades territoriales mayores donde se ubica el proyecto, se procedió a realizar la búsqueda de información secundaria disponible en bases de datos nacionales, regionales y municipales, (DANE, DPN, sitios WEB de Gobernación del Tolima, Alcaldías de Ibagué y Piedras). Dicha información se procesó con el fin de establecer dinámicas de contexto local y regional para plantear las estrategias participativas y de recolección de información.

0.3.3.1 Lineamientos de participación

Respecto al proceso de información y participación, se identificaron diferentes retos asociados al contexto presentado entre los años 2020 y 2021 referentes a la emergencia sanitaria nacional producto de la pandemia del COVID19, lo que además se sumó a situaciones como el paro nacional en Colombia (mayo – julio 2021) y el periodo extendido generado para las instancias de participación tipo Juntas de Acción Comunal, lo que se vio reflejado en las diferentes dinámicas de relacionamiento comunidades, donde se encontraron liderazgos con bajo interés y limitado poder de convocatoria. Con

base en lo anterior y de manera complementaria se generaron puntos informativos con el fin de abarcar un mayor número de población.

Con relación a la implementación de los lineamientos de participación con las autoridades, se generaron espacios de socialización del proyecto en los cuales los participantes identificaron al proyecto como una oportunidad de desarrollo, planteando un interés común relacionado con estar informados del avance del proyecto. el proceso de información y participación estuvo dirigido a las siguientes instituciones del orden regional y municipal (Tabla 0-20).

Tabla 0-20 Autoridades del orden regional, departamental y municipal relacionadas con el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

NIVEL TERRITORIAL	AUTORIDAD
REGIONAL	CORTOLIMA
MUNICIPAL	Alcaldía de Piedras (secretaria de planeación)
	Personería de Piedras
	Alcaldía de Ibagué (secretaria de planeación)

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Vale la pena resaltar que, respecto a la Gobernación del Tolima y la Personería municipal de Piedras, a pesar de diferentes gestiones realizadas no se logró concretar espacios de reunión con dichas entidades, lo que se describen en el capítulo 5.3. (V.3.1 participación y socialización con las comunidades). Con dichas entidades y en cumplimiento del interés del proyecto por establecer los procesos informativos se les remitió una presentación resumen de los principales resultados del Estudio de Impacto Ambiental vía correo electrónico.

Para la gestión con las comunidades, y con base en el contexto previamente descrito, en materia de participación se tuvieron diferentes instancias de acercamiento y reunión. De esta manera se logró establecer un relacionamiento en función de la presencia de los liderazgos existentes y representativos (Tabla 0-21).

Tabla 0-21 Unidades territoriales con las que se desarrollaron los lineamientos de participación

MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL	ORGANIZACIÓN REPRESENTATIVA
PIEDRAS	Vereda Estación Doima	Junta de Acción Comunal
IBAGUÉ	Vereda Aparco	Junta de Acción Comunal
	Vereda Alto Combeima	Junta de Acción Comunal
	Vereda Buenos Aires	Junta de Acción Comunal
	Picaleña (barrio y sector rural)	Junta de Acción Comunal
	Barrio Rincón de las Américas	Junta de Acción Comunal
	Barrio Las Américas	Junta de Acción Comunal
	Barrio Villas de Gualara	Junta de Acción Comunal
	Barrio Los Tunjos	Junta de Acción Comunal
	Conjuntos residenciales <ul style="list-style-type: none"> • Arboleda Casas • Los Yarumos • Madeira Campestre 	Administración del conjunto
	Áreas adyacentes comuna 9 (Condominio Hacienda Las Victorias, conjuntos de apartamentos Arboleda del Campestre y Ecociudad de la Riviera)	Administración del conjunto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Como se planteó inicialmente, se desarrolló un proceso de acercamiento dirigido a los diferentes líderes comunitarios, con los cuales se logró establecer espacios de encuentro con cada comunidad y que se describen a detalle en el capítulo 5.3. en dichos espacios de encuentro se logró generar un relacionamiento básico que permitió presentar a los diferentes líderes tanto el proyecto fotovoltaico Shangri-La como las actividades necesarias para la construcción y operación de este, entre ellas el Estudio de Impacto Ambiental.

De igual forma, durante los diferentes relacionamientos (individuales o grupales) se logró obtener información importante que aportó al desarrollo del ejercicio de caracterización,

evaluación de impactos y formulación de medidas de manejo representativo del medio socioeconómico (Fotografía 0.3-1).



Fotografía 0.3-1 Reunión con líderes comunitarios Barrios Rincón de Las Américas, Las Américas, Villas de Gualara, Los Tunjos y Picaleña (barrio y sector rural)

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Como complemento del proceso informativo, y ante las circunstancias de baja participación identificadas durante el proceso de relacionamiento con los líderes comunitarios, se empleó una estrategia dirigida a generar puntos informativos en los cuales se entregó folletos con las principales características del proyecto a la comunidad en general (tipo de proyecto, ubicación, empresas relacionadas, datos de contacto para más información).

Esta actividad se realizó tanto en espacios abiertos como casa a casa en el caso de la vereda Estación Doima. En la Fotografía 0.3-2 se aprecia la ubicación de un punto informativo en el barrio Villas de Gualara.



Fotografía 0.3-2 Punto Informativo Barrio Los Tunjos

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.3.2 Aspectos componente demográfico

El proyecto se encuentra ubicado en el departamento del Tolima, entre los municipios de Ibagué y Piedras, zona reconocida por su ubicación estratégica por la existencia de múltiples vías de comunicación a nivel nacional. En materia de población, el departamento del Tolima cuenta con 1.339.998 habitantes, de los cuales 541.101 residen en Ibagué y 6.761 habitan el municipio de Piedras. En la Tabla 0-22 se aprecia la distribución de población por sexo para los municipios de Ibagué y Piedras.

Tabla 0-22 Población Municipios de Ibagué y Piedras (Tolima)

Unidad Territorial	Hombres	Mujeres	Total Población
Departamento del Tolima	663.178	676.820	1.339.998
Municipio de Ibagué	258.275	282.826	541.101
Municipio de Piedras	3.540	3.221	6.761

Fuente: Fichas de caracterización territorial DNP 2020

Con relación a la localización de la población urbana y rural, se presentan dos dinámicas diferentes respecto a los municipios de Ibagué y Piedras. El primero tiene una clara tendencia de habitación urbana, mientras que el segundo se muestra con ubicación de la población especialmente en zonas rurales tal y como se detalla en la Tabla 0-23.

Tabla 0-23 Distribución de la Población Municipios de Ibagué y Piedras (Tolima)

Unidad Territorial	Población Urbana	Población Rural
Departamento del Tolima	919.228	420.770
Municipio de Ibagué	501.991	39.110
Municipio de Piedras	2.311	4.450

Fuente: Fichas de caracterización territorial DNP 2020

Para las unidades territoriales menores se presenta una dinámica de poblamiento mixta, ya que se da la presencia de asentamientos urbanos y rurales. Respecto a la cantidad de población habitando la zona urbana, el Barrio Las Américas es el que mayor cantidad de personas tiene, y de la zona rural la vereda Buenos Aries es la más poblada. A continuación, se presenta en Tabla 0-24 la distribución de población por cada unidad territorial.

Tabla 0-24 Total de población y distribución por unidad territorial menor

Unidad Territorial	Ubicación de la unidad territorial	Número de habitantes
Vereda Estación Doima	Rural	264

Unidad Territorial	Ubicación de la unidad territorial	Número de habitantes
Vereda Picaleña (sector rural)	Rural	249
Vereda Alto Combeima	Rural	31
Vereda Aparco	Rural	283
Vereda Buenos Aires	Rural	954
Barrio Rincón de Las Américas	Urbana	752
Barrio Las Américas	Urbana	3114
Barrio Villas de Gualara	Urbana	2450
Barrio Los Tunjos	Urbana	2345
Barrio Picaleña	Urbana	2431
Apartamentos Madeira Campestre	Urbana	127
Conjunto Arboleda	Urbana	1033

Fuente: Censo DANE, 2018

La población asentada en la zona es mezcla de esta dinámica entre lo urbano y lo rural. Con base en la información disponible, no se identificó la presencia de territorios colectivos o áreas de reserva campesina.

Respecto a comunidades étnicas, según la resolución ST-1365 del 07 de octubre de 2021, la Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa determino que "no procede consulta previa para el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La" (**ANEXO D3-6**).

0.3.3.3 Aspectos componente espacial

En materia espacial, la zona cuenta con acceso básico a servicios públicos, esto tanto en la zona urbana como rural de los municipios de Ibagué y Piedras. Para las unidades territoriales menores se presenta cobertura suficiente en materia de acceso a acueducto y alcantarillado tal y como se aprecia en la Figura 0.3-13.

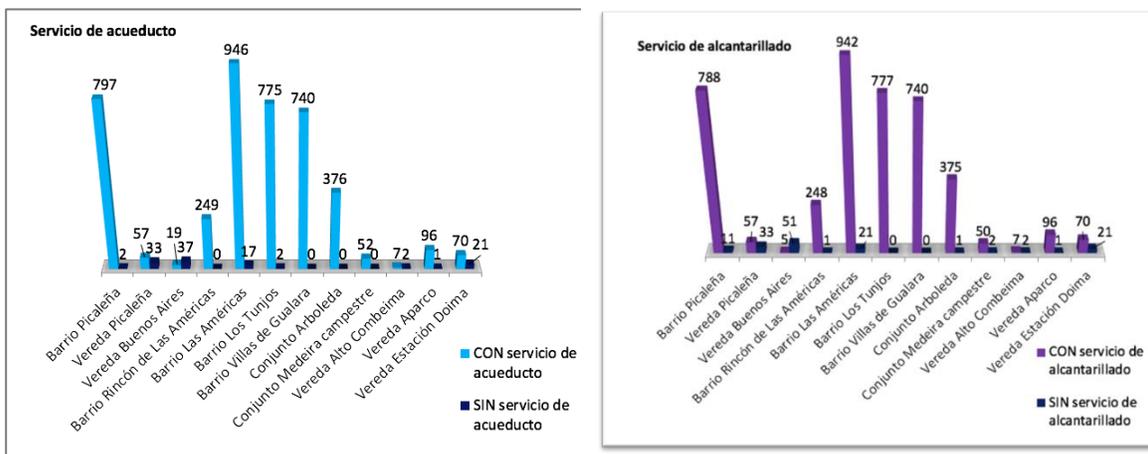


Figura 0.3-13 Numero viviendas con cobertura de acueducto y alcantarillado unidades territoriales

Fuente: Censo DANE 2018

Respecto a la energía eléctrica, este servicio también cuenta con una aceptable cobertura en zonas urbanas y rurales. En materia de suministro de gas domiciliario, este tiene una cobertura enfocada especialmente en la zona urbana, para zonas rurales no se cuenta con conexión a dicho servicio, aunque en algunas veredas está en proceso de instalación como lo es en la vereda Aparco del municipio de Ibagué (Figura 0.3-14).

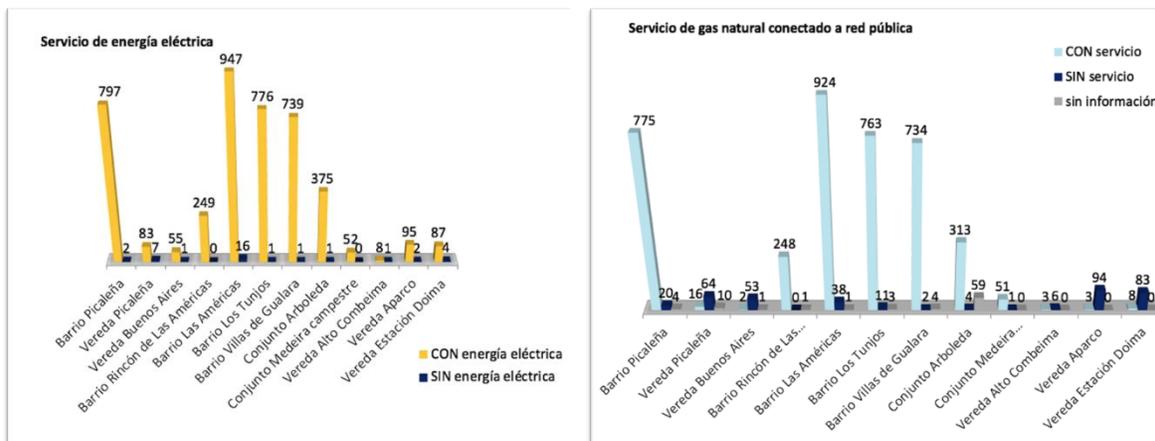


Figura 0.3-14 Numero viviendas con cobertura a servicios de energía eléctrica y gas domiciliario unidades territoriales

Fuente: Censo DANE 2018

En materia de servicios sociales, las unidades territoriales del área de influencia cuentan con una oferta básica que satisface los requerimientos de los residentes locales en materia de salud y educación, además de infraestructura recreativa y vías de comunicación. El principal punto de acopio y acceso a servicios sociales se da en las zonas urbanas de Ibagué y Piedras.

Para la oferta educativa, esta se surte en las diferentes instituciones presentes en la zona, para el caso de los Barrios del municipio de Ibagué, esta se da en la Institución Educativa Joaquín Flores, la cual tiene diferentes sedes ubicadas en los barrios Rincón de las Américas y Picaleña. En el municipio de Piedras, la vereda Estación Doima enfoca su acceso a la educación en el centro poblado de Doima, ubicado a 10 minutos de dicha unidad territorial.

0.3.3.4 Aspectos componente económico

La dinámica económica tanto de Ibagué como de Piedras se establece a partir de la oferta de bienes y servicios que se centra en las cabeceras municipales, siendo además la agroindustria una parte importante de la economía local, está representada especialmente en el cultivo del Arroz, actividad tradicional y representativa (Fotografía 0.3-3). De igual forma se encuentra la presencia de diferentes desarrollos industriales y turísticos que también aportan a la economía local.



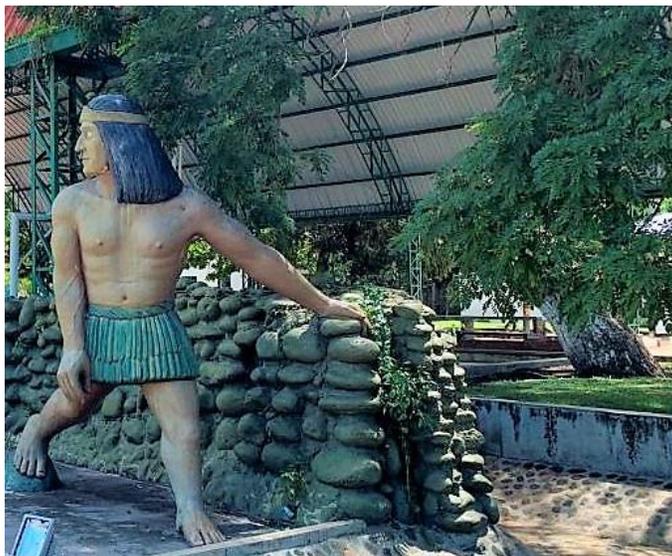
Fotografía 0.3-3 Áreas cultivadas de arroz – Vereda Alto Combeima

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Para las unidades territoriales menores, la actividad económica se establece a partir de la ubicación rural o urbana. Para los barrios del municipio de Ibagué, la economía es fundamentada en el acceso al empleo que se da en la ciudad, tanto en bienes y servicios como en las empresas locales. Para la parte rural la economía gira entorno a las diferentes actividades agropecuarias (cultivos de arroz, maíz, cría de ganado bobino, avicultura, piscicultura) lo que a la vez genera el movimiento del empleo que se establece a partir de dichas actividades.

0.3.3.5 Aspectos componente cultural

La tradición del departamento del Tolima gira en torno a las dinámicas culturales establecidas en los pobladores. Esta representación tiene además significativa relevancia asociada a la cultura indígena Pijao, la cual es representativa del pueblo asentado ancestralmente en la zona (Fotografía 0.3-4).



Fotografía 0.3-4 Escultura Pijao – Municipio de Piedras

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

El municipio de Ibagué se caracteriza por su rica escena cultural, la cual se representa en la denominación de la capital musical de Colombia. Esta ciudad cuenta con una amplia variedad de manifestaciones que tienen en el festival folclórico colombiano, el cual se realiza en el mes de noviembre, además de la celebración de las festividades de San Pedro y San Pablo uno de sus focos mayor reconocimiento.

El municipio de Piedras dentro de sus manifestaciones culturales tiene la representación de las Ferias y Fiestas de San Sebastián, las cuales se realizan tradicionalmente en el mes de enero de cada año. También en el municipio se da el reconocimiento del cumpleaños de la fundación del municipio, la cual se conmemora anualmente en el mes de octubre.

0.3.3.6 Aspectos componente arqueológico

El desarrollo del componente arqueológico se realizó diferenciando el trámite entre el parque fotovoltaico y la línea de transmisión eléctrica. Para el área del parque Shangri-La se realizó la fase de registro, la cual conto con radicado Resolución N° 647 del 26 de mayo de 2021. De igual manera se procedió en la fase de diagnóstico y prospección con Documento asociado N° 4697 del 29 de junio de 2021. Radicado N° 5477.

Para la Línea de transmisión eléctrica se procedió con fase de registro mediante radicado con Resolución N° 1180 del 2 de septiembre de 2021, con documento asociado para la fase de diagnóstico y prospección N° 7686 del 14 de octubre de 2021. Radicado N° 9170.

0.3.3.7 Aspectos componente político - organizativo

Con relación a la presencia de organizaciones comunitarias, la zona cuenta con participación establecida en Juntas de Acción Comunal, las cuales representan los intereses de los residentes locales. En la Tabla 0-25 se presenta la organización representativa de cada unidad territorial del área de influencia del proyecto.

Tabla 0-25 Organizaciones comunitarias unidades territoriales menores asociadas al proyecto.

Municipio	Unidad territorial	Representante	Cargo
PIEDRAS	Vereda Estación Doima	Águeda Osorio	Presidente
IBAGUÉ	Vereda Picaleña (barrio y sector rural)	Diego Restrepo	Presidente
	Vereda Aparco	María Ruiz	Presidente
	Vereda Alto Combeima	Manuel Escobar	Presidente
	Vereda Buenos Aires	Betty Carrillo	Presidente
	Barrio Rincón de las Américas	Nhur Leal	Presidente
	Barrio Las Américas	Carmenza Garzón	Presidente
	Barrio Villas de Gualara	Cristian Marín	Presidente
	Barrio Los Tunjos	Silfrido del Villar	Presidente
	Conjunto Arboleda	Paola Agudelo	Administrador
	Conjunto Yarumos	Luz Milla Suaza	Administrador
	Conjunto Madeira Campestre	Alison Eliane Calderón	Administrador

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La presencia institucional en la zona se da por medio del desarrollo de infraestructura de servicios públicos y sociales, los cuales brindan cobertura tanto para las unidades territoriales urbanas como rurales.

0.3.3.8 Aspectos tendencias de desarrollo

Las tendencias de desarrollo identificadas para la zona muestran que la zona de Picaleña y la comuna 9 del municipio de Ibagué se están presentando diferentes desarrollos urbanísticos, los cuales aprovechan las zonas extensas que previamente se dedicaron a cultivos extensos y que en la actualidad se han transformado por medio del desarrollo de planes de expansión materializados en proyectos urbanísticos como Arboleda Campestre (Fotografía 0.3-5).



Fotografía 0.3-5 Desarrollo urbanístico Arboleda del Campestre - Picaleña

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Este desarrollo urbanístico se ve favorecido por la presencia de diferente infraestructura vial, como la variante Ibagué – Armenia (Fotografía 0.3-6), las cuales se han construido facilitando la conectividad, tanto a nivel local, como regional. De igual forma, en la zona también se encuentran los accesos al Aeropuerto Perales que sirve a la ciudad de Ibagué y al departamento del Tolima.



Fotografía 0.3-6 Vía variante Ibagué - Armenia

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Para el área rural, se identifica que además de la presencia de proyectos agroindustriales, se ha dado también el desarrollo de energías renovables como lo son los proyectos solares El Escobal, ubicado en Picalaña sector rural y Gualanday, ubicado entre las veredas Buenos Aires y Gualanday. Gualanday. En la zona aledaña a la vía Picalaña Gualanday se encuentra la presencia de diferentes áreas donde se ubican zonas con presencia de actividad industrial.

0.3.4 Paisaje

El área de estudio se encuentra localizada en la Cordillera Central, vertiente oriental, en el sector de Ibagué y Piedras departamento del Tolima, lugar en el que se da la transición del sector montañoso hacia la cuenca del río Magdalena, sobre los depósitos volcánicos denominados como Abanico de Ibagué. Allí, se registran alturas entre los 650 y 800 msnm, las formas del terreno son de origen volcánico, principalmente, sobre rocas de edad cuaternaria, que además se encuentran falladas, por lo que se denomina Falla de Ibagué.

Las actividades antrópicas que se han desarrollado en el área desde hace varios años, los procesos de colonización, y el crecimiento han dado como resultado un cambio en el uso del suelo, modificando las coberturas naturales por una matriz de cultivos de arroz, pastos limpios, enmalezados y arbolados utilizados para la agricultura y ganadería. Dichas actividades corresponden a las principales labores económicas dentro del área de influencia físico-biótica del presente proyecto.

Como resultado de las actividades antrópicas el área de influencia, se observan paisajes característicos de la ganadería, donde la presencia de pastos tiene mayor amplitud visual, fraccionados por coberturas de bosque de galería o vegetación secundaria. Los cultivos transitorios intensivos como el arroz son otra actividad que ha modificado el paisaje natural, se encuentran de manera puntual y visualmente se observan como formas geométricas similares de baja variabilidad cromática y de formas.

Cada una de las unidades cuenta con diferentes grados de transformación provenientes del desarrollo de actividades antrópicas relacionadas principalmente con la agricultura y ganadería. En la Tabla 0-26 y Figura 0.3-15, se presentan las unidades de paisaje que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, conforme con las unidades geomorfológicas y las coberturas vegetales asociadas a las mismas.

Tabla 0-26 Unidades de paisaje dentro del área de influencia físico-biótica

Unidad geomorfológica	Cobertura	Unidad de Paisaje	Nomenclatura	Área (Ha)	% Área
Cantera	Otras explotaciones mineras	Cantera en Otras explotaciones mineras	Aca-1311	10,57	0,21
	Explotación de materiales	Cantera en Explotación de materiales	Aca-1315	1,56	0,03
Embalses y/o Jagüeyes	Cuerpos de agua artificiales	Embalses o Jagüeyes en cuerpos de agua artificiales	Aeoj-514	83,86	1,69
Superficie de explanación	Zonas industriales	Superficie de explanación en zonas industriales	Ase-1211	24,02	0,48

Unidad geomorfológica	Cobertura	Unidad de Paisaje	Nomenclatura	Área (Ha)	% Área
Vallecito	Tejido Urbano Continuo	Vallecito en Tejido Urbano Continuo	Fva-111	0,38	0,01
	Red vial y territorios asociados	Vallecito en Red vial y territorios asociados	Fva-1221	7,86	0,16
	Otras zonas verdes	Vallecito en Otras zonas verdes	Fva-1411	0,15	0,005
	Arroz	Vallecito en arroz	Fva-2121	3,66	0,07
	Pastos Limpios	Vallecito en Pastos limpios	Fva-231	2,47	0,05
	Pastos Arbolados	Vallecito en Pastos arbolados	Fva-232	3,58	0,07
	Pastos Enmalezados	Vallecito en Pastos enmalezados	Fva-233	0,15	0,005
	Bosque de galería y ripario	Vallecito en Bosque de galería y ripario	Fva-314	795,23	16,04
	Vegetación secundaria alta	Vallecito en Vegetación Secundaria Alta	Fva-3231	1,19	0,02
	Vegetación secundaria baja	Vallecito en Vegetación Secundaria Baja	Fva-3232	0,51	0,01
	Vegetación acuática sobre cuerpos	Vallecito en Vegetación acuática sobre cuerpos	Fva-413	0,78	0,02
Lahar	Tejido Urbano Continuo	Lahar en Tejido Urbano Continuo	Vlh-111	49,87	1,01
	Tejido Urbano Discontinuo	Lahar en Tejido Urbano Discontinuo	Vlh-112	20,89	0,42
	Red vial y territorios asociados	Lahar en Red vial y territorios asociados	Vlh-1221	57,73	1,16
	Aeropuerto sin infraestructura asociada	Lahar en Aeropuerto sin infraestructura asociada	Vlh-1242	8,38	0,17
	Otras zonas verdes	Lahar en Otras zonas verdes	Vlh-1411	1,85	0,04

Unidad geomorfológica	Cobertura	Unidad de Paisaje	Nomenclatura	Área (Ha)	% Área
	Parque cementerio	Lahar en Parque cementerio	Vlh-1412	0,76	0,02
	Áreas deportivas	Lahar en área deportivas	Vlh-1422	1,7	0,04
	Arroz	Lahar en Arroz	Vlh-2121	2267,82	45,76
	Caña	Lahar en caña	Vlh-2212	382,67	7,72
	Pastos Limpios	Lahar en Pastos limpios	Vlh-231	620,79	12,53
	Pastos enmalezados	Lahar en Pastos Enmalezados	Vlh-233	351,52	7,09
	Bosque de galería y ripario	Lahar en Bosque de galería y ripario	Vlh-314	0,49	0,01
	Plantación forestal	Lahar en Plantación forestal	Vlh-315	3,07	0,06
	Vegetación Secundaria Alta	Lahar en Vegetación Secundaria Alta	Vlh-3231	108,55	2,19
	Vegetación Secundaria Baja	Lahar en Vegetación Secundaria Baja	Vlh-3232	120,04	2,42
	Tierras desnudadas y degradadas	Lahar en Tierras desnudadas y degradadas	Vlh-333	5,72	0,12
	Vegetación acuática sobre cuerpo de agua	Lahar en Vegetación acuática sobre cuerpo de agua	Vlh-413	2,07	0,04
	Estanques para acuicultura continental	Lahar en Estanques para acuicultura continental	Vlh-5143	16,5	0,33
TOTAL				4.956,39	100,00

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

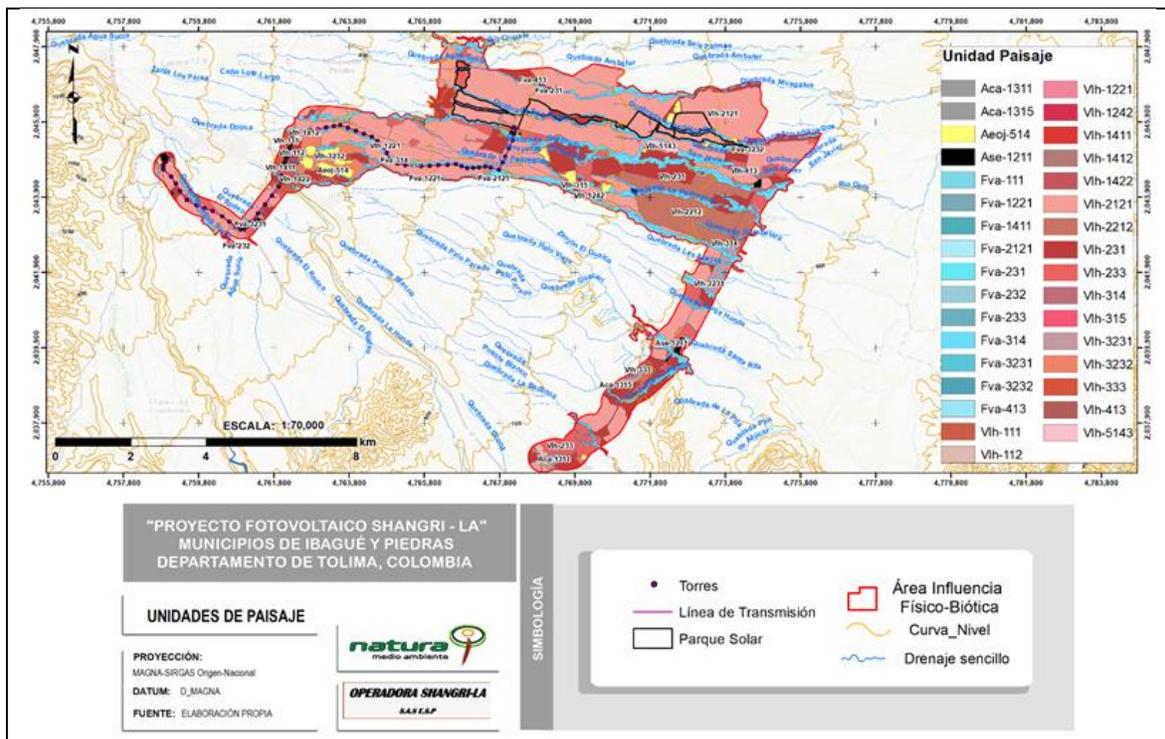


Figura 0.3-15 Distribución de las unidades de paisaje dentro del área de influencia físico-biótica

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.3.5 Servicios ecosistémicos

Para el levantamiento de la información correspondiente al componente de servicios ecosistémicos, se realizaron tres fases, las cuales se mencionan a continuación:

- 1. Fase pre-campo:** Se realizó una revisión de información secundaria del área de influencia preliminar con el propósito de identificar la presencia de centros poblados, usos del suelo y/o actividades económicas, para identificar los posibles servicios ecosistémicos en el área de influencia del proyecto, durante esta fase se realizó la elaboración del instrumento de recolección de datos (encuesta semiestructurada) para la identificación de los cuatro servicios ecosistémicos de análisis: Aprovechamiento, Soporte, Regulación y Culturales.
- 2. Campo:** Se realizó el levantamiento de información primaria por medio de una serie de encuestas con las que se pudo determinar los SSEE presentes en el área

de influencia, el estado y la dependencia de la comunidad respecto a los bienes y servicios ecosistémicos identificados.

- 3. Post-campo:** En esta fase se realizó la caracterización de los servicios ecosistémicos del área de influencia mediante la compilación de información obtenida en campo (encuestas semiestructuradas) e información contenida en la línea base del presente estudio con el objetivo de determinar su estado actual, la tendencia de estos servicios en el futuro próximo, la dependencia de los beneficiarios y el proyecto antes los servicios ecosistémicos, y finalmente el impacto que tendrá el proyecto sobre ellos.

El análisis de este componente evaluó los servicios ecosistémicos que brindan las 24 coberturas presentes dentro del área de influencia del proyecto Shangri-La, las cuales proveen diferentes bienes y servicios a los pobladores (beneficiarios) de los municipios de Ibagué (veredas: Picaleña sector rural, Buenos aires, Alto combeima, Aparco, perímetro urbano) y Piedras (vereda: Estación Doima), según los planes de desarrollo de los municipios estas poblaciones se caracterizan por ser en su mayoría campesinos nativos y/o migrantes que guardan una vocación agrícola y ganadera para auto sostenimiento y comercialización, con la incursión laboral en otras actividades como la explotación de hidrocarburos o la prestación de bienes y servicios.

Dentro del área de influencia se lograron identificar un total de dieciséis servicios ecosistémicos de los cuales seis (6) son servicios de aprovisionamiento, tres (3) de soporte, cuatro (4) de regulación y tres (3) son servicios culturales. Dentro de estas categorías los servicios ecosistémicos más reconocidos por los beneficiarios fueron los de aprovisionamiento: recurso hídrico, cultivos, alimentos por actividades pecuarias (ganadería y avicultura), madera, y los de soporte: provisión física para el establecimiento de la ganadería, agricultura y/o madera, siendo estos los que están más relacionados con las actividades económicas de los municipios.

Gracias al análisis de estos servicios se pudo determinar que 11 de ellos (69%) presentan un estado actual medio, cuatro (4) cuentan con un estado alto y uno (1) con un estado bajo. El estado de dichos servicios fue calificado con base en la

disponibilidad y calidad de estos dentro del área de influencia, por lo que se observa que en general los beneficiarios gozan de una buena calidad en estos servicios, viéndose reflejado en la alta demanda y dependencia a estos para el desarrollo de sus actividades diarias. No obstante, se observa que nueve (9) de estos servicios ecosistémicos están bajo presiones que alteran su disponibilidad, mostrando así problemáticas con su conservación y gestión por parte de la comunidad y sus entes reglamentarios.

Finalmente, se logra observar que la ejecución del proyecto presenta un nivel de dependencia baja frente a los servicios identificados, al estipularse únicamente un aprovechamiento forestal mínimo en coberturas relacionadas con la provisión física para el establecimiento de la ganadería, agricultura y/o madera, además, como toda actividad antropogénica el proyecto fotovoltaico transformará 260.188 hectáreas para su implementación, lo cual afectaría moderadamente el 50% de los servicios ecosistémicos evaluados, al alterar el uso del suelo, las dinámicas ecológicas dentro de las coberturas y algunos de sus ciclos naturales. Sin embargo, es importante resaltar que las coberturas intervenidas son en su mayoría coberturas transformadas para evitar impactos mayores.

0.3.6 Modelo de almacenamiento geográfico - MAG

Se estructuró el modelo de almacenamiento geográfico – MAG para el presente Estudio de Impacto Ambiental – EIA de conformidad con lo establecido en la Resolución 2182 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, dicho modelo de datos geográfico se encuentra en el sistema de coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional conforme con la Resolución 471 del 14 de mayo de 2020 y la posterior Resolución 529 del 5 de junio de 2020.

Dicho MAG contiene la totalidad de capas geográficas aplicables para este tipo de proyectos, conforme los requerimientos de información establecidos en los términos de referencia, en ese sentido, se estructuró:

- Base de datos cartográfica conforme los lineamientos establecidos por el IGAC, la cual se tomó como referencia las correspondientes planchas 1:25000 para el área de influencia del proyecto. A partir del análisis de fotointerpretación se ajustó la base cartográfica con el fin de conocer con mayor escala de precisión elementos tales como drenajes y vías.
- Base de datos temática conforme al diccionario de datos de la Resolución 2182 de 2016, donde se diligenciaron las capas conforme a lo desarrollado en el correspondiente EIA a la escala indicada en los términos de referencia.
- Los Metadatos se diligenciaron conforme a la última plantilla definida por la ANLA en su página web, diligenciando la correspondiente información de la creación en cada capa geográfica.
- Archivo léame con la correspondiente justificación de los campos obligatorios no diligenciados en el correspondiente MAG.
- Carpeta con la cartografía del EIA.

0.4 Aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables

Para el desarrollo del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, únicamente se contempla la solicitud de los siguientes permisos o autorizaciones menores:

- Permiso de Aprovechamiento Forestal
- Ocupaciones de Cauce
- Solicitud de imposición de medidas de manejo para especies en veda
- Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica, para la implementación de las medidas y actividades Plan de Manejo Ambiental (PMA) y los estudios o monitoreos del Plan de Seguimiento y Monitoreo (PSM).

La adquisición de agua, el manejo de residuos sólidos y líquidos, así como los materiales de construcción que requerirá el Proyecto en sus diferentes actividades y fases, será manejada a través de terceros autorizados, que cuenten con las licencias y permisos vigentes y aplicables (ver ANEXO E).

Por las características de las obras y actividades del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, NO se contempla la necesidad de solicitud de concesiones de aguas superficiales o subterráneas, permisos de vertimientos o permiso de emisiones atmosféricas.

0.4.1 Aguas superficiales

Para el desarrollo del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La **No se contempla el aprovechamiento de agua superficial**, dado que, en las diferentes etapas del proyecto, el agua será adquirida por medio de un tercero autorizado, que cuente con los permisos y/o licencias vigentes y aplicables. Así las cosas, el proyecto NO requiere trámite de concesión o captación de aguas superficiales. No obstante, en el Capítulo 7 se describen los requerimientos de aguas para el proyecto y la alternativa de compra del recurso a terceros autorizados.

0.4.2 Aguas subterráneas

Como se mencionó en el numeral 0.4.1, el agua que se piensa utilizar en las diferentes etapas del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La será comprada a un tercero autorizado, que cuente con los permisos y/o licencias vigentes y aplicables (ANEXO E; e.g. IBAL S.A. E.S.P), razón por la que el Proyecto **NO requiere de la exploración, explotación o trámite de concesión o captación de aguas subterráneas.**

0.4.3 Vertimientos

Debido a las características de las obras y actividades del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, este **NO requiere de descargas o vertimientos a cuerpos hídricos o el suelo, que hagan necesario el trámite de un Permiso de Vertimientos, en ninguna de sus fases.**

Esto debido a que, los residuos líquidos serán manejados con un tercero autorizado que cuente con los permisos y/o licencias vigentes y aplicables; también a que, no se requiere

de campamentos de uso habitacional y que en los frentes de obra se contará con baños portátiles.

Derivado del uso de los baños portátiles que se contemplan para el proyecto en sus diferentes etapas (construcción, operación, desmantelamiento y abandono), se generarán aguas residuales de tipo doméstico, que serán recolectadas por un prestador de servicios sanitarios, quien contará con las autorizaciones, licencias y/o permisos de manejo y disposición final correspondientes (ANEXO E).

Durante la etapa de operación se considera solamente las descargas sanitarias que serán recolectadas en tanque colector para ser manejadas por un tercero autorizado, que cuente con las autorizaciones, licencias y/o permisos de manejo y disposición final correspondientes (ANEXO E).

0.4.4 Ocupaciones de cauces

En el documento *"Caracterización hidrológica, hidráulica y dimensionamiento de ocupaciones de cauces"* se estimaron los caudales extremos de diseño para las 29 ocupaciones de cauce propuestas del proyecto Shangri-La, se realizaron los modelos hidráulicos de las ocupaciones de cauce permanentes, se dimensionaron las estructuras hidráulicas recomendables a construir y se indicaron conclusiones y recomendaciones.

Así, se partió de la caracterización hidrológica a fin de estimar los caudales que generan las condiciones de diseño para las obras de ocupación de cauce a instalar. En este orden de ideas, se delimitaron las cuencas aferentes a las ocupaciones de cauce sobre los drenajes superficiales, para luego proceder con el cálculo de caudales extremos máximos mediante la metodología de transposición de datos de caudal.

Posteriormente, para el componente hidráulico se estimó la cota de inundación y características del flujo para tiempos de retorno de 2.33, 5, 10, 20, 50 y 100 años con base en los caudales máximos calculados e insumos físicos (modelos digitales de elevación de detalle y ALOS PALSAR de 12.5 m de resolución, el reconocimiento de

campo y los puntos de ocupaciones del proyecto). Diecinueve (19) puntos de ocupación de cauce cuentan con estructuras existentes, mientras que diez (10) puntos de ocupación de cauce no tienen estructura (corresponden a vías nuevas proyectadas). Se construyeron las secciones hidráulicas en los puntos de ocupación de cauce y se calcularon los respectivos coeficientes de rugosidad de Manning con el método Cowan para resolver las condiciones de flujo de las corrientes hídricas. Seguidamente, para el cálculo del comportamiento hidráulico de los drenajes sencillos en las ocupaciones de cauce se construyeron los modelos en HEC-RAS, hallando las láminas de creciente en la condición actual en los puntos de ocupaciones de cauce del proyecto.

Finalmente, a partir del reconocimiento del comportamiento hidráulico de la condición actual en los puntos de ocupación de cauce y los resultados del modelo hidrológico se desarrolló el proceso de dimensionado mediante el software Hcanales, con base en criterios de dimensionamiento de velocidad y de tiempo de retorno. Para cada punto de ocupación de cauce se indica el tiempo retorno diseño, el caudal de diseño, el tipo estructura propuesta, la sección hidráulica, el alto de la sección y la pendiente longitudinal. Una vez dimensionadas las estructuras se realizó la verificación del comportamiento hidráulico con el software HY8 con base en el criterio de que la lámina de agua no superase la cota rasante de la vía, para esto se incluyó una elevación libre de 60 cm por encima de la cota clave (parte superior) de las estructuras hidráulicas propuestas.

0.4.5 Aprovechamiento forestal

Los datos dasométricos capturados para los fustales (≥ 10 cm de diámetro), Latizales y Brinzales, fueron tomados, como se muestra en la metodología descrita en el Capítulo 2, logrando obtener una muestra representativa de su conformación florística y estructural.

Se establecieron parcelas que obedecieron a la reglamentación vigente del Decreto 1791 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente y a los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de uso de energía

solar fotovoltaica tdr-015, con un muestreo a través del método matemático, usando el volumen total como variable. Se realizó el cálculo del error de muestreo para cada uno de los ecosistemas vegetales caracterizados dentro del área de influencia físico-biótica para la obra del tendido eléctrico, El registro, la medición y delimitación de cada parcela para las diferentes coberturas identificadas se realizó conforme a la base metodológica el método de muestreos de plantas leñosas propuesto por Gentry (1982).

En campo, se realizó inventario al 100% de las áreas destinadas para la construcción del Parque Solar y las ocupaciones de cauce para la adecuación de la vía, cada uno de los individuos censados en el inventario, fue medido siguiendo las recomendaciones del manual de campo diseñado por el Instituto Von Humboldt en 2004, para la caracterización de vegetación, el cual considera que un individuo a una altura de un metro treinta (1,3 m) sobre el suelo, tiende a normalizar su diámetro. Una vez medido, cada individuo fue marcado en su fuste con pintura de aceite para garantizar su permanencia y fácil reconocimiento.

Con base en las características del área y los diseños de localización de las actividades constructivas, se estableció que para la solicitud de aprovechamiento forestal se emplearía un inventario estadístico para determinar el volumen de los ecosistemas con Vegetaciones presentes en el tendido eléctrico, debido a la magnitud de este, y censo forestal al 100% para determinar el volumen de las obras del área del parque solar y las ocupaciones de cauce.

En general, se deberá solicitar un aprovechamiento forestal de 1597 individuos fustales, que generan un volumen comercial de 448,61 m³ y un volumen total de 962,24 m³., en un área de intervención de 260,39 ha de coberturas naturales, seminaturales y transformadas.

❖ Usos de los productos obtenidos

Parte de la madera podrá ser utilizada en las actividades de geotecnia y estabilización de suelos, la madera en troza obtenida exclusivamente por las actividades del proyecto que resulte como excedente de dicha actividad, se podrá dejar como madera rolliza o

tablones para su uso por parte de los habitantes del área de influencia directa del proyecto en las actividades económicas tradicionales que los mismos desarrollan en la región. Es recomendable que la entrega de este material se haga con la elaboración de un acta o formato de constancia que quede como soporte de la gestión realizada, así mismo se tendrán en cuenta las consideraciones dadas por la Autoridad Ambiental.

0.4.5.1 Solicitud de imposición de medidas de manejo para especies vasculares y no vasculares en veda

En cumplimiento de lo establecido en los Artículo 125 y 126 del Decreto 2106 de 2019, se presenta la caracterización de las especies vasculares y no vasculares en veda nacional, presentes en las coberturas vegetales susceptibles de intervención por el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La. Así, se solicita a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), la autorización de las medidas de manejo planteadas para la conservación de las especies vasculares (orquídeas y bromelias) y no vasculares (líquenes, musgos y hepáticas) registradas en la caracterización para la zona asociada a la línea de transmisión (muestreo estadísticamente representativo) y para la zona del parque fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes sobre las dos vías existentes de acceso al proyecto (censo al 100%).

0.4.5.1.1 Medidas de manejo de la flora vascular

Conforme a la caracterización realizada en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se reporta la presencia de especies vasculares (orquídeas y bromelias) en las coberturas susceptibles de intervención dentro del proyecto. En el área asociada al Parque Fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes (sobre las dos vías existentes de acceso al proyecto), se reporta la presencia de 5.577 individuos de las cuales 5.525 corresponden a Bromelias y 52 individuos a Orquídeas.

Se presentan las medidas de manejo encaminadas al rescate y reubicación de estos organismos, en caso de que sean reportadas en las áreas de intervención de las actividades específicas en el marco de la licencia ambiental, siempre y cuando cumplan con los criterios para su rescate y reubicación (senescencia, abundancia y estado fitosanitario). El resumen de las medidas de manejo se enumera a continuación:

- Actividades de rescate
 - ✓ Criterios de selección para el rescate de las bromelias y orquídeas
 - ✓ Rescate de especies de hábito epífita
 - ✓ Rescate y traslado de especies de hábito terrestre y rupícola
 - ✓ Zona de acopio temporal - vivero
 - ✓ Equipamiento del vivero temporal
 - ✓ Otras actividades y sugerencias para las actividades de rescate
- Actividades de reubicación
- Reubicación de especies de hábito terrestre y rupícola
- Condiciones del área receptora

0.4.5.1.2 Medidas de manejo de la flora no vascular

Como resultado de la etapa de campo y la caracterización realizada mediante el levantamiento de un total de 84 parcelas dentro del área de influencia del proyecto, se registraron 20 familias y 29 especies, el 65,3% de la cobertura corresponde a líquenes, el 29,6% a musgos y el 5,1% corresponde a hepáticas.

Se presentan las medidas de compensación encaminadas a restaurar el hábitat de estos organismos teniendo en cuenta las condiciones originales de los hábitats intervenidos por el proyecto. El resumen de las medidas de manejo se enumera a continuación:

- Cálculo del área a compensar
- Especies por emplear en el programa de rehabilitación
- Diseño florístico tipo
- Especificaciones del material vegetal antes de realizar la siembra
- Extracción de germoplasma vegetativo

- Proceso de siembra
- Aislamiento del área a compensar

0.4.6 Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad

En el marco del presente Estudio de Impacto Ambiental, las actividades de campo del medio biótico estuvieron amparadas bajo los siguientes Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales (ANEXO E.3):

- Estudios de Flora y Fauna: Resolución 02308 del 22 de noviembre de 2019.
- Estudios Hidrobiológicos: Resolución 01403 del 16 de julio de 2019.

Los certificados de herbario del material se presentan en el ANEXO D.2.2.

Por otro lado, cuando en el desarrollo del proyecto y para la implementación del Plan de Manejo Ambiental (PMA) o Plan de Seguimiento y Monitoreo (PSM) del presente EIA, se planteen actividades que impliquen la manipulación o recolección de especímenes de la diversidad biológica (e.g. captura y/o colecta de muestras de flora, de fauna o hidrobiológicos), se debe contar con el permiso de recolección respectivo, el cual debe ser incluido en la solicitud de la Licencia Ambiental, de conformidad con el numeral 3 del Artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por lo tanto, en el Capítulo 7 se presenta la justificación, describen las metodologías para la recolección de especímenes de la biodiversidad, categorías taxonómicas de los grupos a recolectar y perfiles de los profesionales encargados de ejecutar estas capturas y colectas en campo, con el objetivo de solicitar este permiso para las diferentes etapas del proyecto.

0.4.7 Emisiones atmosféricas (aire y ruido)

Debido a las características de las obras y actividades del proyecto Fotovoltaico Shangri-La, este **No requiere permiso de emisiones atmosféricas** en tanto que, ninguna de las actividades a ejecutar por éste en las fases de construcción y operación, cumple con lo establecido en el Artículo 2.2.5.1.7.2 de la Sección 7. "*Permisos de emisión para fuentes fijas*" del Decreto 1076 de 2015, "*Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*", ni con lo consagrado en la Resolución 619 de 1997 "*Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas*" y sus normas complementarias.

0.4.8 Materiales de construcción

El uso de materiales de arrastre y/o cantera para las actividades de adecuación, mantenimiento y/o construcción de las áreas de intervención del Proyecto, no contempla la explotación y/o aprovechamiento de estos recursos naturales. Por el contrario, esta actividad está relacionada específicamente con la adquisición del material a terceros que cuenten con las licencias y permisos vigentes expedidos por la autoridad competente para su explotación y comercialización (ver ANEXO E).

De acuerdo con la legislación vigente, se podrá adquirir el material de arrastre o de cantera necesario para el desarrollo del proyecto en sitios de extracción que cuenten con los respectivos permisos minero-ambientales otorgados por el INGEOMINAS (hoy Servicio Geológico colombiano – SGC) y la autoridad ambiental competente.

En el Capítulo 7 se presentan las principales fuentes de material de construcción ubicadas en el área de influencia y cercanías del Proyecto fotovoltaico Shangri-La, que se encuentran debidamente licenciadas para suministrar los materiales de construcción necesarios para el Proyecto. Sin embargo, las fuentes descritas no son limitantes y el material necesario se podrá obtener de cualquier sitio que cuente con licencia ambiental

y permisos aplicables, y su escogencia dependerá de las estrategias y cronogramas planteados para el desarrollo del Proyecto.

0.5 Evaluación ambiental de impactos

Esta consideración lleva a establecer que los efectos generados por la ejecución de las actividades del proyecto son la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin la incidencia del proyecto; es decir, la variación neta (positiva o negativa de calidad ambiental). En la Figura 0.5-1 se observa la evolución de la calidad ambiental en el tiempo, tanto para el escenario sin proyecto, como para el escenario con proyecto (CONESA, 2010). La evaluación ambiental se desarrolla progresivamente partiendo de la identificación de los impactos existentes en el entorno (escenario sin proyecto), los cuales se presentan como consecuencia de la ejecución de las actividades que allí se desarrollan o por las condiciones naturales que rigen la zona. Posteriormente se realiza la respectiva valoración de estos efectos con respecto a los parámetros metodológicos propuestos para obtener los valores de importancia y se describen en términos de las correlaciones.

El escenario con proyecto se aborda de manera prospectiva identificando los efectos que son propensos a suceder, producto de la ejecución de las actividades inherentes al desarrollo del proyecto. Luego de esto, se obtienen los valores de importancia de la matriz cuyos efectos se describen según las correlaciones causa-efecto, se establecen los impactos significativos para el escenario con proyecto.

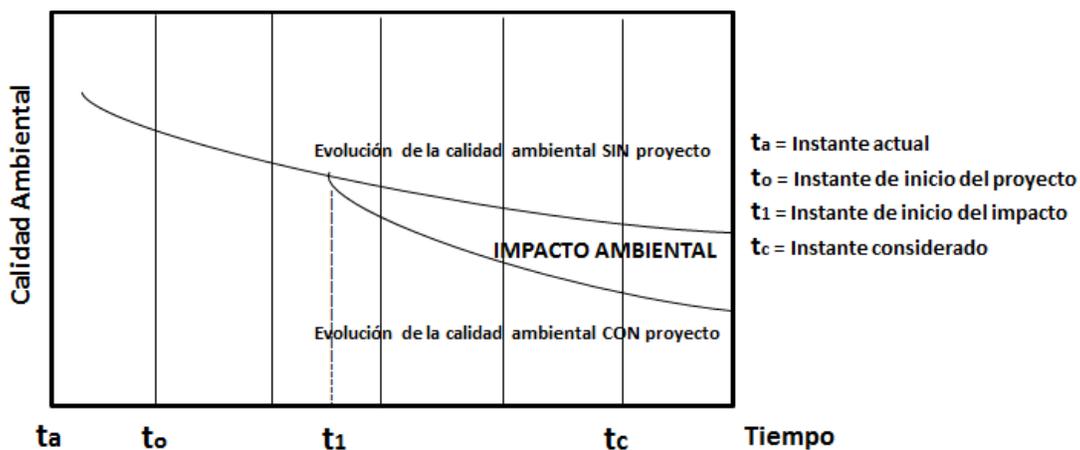


Figura 0.5-1 Principio general del impacto ambiental

Fuente: Conesa, 2010

0.5.1 Escenario Sin Proyecto

De acuerdo con las actividades generadoras de impacto para el escenario sin proyecto, se realizó una matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales, donde se estableció en primera instancia la interacción actividad - impacto, dado por el carácter de este último (positivo o negativo). Para la identificación de impactos en el escenario sin proyecto se llevó a cabo una consulta y análisis de información secundaria y primaria; siendo esta última levantada en campo y realizada por profesionales especializados en diferentes áreas como: geología, ambiental, recursos hídricos, flora, fauna y el medio socioeconómico y cultural.

Como se mencionó en la metodología de evaluación de impactos, se procedió a realizar la evaluación de cada una de las interacciones identificadas a partir de los diferentes parámetros de evaluación propuestos, obteniendo como resultado la evaluación para cada una de estas interacciones (Tabla 0-27). Las matrices de identificación y evaluación de impactos del escenario sin proyecto se presentan en el Anexo F - Evaluación Ambiental / escenario sin proyecto.

Tabla 0-27 Matriz de Identificación de Impactos Ambientales - Escenario Sin Proyecto

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - ESCENARIO SIN PROYECTO																
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - MATRIZ SIN PROYECTO - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI - LA																
MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTOS SIN PROYECTO SHANGRI - LA	ACTIVIDADES												
				Cultivos arroceros	Cultivos de caña	Ganadería (bovina y equina)	Piscicultura	Avicultura	Captación de agua superficial	Captación de agua subterránea	Uso de la infraestructura vial -	Actividad industrial - Dreducción	Asentamientos humanos	Actividad turística	Infraestructura Petrolera - Operación de oleoducto,	Infraestructura Eléctrica -
ABIÓTICO	GEOMORFOLOGÍA	Morfografía	Alteración en la geoforma del terreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GEOTECNIA	Morfodinámica	Alteración de las condiciones geotécnicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Susceptibilidad a la generación de procesos morfodinámicos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SUELO	Propiedades físicoquímicas y biológicas del suelo	Cambio en las características físicas y químicas del suelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Uso del suelo	Cambio en el uso del suelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HIDROLÓGICO	Agua Superficial	Cambio en las características físicas y químicas de las aguas superficiales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - ESCENARIO SIN PROYECTO																		
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - MATRIZ SIN PROYECTO - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI - LA																		
MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTOS SIN PROYECTO SHANGRI - LA	ACTIVIDADES														
				Cultivos arroceros	Cultivos de caña	Ganadería (bovina y equina)	Piscicultura	Avicultura	Captación de agua superficial	Captación de agua subterránea	Uso de la infraestructura vial -	Actividad Industrial - Dredging	Asentamientos humanos	Actividad turística	Infraestructura Petrolera - Operación de oleoducto,	Infraestructura Eléctrica -	Construcción de Infraestructura Vial	
	AGUA	Agua Superficial	Cambio en la dinámica hidrogeomorfológica del sistema fluvial	-								-						
		Agua Superficial	Cambio en la dinámica sedimentológica	-		-						-						
		Agua Superficial	Cambio en el régimen hidrológico	-		-	-		-					-				
		Agua Superficial	Cambio de la oferta hídrica						-									
	HIDROGEOLÓGICO	Aguas subterráneas	Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo			-	-				-							
		Aguas subterráneas	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	-		-	-				-			-				
	ATMOSFÉRICA	Calidad del aire	Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI)		-	-	-		-				-	-			-	-
			Incremento del material particulado		-	-							-	-			-	-
		Presión sonora	Cambio en los niveles de ruido		-	-							-	-			-	-
	PAISAJE	Alteración en la	Alteración en la percepción visual del paisaje		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - ESCENARIO SIN PROYECTO																							
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - MATRIZ SIN PROYECTO - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO FOTVOLTAICO SHANGRI - LA																							
MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTOS SIN PROYECTO SHANGRI - LA	ACTIVIDADES																			
				Cultivos arroceros	Cultivos de caña	Ganadería (bovina y equina)	Piscicultura	Avicultura	Captación de agua superficial	Captación de agua subterránea	Uso de la infraestructura vial -	Actividad Industrial - Dreducción	Asentamientos humanos	Actividad turística	Infraestructura Petrolera - Operación de oleoducto,	Infraestructura Eléctrica -	Construcción de infraestructura Vial						
		percepción visual del paisaje																					
BIÓTICO	FLORA	Flora	Cambio en la composición y estructura de las especies de flora	-	-	-		+						-	-			-	-	-			
			Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal	-	-	-		+							-	-			-	-	-		
	FAUNA TERRESTRE	Fauna	Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna	-	-	-	-																
			Modificación del hábitat de la fauna terrestre	-	-	-		-															
	HIDROBIOTA	Recursos hidrobiológicos	Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas	-	-	-	-	-	-														
			Modificación del hábitat de la fauna acuática	-	-	-	-	-	-														
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	DIMENSIÓN ESPACIAL	Infraestructura socioeconómica	Cambio en el estado de la infraestructura socioeconómica																				
			Modificación de la movilidad local	-																			
	DIMENSIÓN	Procesos productivos	Modificación de las actividades económicas tradicionales de la zona																				

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - ESCENARIO SIN PROYECTO																			
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - MATRIZ SIN PROYECTO - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI - LA																			
MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTOS SIN PROYECTO SHANGRI - LA	ACTIVIDADES															
				Cultivos arroceros	Cultivos de caña	Ganadería (bovina y equina)	Piscicultura	Avicultura	Captación de agua superficial	Captación de agua subterránea	Uso de la infraestructura vial -	Actividad Industrial - Dreducción	Asentamientos humanos	Actividad turística	Infraestructura Petrolera - Operación de oleoducto,	Infraestructura Eléctrica -	Construcción de Infraestructura Vial		
	ECONÓMICA		Cambio en el uso del suelo																
		Mercado laboral	Cambios en la demanda de mano de obra, bienes y servicios	+	+	+	+	+					+	+	+				
	DIMENSIÓN CULTURAL	Modificaciones culturales	Generación de expectativas en la población																
		Organización comunitaria	Generación de conflictos entre la institución, empresa y comunidad																
	DIMENSIÓN POLÍTICO-ORGANIZATIVA	Participación ciudadana	Cambio en la capacidad de gestión comunitaria																
ASPECTOS ARQUEOLÓGICOS	Patrimonio arqueológico	Alteración al patrimonio arqueológico		-	-	-	-												

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

De la Matriz de identificación y evaluación de impactos sin proyecto (Ver Anexo F-Evaluación ambiental / Escenario con Proyecto), se realizó la evaluación ambiental,

obteniendo 179 interacciones, de las cuales 168 se identificaron con carácter negativo con un porcentaje de 94% y 11 impactos de carácter positivo que representan el 6%, donde se aprecia claramente la preponderancia del carácter negativo en la cantidad de impactos identificados en la actualidad en el área de influencia del proyecto. Ver Figura 0.5-2.

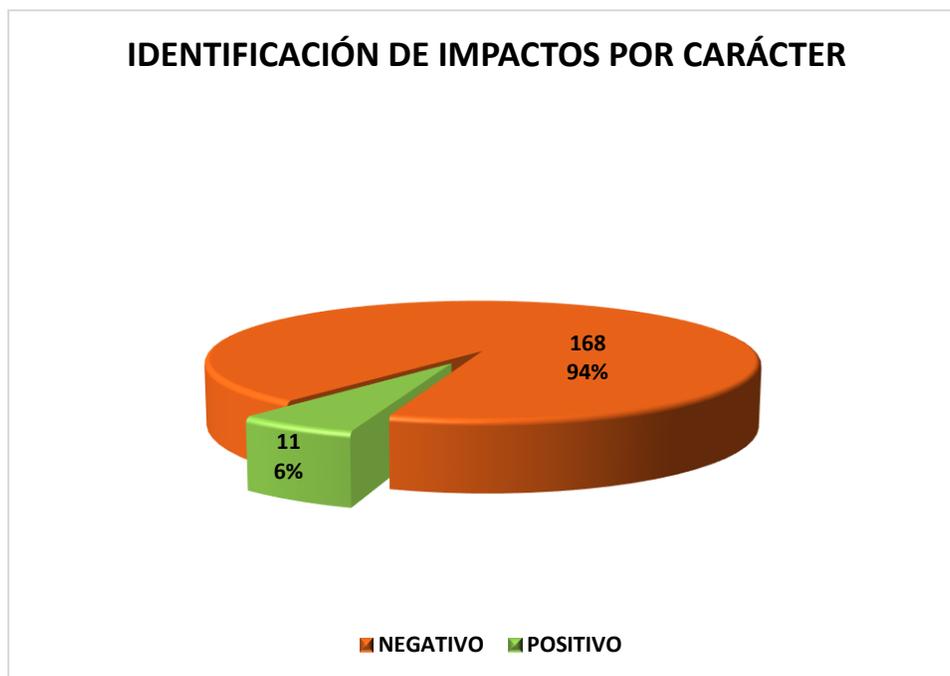


Figura 0.5-2 Identificación de impactos por carácter, escenario sin proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

En la Figura 0.5-3 se muestra la cuantificación de impactos presentados para cada medio donde se observa que el medio abiótico es el más afectado por las actividades actuales del área de influencia con 98 impactos, todos ellos negativos, seguido del medio biótico

con 56 impactos, 54 negativos y 2 positivos y el medio socioeconómico y cultural que resulta ser el menos impactado con 25 interacciones; 16 negativos y 9 positivos, siendo este medio y el biótico donde se presentan impactos positivos dados por actividades como la avicultura, de igual manera en el medio socioeconómico por los cultivos arrozeros, cultivos de cala, ganadería, piscicultura y la avicultura por generar cambios benéficos en la demanda de mano de obra, bienes y servicios

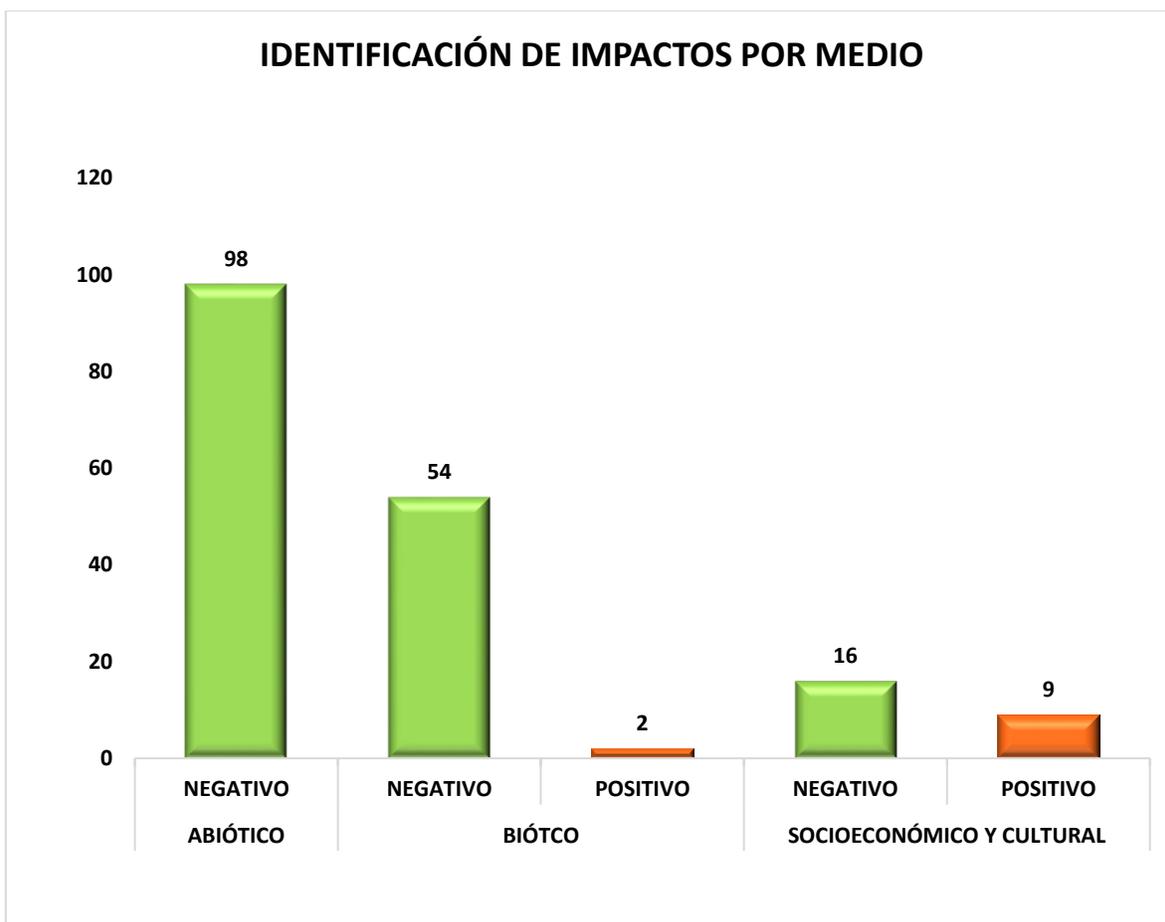


Figura 0.5-3 Identificación de impactos por medio, escenario sin proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La significancia ambiental negativa presenta predominancia de la significancia media con 68 impactos distribuidos en el medio abiótico con 37 interacciones, 32 para el medio biótico y 4 para el socioeconómico y cultural, posteriormente, se encuentra la significancia baja presentando 51 impactos negativos; 41 en el medio abiótico, 5 en el medio biótico y 5 impacto en el socioeconómico, por su parte, la significancia alta registró 33 impactos con una cantidad mayor sobre el medio biótico con 17 impactos, seguido con 9 impactos en los medios abiótico y socioeconómico, lo anterior, demuestra que aunque la mayoría de los impactos identificados son de carácter negativo, estos producen en general cambios o alteraciones menores sobre los componentes y elementos de los tres medios evaluados. Ver Figura 0.5-4.

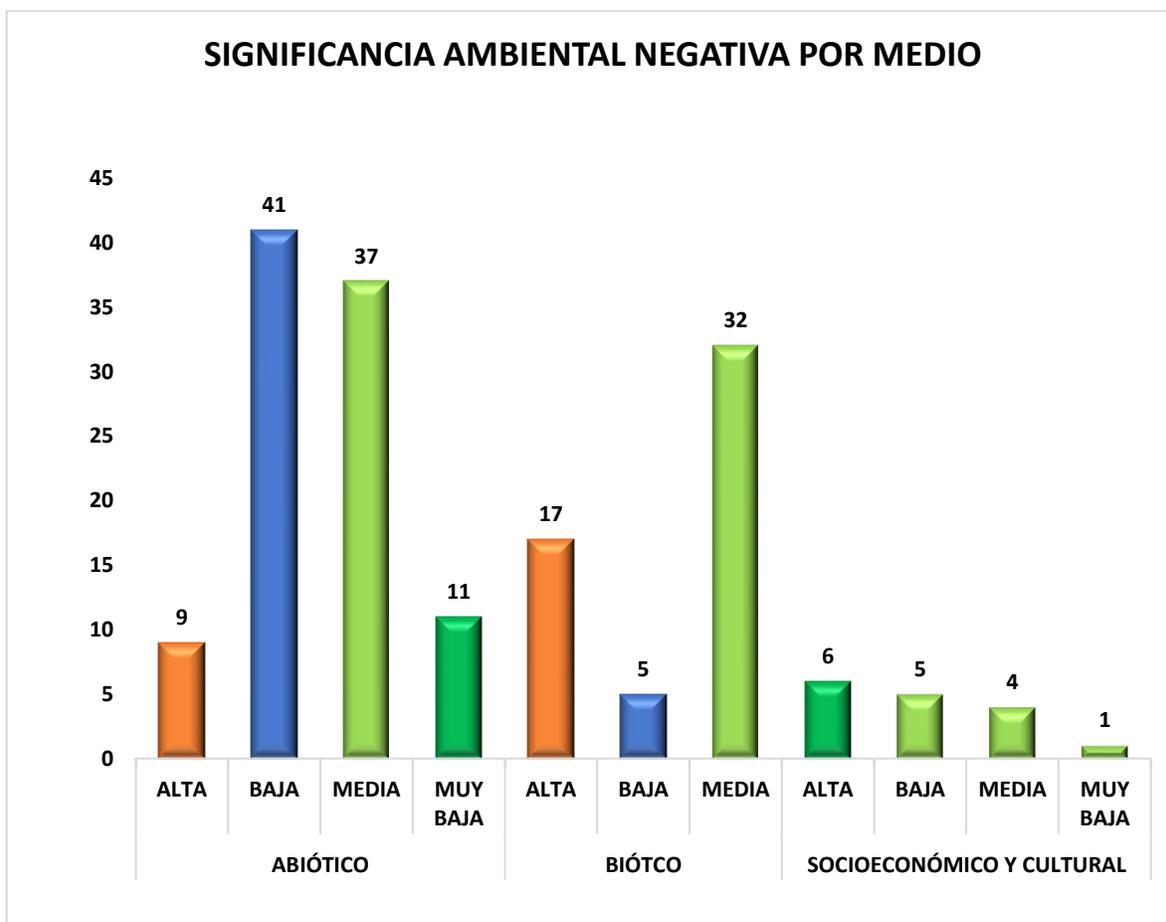


Figura 0.5-4 Significancias ambientales negativas por medio, escenario sin proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La significancia ambiental positiva (Figura 0.5-5) presenta una menor cantidad de impactos identificados comparados con la significancia negativa, y predomina significancia ambiental baja con 5 interacciones en el medio socioeconómico. En los impactos positivos se destacan los relacionados con el Cambios en la demanda de mano de obra, bienes y servicios por actividades como los cultivos arroceros y de caña, la ganadería, la piscicultura y la avicultura.

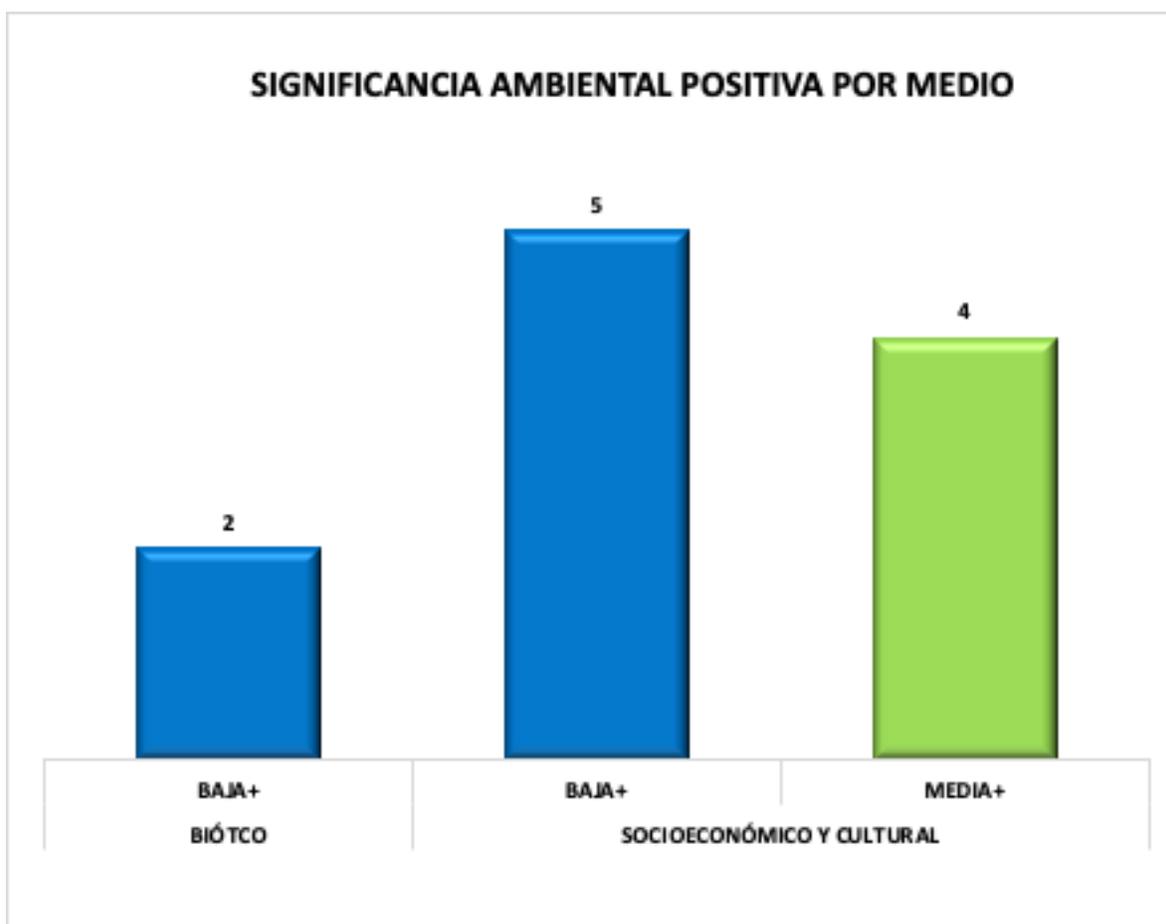


Figura 0.5-5 Significancias ambientales positivas por medio, escenario sin proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

En la Figura 0.5-6 se muestran los impactos negativos identificados sobre cada componente donde se presentó un total de 168 interacciones, de las cuales se resaltan las presentadas en los componentes de atmósfera, geotecnia, hidrobiota y fauna terrestre, predominando la importancia ambiental localizada con 66 impactos, dados principalmente en los medio abiótico y biótico, generando alteraciones negativas en las condiciones geotécnicas, generación de procesos morfodinámicos, composición y estructura de las especies de fauna y el hábitat de la fauna terrestre.

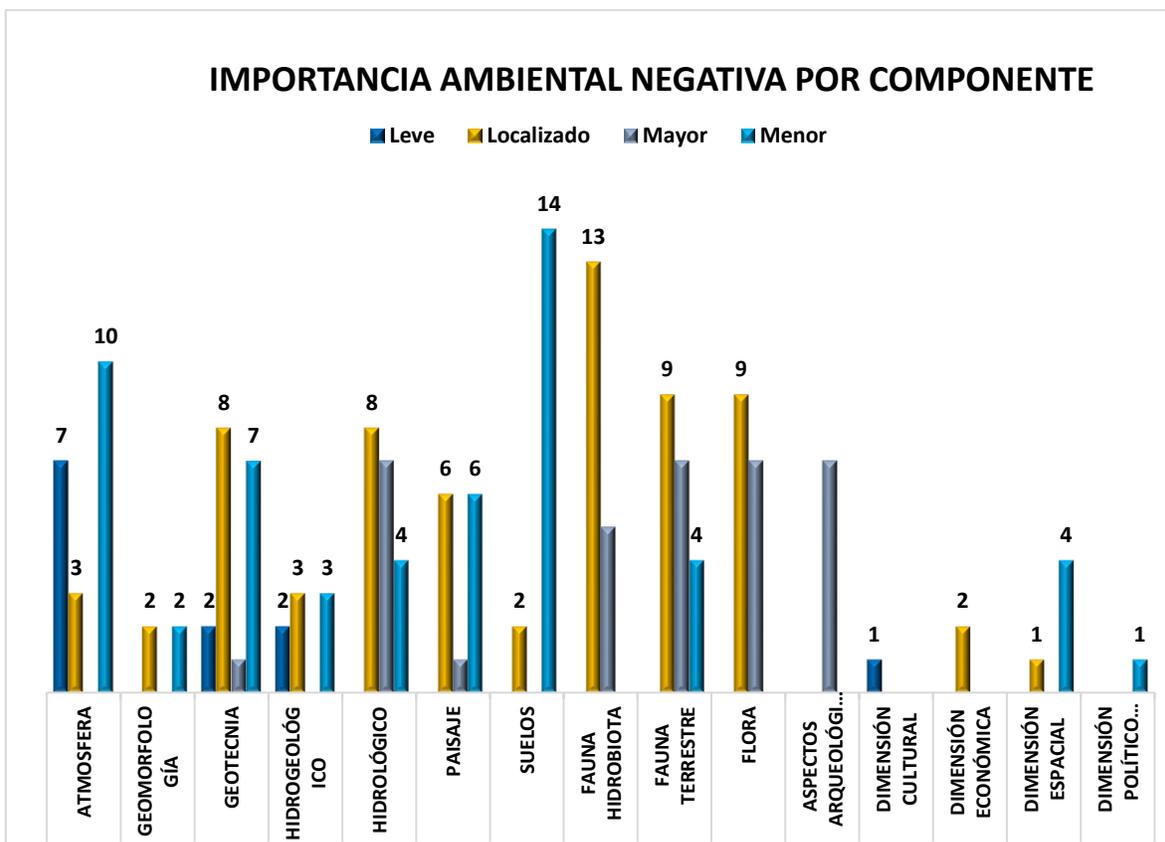


Figura 0.5-6 Importancia ambiental negativa por componente, escenario sin proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Con respecto a los impactos positivos por componente, en la Figura 0.5-7 los impactos positivos se presentan sobre los componentes de flora, por el Cambio en la composición y estructura de las especies de flora, dimensión económica y dimensión político-administrativa por los cambios en la demanda de mano de obra, bienes y servicios.

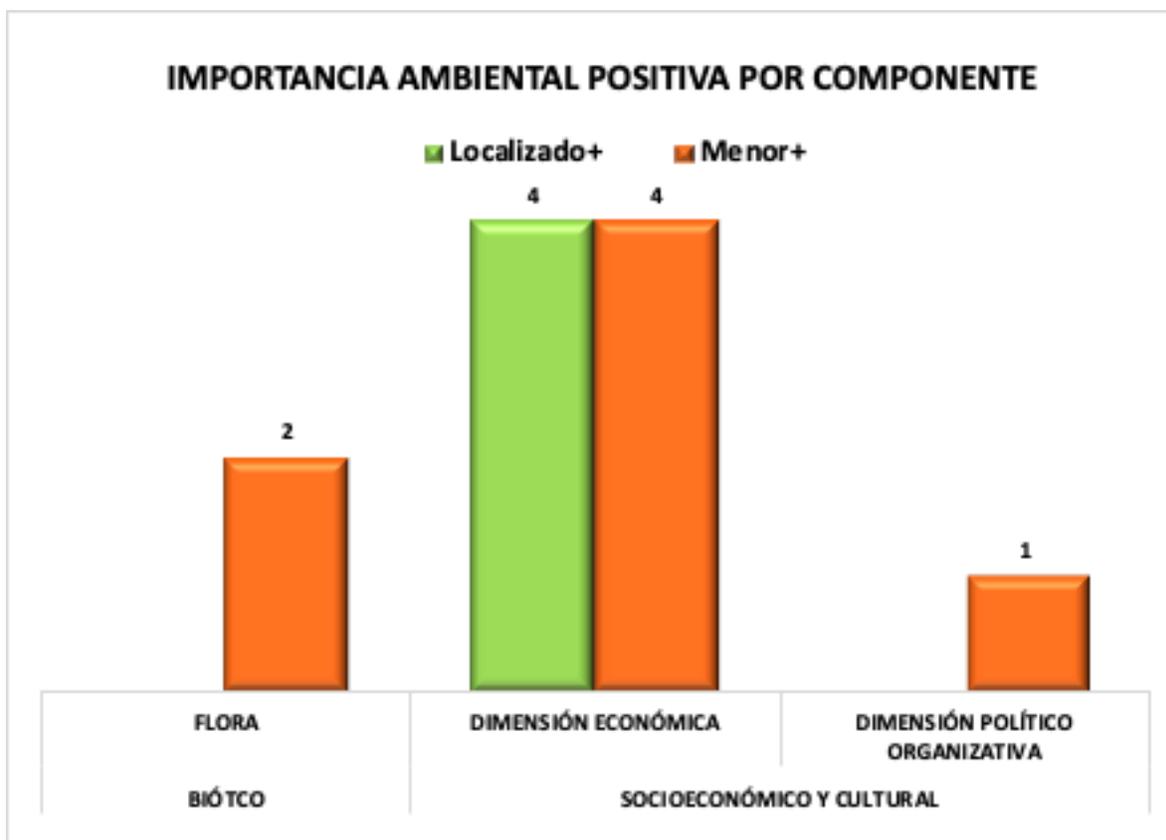


Figura 0.5-7 Importancia ambiental positiva por componente, escenario sin proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

En la Figura 0.5-8 se muestran las actividades desarrolladas en la actualidad en el área de estudio donde se puede observar que una de las actividades que más genera alteraciones es la Ganadería (bovina y equina) sobre los tres medios, principalmente sobre la composición y estructura de las especies de flora y en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, de igual manera, la avicultura genera alteraciones sobre la percepción visual del paisaje percepción paisajística alterando la

calidad visual del paisaje y sobre en las características físicas y químicas del suelo en el uso del suelo modificando su uso.

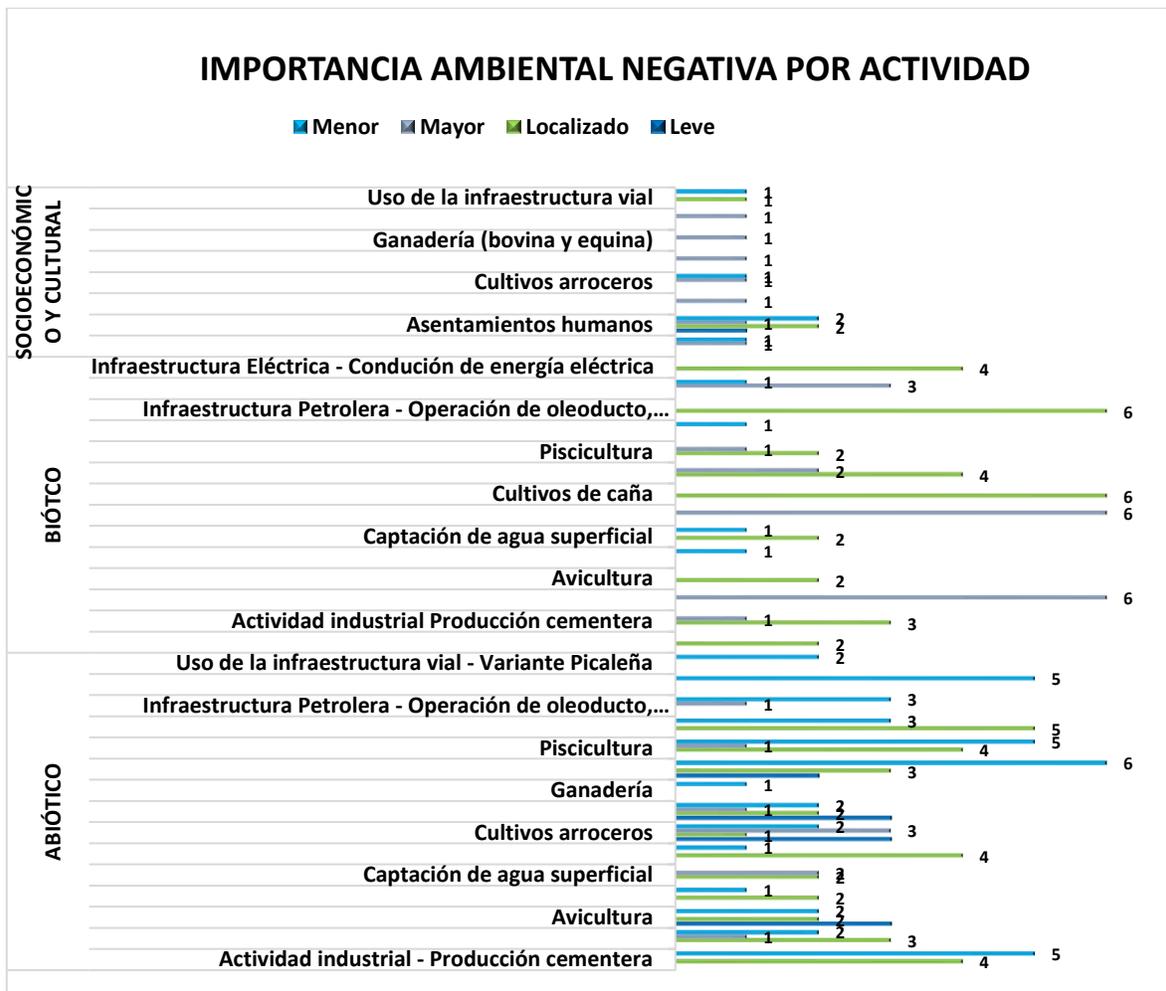


Figura 0.5-8 Importancia ambiental positiva por componente, escenario sin proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.5.2 Escenario Con Proyecto

A continuación, en la Tabla 0-28 se presenta la matriz causa – efecto a través de la cual se relacionan los impactos generados por cada actividad que se realizará en las diferentes etapas del proyecto.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL "PROYECTO
FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA"

Ibagué (Tolima)

OPERADORA SHANGRI-LA

S.A.S E.S.P

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

De acuerdo a la Matriz de identificación y evaluación de impactos con proyecto (Ver F. CAP 8 EVALUACIÓN AMBIENTAL - F.1.2 Escenario CON Proyecto161121), se realizó la evaluación ambiental, obteniendo 221 interacciones, de las cuales 187 se identificaron con carácter negativo con un porcentaje de 80% y 47 impactos de carácter positivo que representan el 20%, donde se aprecia claramente la predominancia del carácter negativo en la cantidad de impactos identificados en la actualidad en el área de influencia del proyecto.

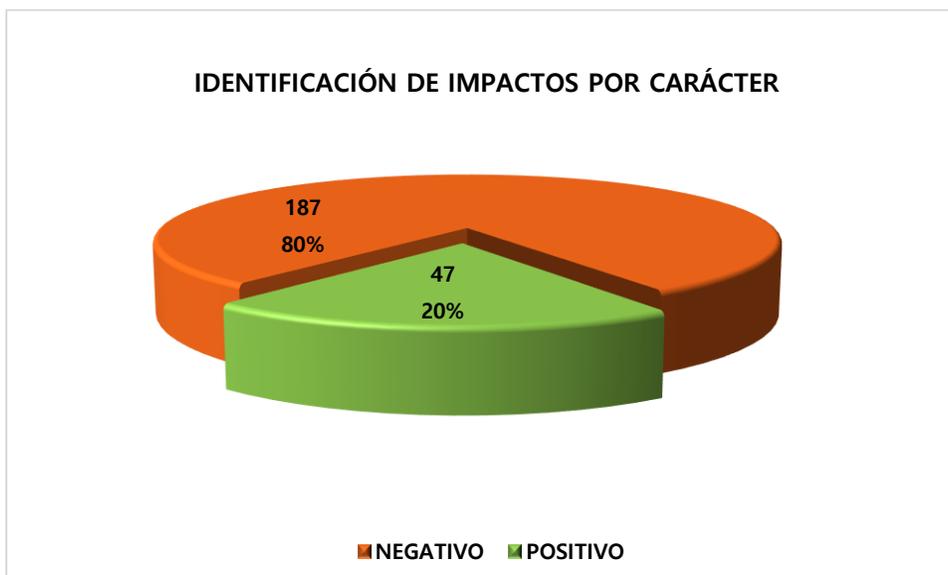


Figura 0.5-9 Identificación de impactos por carácter, escenario con proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La cuantificación de impactos por medio muestra que el medio abiótico es el más influenciado por las actividades del proyecto con 131 impactos, 107 de ellos negativos, y 24 positivos, seguido del medio biótico con 71 impactos, 59 negativos y 12 positivos, seguido del medio socioeconómico y cultural que resulta ser el menos impactado con 32 interacciones; 21 negativos y 11 positivos, dichos impactos en los medios abiótico y biótico, son generados principalmente por actividades como el desmantelamiento de infraestructura temporal y permanente y la restauración, cierre y clausura de las áreas del proyecto. Ver Figura 0.5-10.

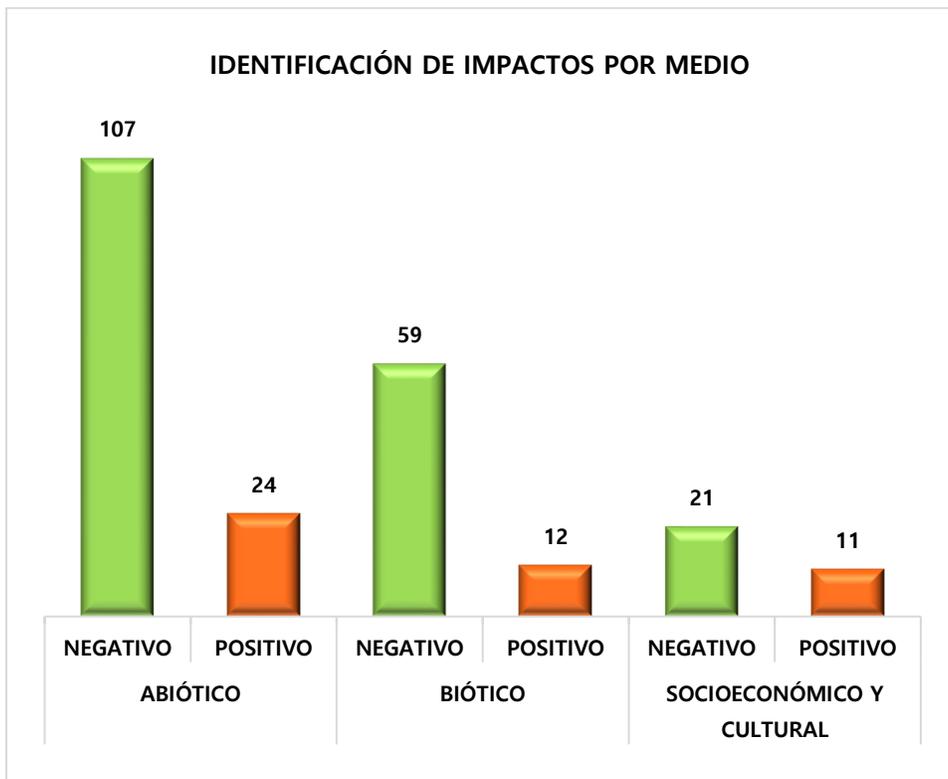


Figura 0.5-10 Identificación de impactos por medio, escenario con proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Con respecto a los impactos negativos identificados sobre cada componente se presentó un total de 187 interacciones, de las cuales se resaltan las presentadas en los componentes de atmósfera, geotecnia, fauna terrestre y flora con 30, 26, 28 y 23 impactos respectivamente, de igual manera, para todos los componentes predomina la importancia ambiental valorada como menor con 88 impactos, por su parte, la significancia ambiental negativa valorada como mayor se presenta en mayor cantidad sobre los componentes de hidrobiota, fauna terrestre y flora generando posibles alteraciones negativas en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, las la composición y estructura de las especies de flora y en la composición y estructura de las especies de fauna. Ver Figura 0.5-11.

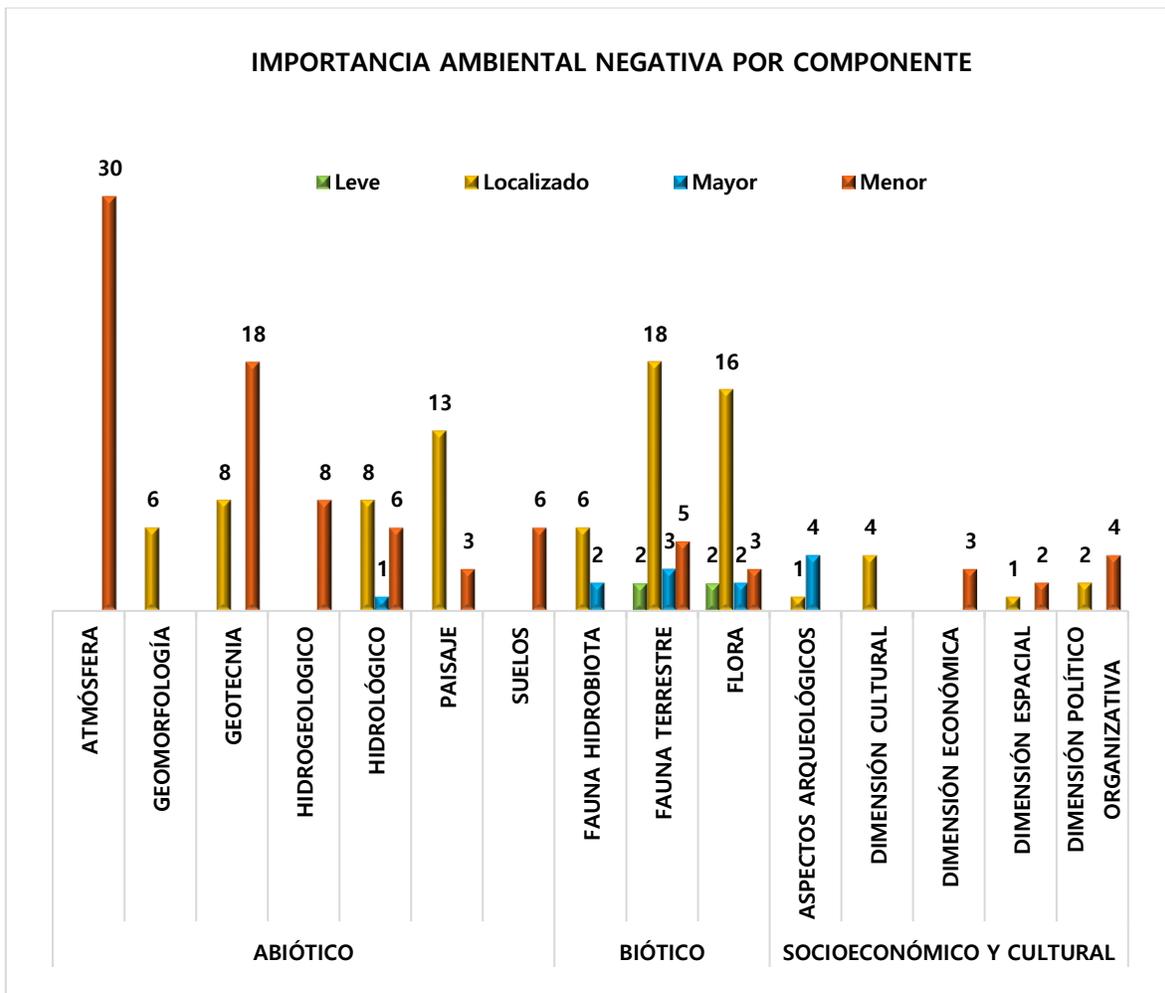


Figura 0.5-11 Identificación de impactos por componente, escenario con proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Con respecto a los impactos positivos por componente, (Figura 0.5-12) los impactos positivos se presentan primordialmente sobre los componentes de geotecnia, generados por actividades como el desmantelamiento de infraestructura temporal y permanente y la restauración, cierre y clausura de las áreas del proyecto, a su vez, por diferentes actividades operativas se generan cambios benéficos sobre los componentes de mercado laboral en la demanda de mano de obra, bienes y servicios.

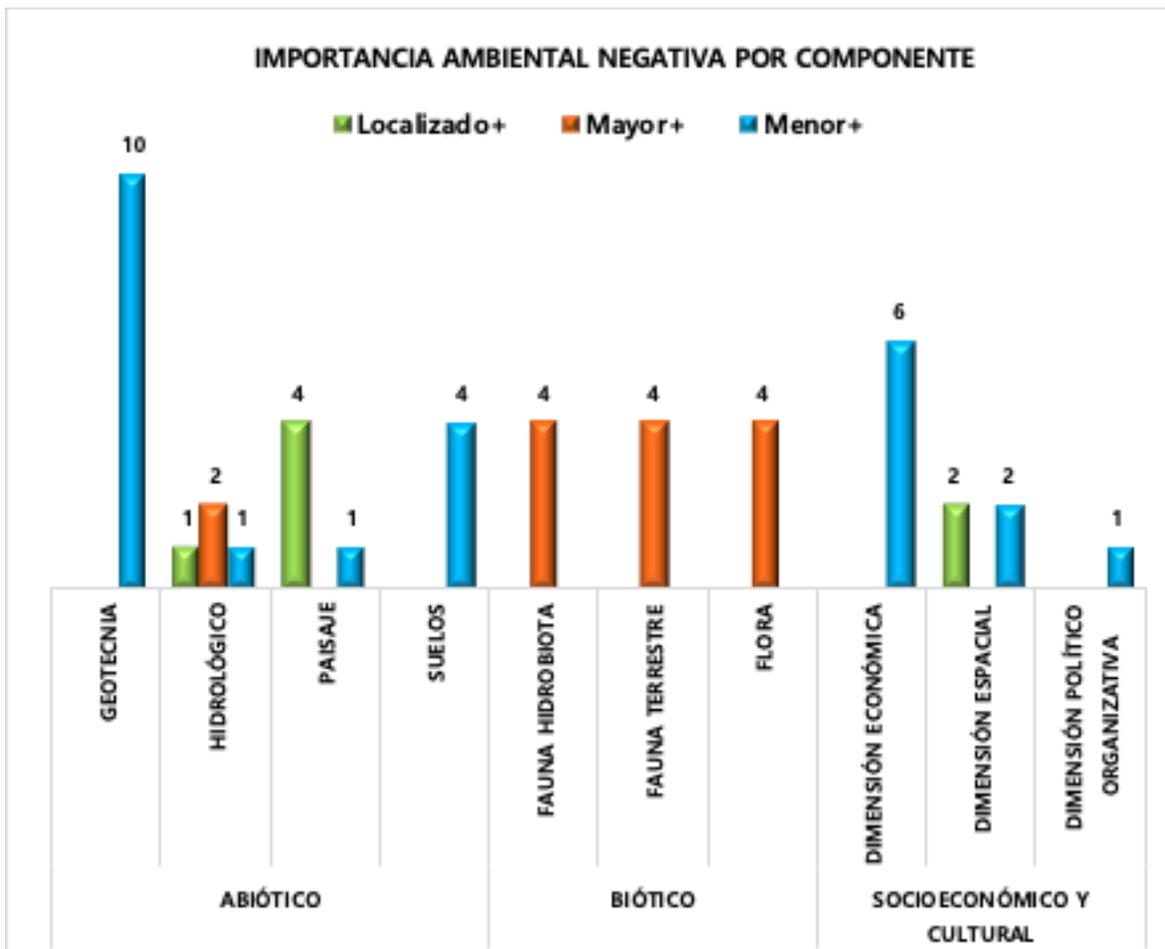


Figura 0.5-12 Importancia ambiental positiva por componente, escenario con proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

En la Figura 0.5-13 se muestran las actividades del proyecto donde se observa que una de las actividades que más genera alteraciones son los movimientos de tierra, excavaciones del parque solar, movimientos de tierra, excavaciones y zanjas y la excavación, cimentación, relleno y compactación de materiales de la línea de transmisión, en general, predomina ampliamente la significancia ambiental Media con 111 interacciones seguida de la significancia ambiental Baja con 60 impactos valorados.

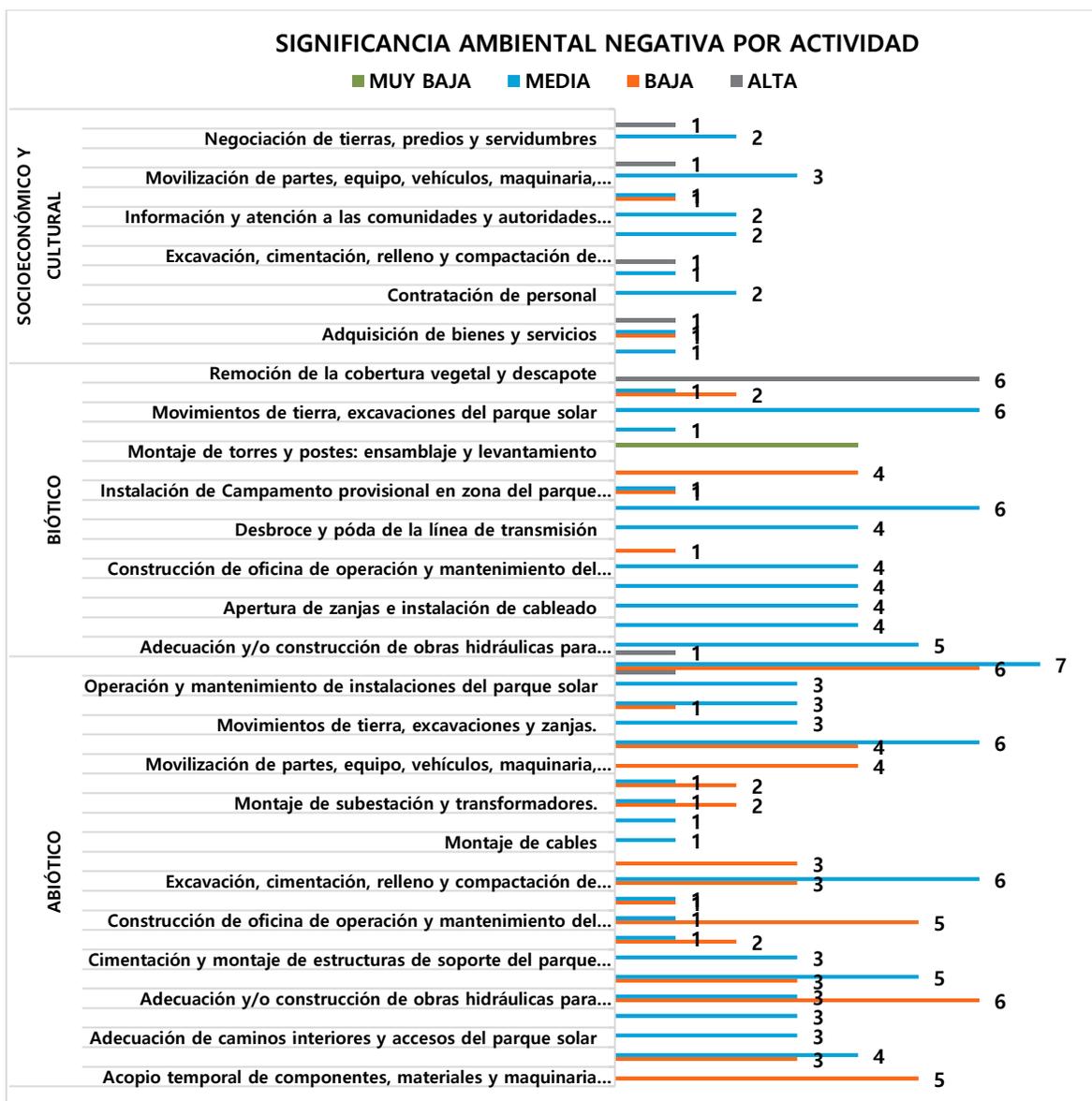


Figura 0.5-13 Significancia ambiental negativa por actividad, escenario con proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Se determina que las actividades que generan cambios positivos son las relacionadas con la fase de desmantelamiento y abandono como el desmantelamiento de infraestructura temporal y permanente y la restauración, cierre y clausura de las áreas del proyecto, estas actividades valoradas con significancia ambiental alta, media y baja

se manifiestan mayormente sobre el medio abiótico por favorecer el cambio en la composición y estructura de las especies de flora, cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal, cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, y modificación del hábitat de la fauna acuática, así como la percepción visual del paisaje y el cambio en las características físicas y químicas de las aguas superficiales. De igual manera, se identifica que la actividad de generación de energía eléctrica: Operación de paneles, inversores, transformadores, generará la disminución de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI). Figura 0.5-14.

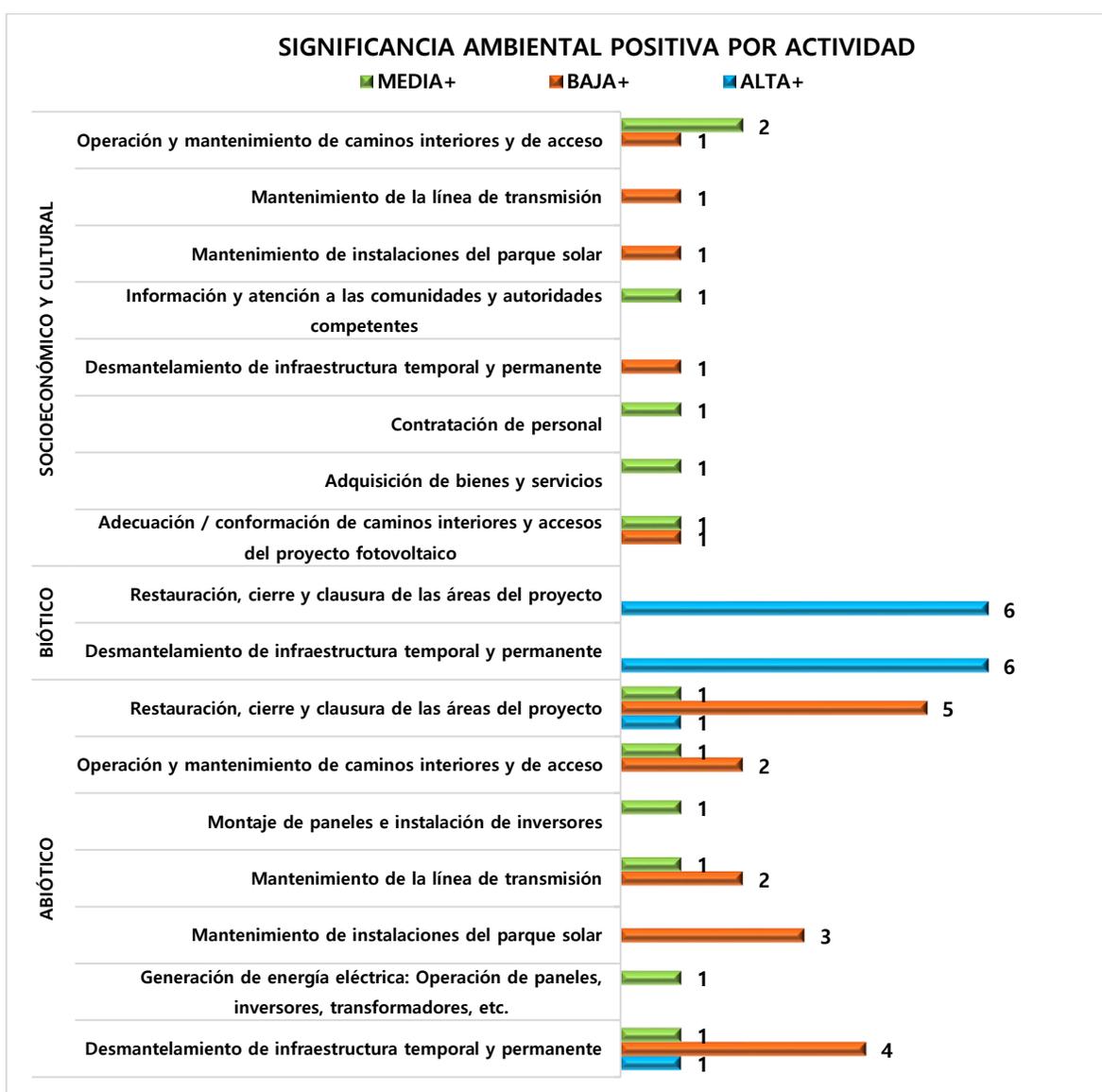


Figura 0.5-14 Significancia ambiental positiva por actividad, escenario con proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.6 Zonificación ambiental

En la Tabla 0-29 se presentan los parámetros de análisis que serán considerados en la zonificación ambiental para área de influencia del presente EIA.

Tabla 0-29 Elementos socioambientales considerados en la zonificación ambiental

FÍSICO/ABIÓTICO	BIÓTICO	SOCIOECONÓMICO
<ul style="list-style-type: none"> - ESTABILIDAD GEOTÉCNICA - USO DEL SUELO - HIDROGEOLOGÍA - HIDROLOGÍA (ÍNDICE POR USO DE AGUA) - AMENAZAS NATURALES 	<ul style="list-style-type: none"> - COBERTURAS VEGETALES DE LA TIERRA - ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA - FRAGMENTACIÓN 	<ul style="list-style-type: none"> - ORGANIZACIÓN COMUNITARIA - PRESENCIA DEL ESTADO Y OTRAS ORGANIZACIONES - ACTIVIDADES ECONÓMICAS - DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS Y SOCIALES - ACCESIBILIDAD (VÍAS DE ACCESO) - CONCENTRACIÓN POBLACIONAL - PRESENCIA DE GRUPOS ÉTNICOS

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.6.1 Zonificación medio abiótico

Los mapas resultantes de los aspectos de Estabilidad geotécnica, suelo (uso potencial), Hidrogeología, Hidrología (índice de aridez) y susceptibilidad a la inundación se cruzan entre sí, obteniendo el mapa de zonificación del medio abiótico, el cual proporciona información de las áreas sensibles e importantes desde el punto de vista físico, que se encuentran en el área de influencia del proyecto. En la Figura 0.6-1 y Tabla 0-30 se

muestra que las áreas de categoría Alta se encuentran asociadas principalmente a las áreas con una alta susceptibilidad a la inundación.

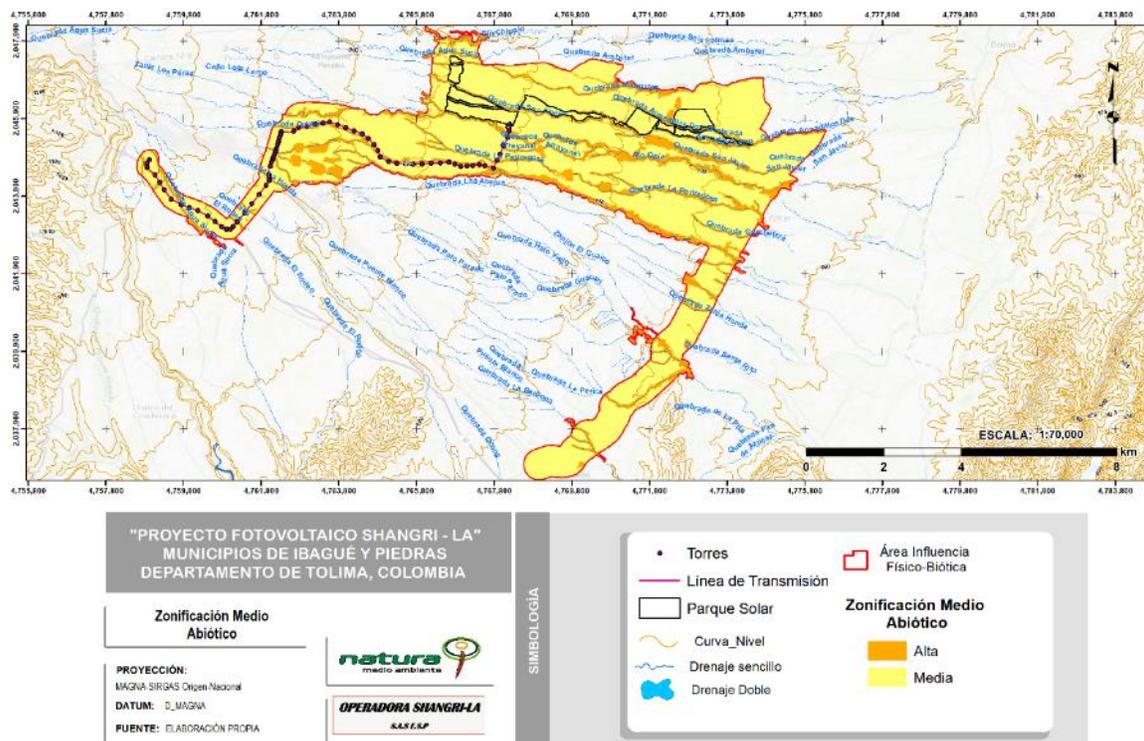


Figura 0.6-1 Zonificación ambiental del medio abiótico

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Tabla 0-30. Área de la zonificación ambiental para el medio abiótico

Zonificación medio abiótico	Área Físico-biótica (Ha)	%Área
Alta	3864,93	77,98
Media	1091,47	22,02
Total	4.956,39	100

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.6.2 Zonificación medio biótico

Los mapas resultantes de los aspectos de Fragmentación e importancia biótica se cruzaron entre sí, obteniendo el mapa de zonificación biótica, el cual proporciona información de las áreas sensibles e importantes desde el punto de vista biótico, que se encuentran en el área de influencia del Proyecto. En la Figura 0.6-2 se muestran las áreas de sensibilidad / importancia con categoría Muy Alta las cuales corresponden a zonas de Bosque de galería y ripario y las de categoría Alta a zonas con vegetación secundaria principalmente, cuyas areas se presentan en la Tabla 0-31.

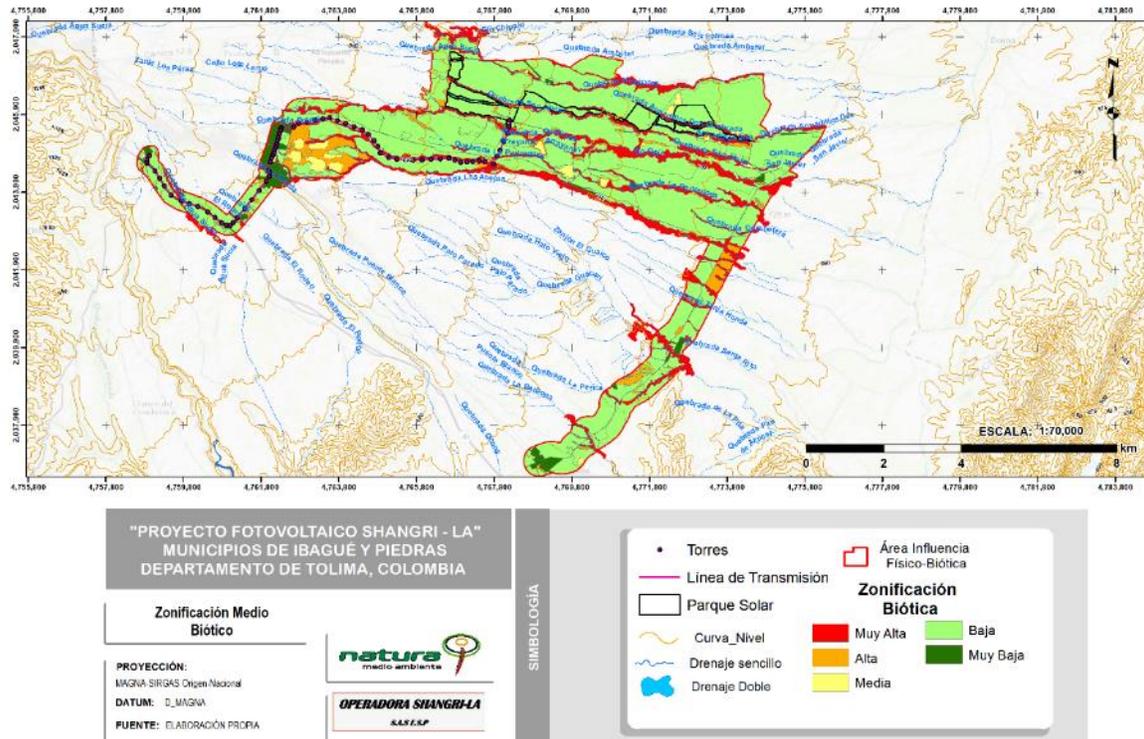


Figura 0.6-2 Zonificación ambiental del medio biótico.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Tabla 0-31. Zonificación biótica de las coberturas

Zonificación Biótica	Área (Has)	%
Alta	230,30	4,65
Baja	3657,96	73,80
Media	86,71	1,75
Muy Alta	795,71	16,05
Muy Baja	185,71	3,75
TOTAL	4956,39	100,00

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.6.3 Zonificación Medio socioeconómico

Los mapas resultantes de las Dimensiones político-administrativa, económica, espacial, demográfica y cultural se cruzan entre sí, obteniendo el mapa de zonificación socioeconómico, el cual proporciona información de las áreas sensibles e importantes desde el punto de vista social, las variables político administrativa, espacial y económica presentaron mayor porcentaje de sensibilidad y significaron gran importancia en la zonificación en el área de influencia del Proyecto. En la Figura 0.6-3 se puede observar que las áreas calificadas en la categoría Alta son las que poseen una alta densidad demográfica como es el caso del sector de Picaleña.

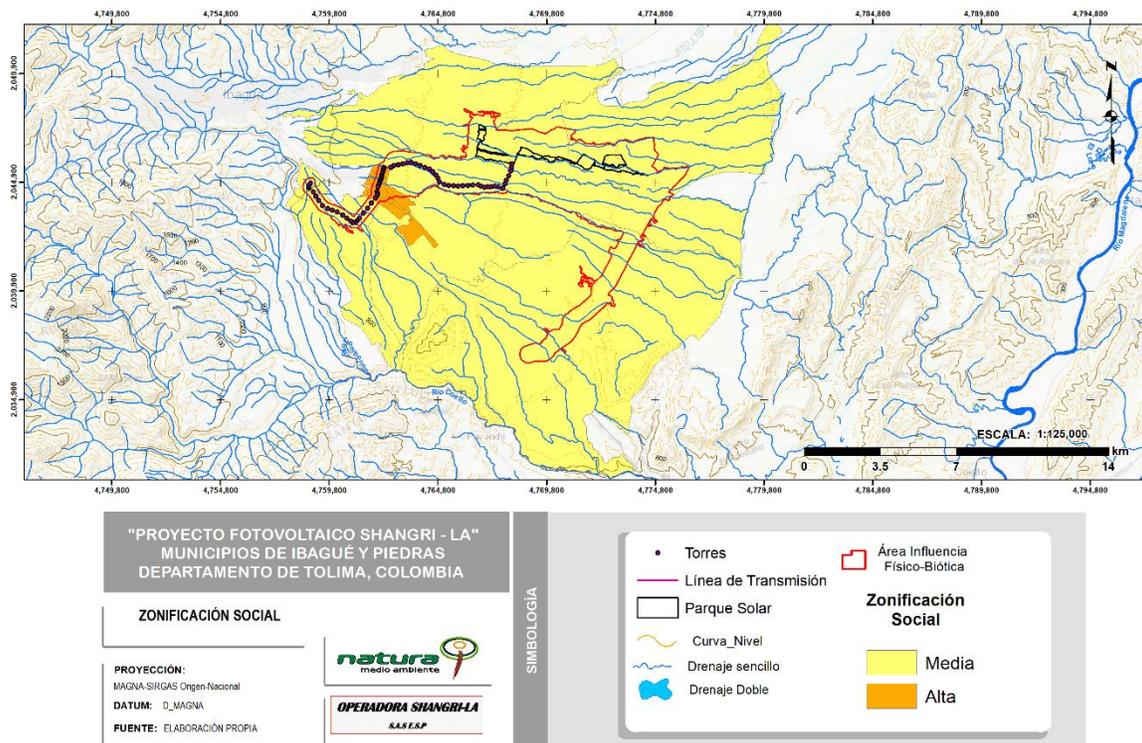


Figura 0.6-3 Zonificación ambiental del medio socioeconómico y cultural

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.6.4 Zonificación Ambiental final

En este aparte se presenta el resultado del proceso de integración de las características ambientales del área influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, con la cual se busca determinar las zonas con mayor sensibilidad en el territorio objeto de estudio.

Se relacionaron los criterios ambientales, homogeneizando las áreas a través de los grados de sensibilidad físico, biótico y socioeconómico, en las cuales los grados de sensibilidad más altos se sobreponen sobre cualquier sensibilidad menor, para integrar la zonificación ambiental del área en unidades de sensibilidad/importancia ambiental muy alta, alta, moderada o media. De esta manera, es posible interpretar la dinámica de los ecosistemas presentes y demás elementos de tipo legal, con el fin de orientar la toma de decisiones frente a su manejo, simulando las interrelaciones de los medios

físico, biótico y socioeconómico. En la Tabla 0-32 y la Figura 0.6-4 se muestran de forma resumida las características que componen las unidades de zonificación ambiental anteriormente expuestas.

Tabla 0-32. Zonificación ambiental.

NIVEL DE SENSIBILIDAD / IMPORTANCIA	DESCRIPCIÓN
Muy alta	Bosques de galería y riparios asociado a márgenes de cuerpos hídricos, estas zonas corresponden a ecosistemas que servicios a la comunidad aledaña al área de estudio.
	Retiro de protección de 30 m medidos a partir de la periferia de cauces de ríos, quebradas y arroyos, permanentes e intermitentes; lagos o depósitos de agua, jagüeyes (cuerpos de agua artificiales).
	Retiro de protección de 100 m a la redonda, medidos a partir de la periferia de nacimientos de agua, pozos y aljibes.
Alta	Áreas con vegetación secundaria. Estas coberturas ofrecen una serie de bienes y servicios ecosistémicos de aprovisionamiento a los habitantes locales como fuentes de leña, de regulación ecosistémica como fijación de carbono y regulación hídrica.
	Áreas que frecuentemente se inundan.
	Franjas de retiro obligatorio para vías.
	Franja de servidumbre de ductos y líneas eléctricas.
	Buffer de retiro de viviendas, escuelas, salón comunal, escenarios deportivos (16 m según RETIE, por el voltaje de la línea de transmisión).
	Zona de protección o aislamiento para tanques de acueducto y cementerio según instrumento de ordenación vigente.
	Suelos urbanos y de expansión urbana reglamentados a través de instrumento de ordenación vigente.
Media	Terrenos con estabilidad Geotécnica Media, en donde el suelo presenta algunas condiciones para generar procesos erosión y fenómenos de remoción en masa, asociado con el grado de inclinación de las laderas, el uso actual del suelo y el tipo de material arcilloso.
	Zonas de acuíferos con vulnerabilidad a la contaminación Alta y Moderada.
	Suelos con capacidad de uso Conservación, Forestal-Productor.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

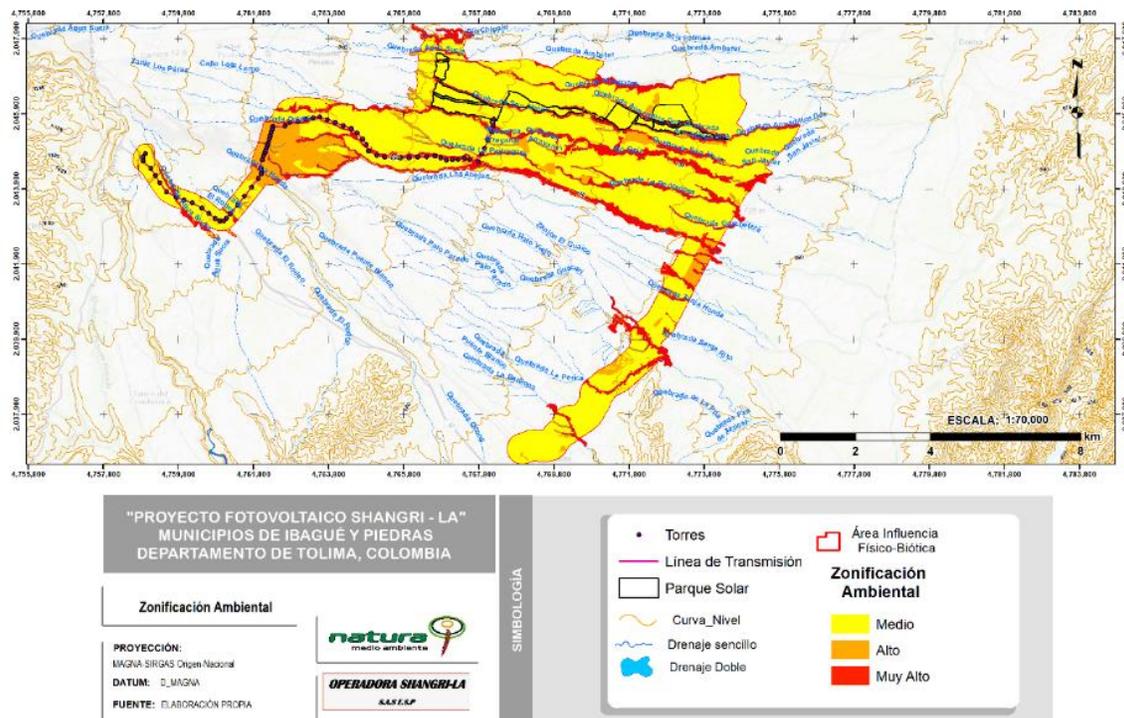


Figura 0.6-4 Zonificación ambiental.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La Figura 0.6-5 muestra la distribución de sensibilidad e importancia ambiental para el Proyecto, donde se destaca que la mayor parte del área se encuentra en la categoría de Media. También se puede observar que el 16% se encuentra en la categoría Muy Alta, lo cual obedece principalmente a las áreas donde el Proyecto se cruza con bosque ripario, el cual a su vez está asociado a cuerpos de agua de tipo permanente (Tabla 0-33). En algunas de estas zonas el Proyecto solicitará permiso de ocupaciones de cauce, viabilizando de esta manera algunas obras necesarias que estarían ubicadas en zonas con restricciones ambientales y legales (ver Capítulo 7. Demanda RRNN y Capítulo 9. Zonificación de manejo ambiental).

Tabla 0-33. Zonificación ambiental

Zonificación Ambiental	Área (Has)	%
Alta	594,40	11,99
Media	3566,16	71,95
Muy Alta	795,83	16,06
Total	4956,39	100,00

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

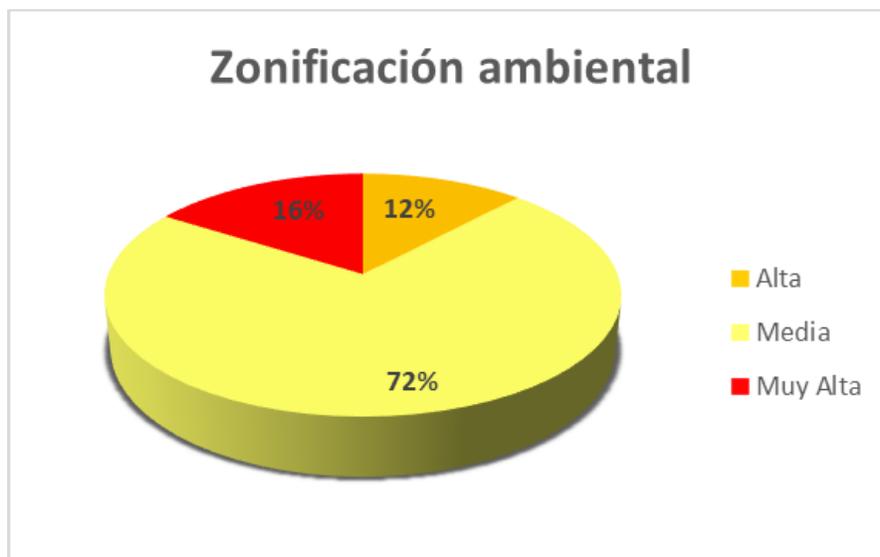


Figura 0.6-5 Distribución porcentual de la Zonificación ambiental del área de influencia.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.7 Zonificación de manejo ambiental

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y los resultados de la zonificación ambiental (Capítulo 6) en la Tabla 0-34 se presenta las zonas de manejo ambiental respectivas.

Tabla 0-34 Zonas o unidades de manejo ambiental.

UNIDAD DE MANEJO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES PROPUESTAS
Áreas de exclusión	Bosques de galería y riparios asociado a márgenes de cuerpos hídricos, estas zonas corresponden a ecosistemas que servicios a la comunidad aledaña al área de estudio.	- Instalación de 4 torres tipo Caregato (ID 2, 6, 7, 8).
	Retiro de protección de 30 m medidos a partir de la periferia de cauces de ríos, quebradas y arroyos, permanentes e intermitentes; lagos o depósitos de agua, jagüeyes (cuerpos de agua artificiales).	- Intervenciones asociadas a ocupaciones de cauce autorizadas En bosque de galería también se tienen 9 nuevas ocupaciones de cauce ubicadas dentro del parque solar y los caminos de cruce asociados a estas ocupaciones; también la ocupación de cauce temporal que se usará para el acceso a los puntos de torre 22 a 8.*
	Retiro de protección de 100 m a la redonda, medidos a partir de la periferia de nacimientos de agua, pozos y aljibes.	Ninguna actividad
Áreas de intervención con restricción alta	Áreas con vegetación secundaria. Estas coberturas ofrecen una serie de bienes y servicios ecosistémicos de aprovisionamiento a los habitantes locales como fuentes de leña, de regulación ecosistémica como fijación de carbono y regulación hídrica.	Actividades u obras del proyecto que requieren medidas de manejo específicas, concertación previa con comunidades, autoridades, privados; siguiendo la normatividad vigente.
	Áreas que frecuentemente se inundan.	
	Franjas de retiro obligatorio para vías.	
	Franja de servidumbre de ductos y líneas eléctricas.	
	Buffer de retiro de viviendas, escuelas, salón comunal, escenarios deportivos (16 m según RETIE).	
Zona de protección o aislamiento para tanques de acueducto y cementerio según instrumento de ordenación vigente.		

UNIDAD DE MANEJO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES PROPUESTAS
	Suelos urbanos y de expansión urbana reglamentados a través de instrumento de ordenación vigente.	
Áreas de intervención con restricción media	Terrenos con estabilidad Geotécnica Media, en donde el suelo presenta algunas condiciones para generar procesos erosión y fenómenos de remoción en masa, asociado con el grado de inclinación de las laderas, el uso actual del suelo y el tipo de material arcilloso.	Actividades del proyecto con la implementación de medidas de manejo ambiental.
	Zonas de acuíferos con vulnerabilidad a la contaminación Alta y Moderada.	
	Áreas que periódica u ocasionalmente se inundan.	
	Suelos con capacidad de uso Conservación, Forestal-Productor.	

* En todos casos se deberá contar con el permiso de aprovechamiento forestal, según aplique.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

De acuerdo con las actividades del proyecto y la zonificación ambiental, se construyó el mapa de zonificación de manejo ambiental (Figura 0.7-1 y Anexo A Cartografía), en el cual se presenta la distribución de las categorías homogéneas de manejo ambiental del Proyecto.

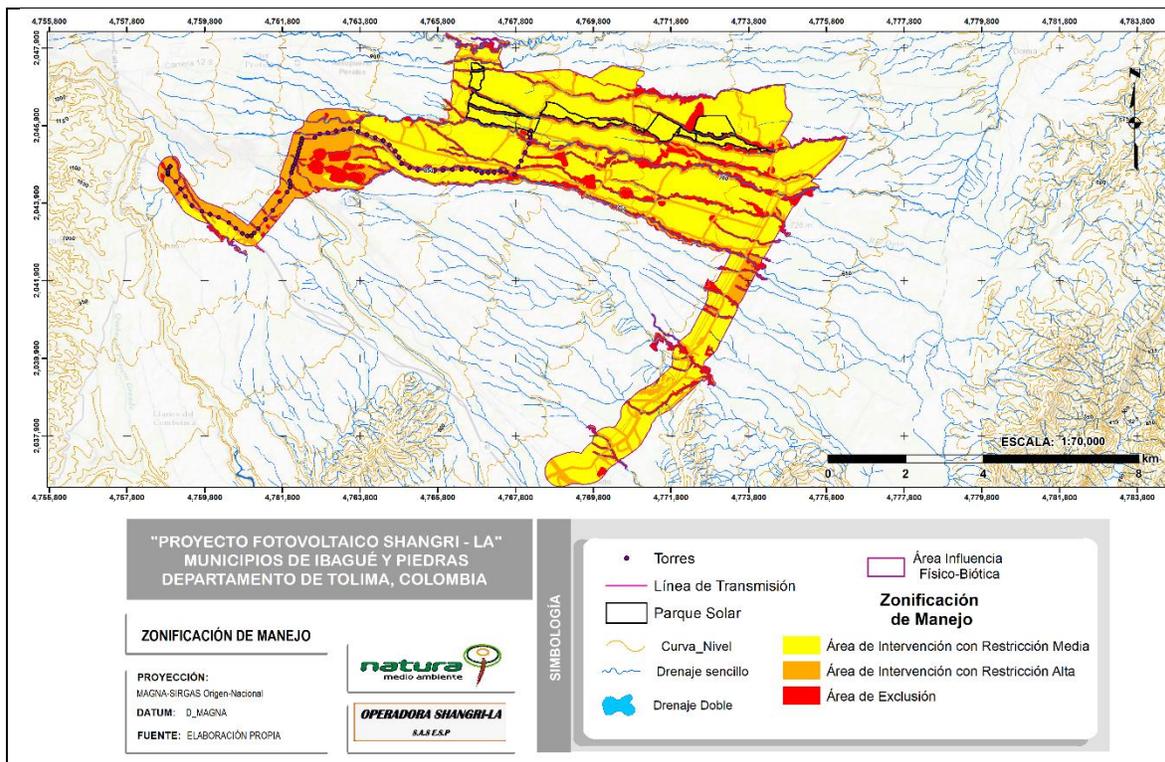


Figura 0.7-1 Zonificación Manejo Ambiental del proyecto

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La Tabla 0-35 relaciona las áreas y porcentajes asociados a cada unidad de manejo ambiental.

Tabla 0-35 Área y porcentaje de área de las categorías de manejo ambiental

CATEGORÍA DE MANEJO	ÁREA DE INFLUENCIA	
	ÁREA (ha)	%
ÁREAS DE EXCLUSIÓN	969,43	19,56
ÁREAS DE INTERVENCIÓN CON RESTRICCIONES ALTAS	1112,74	22,45
ÁREAS DE INTERVENCIÓN CON RESTRICCIONES MEDIAS	2874,22	57,99
ÁREAS DE INTERVENCIÓN	0,00	0,00
TOTAL	4956,39	100,00

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

La Figura 0.7-2 muestra la distribución porcentual de las unidades de manejo ambiental definidas para el Área de Influencia físico-biótica del proyecto, donde se destaca que la mayor parte del área se encuentra en la categoría de Intervención con Restricción Media con más de la mitad del área (57,99%), seguido de la categoría de Intervención con Restricción Alta (22,45%). También se puede observar que la menor área corresponde a la categoría de exclusión con el 19,56 %.

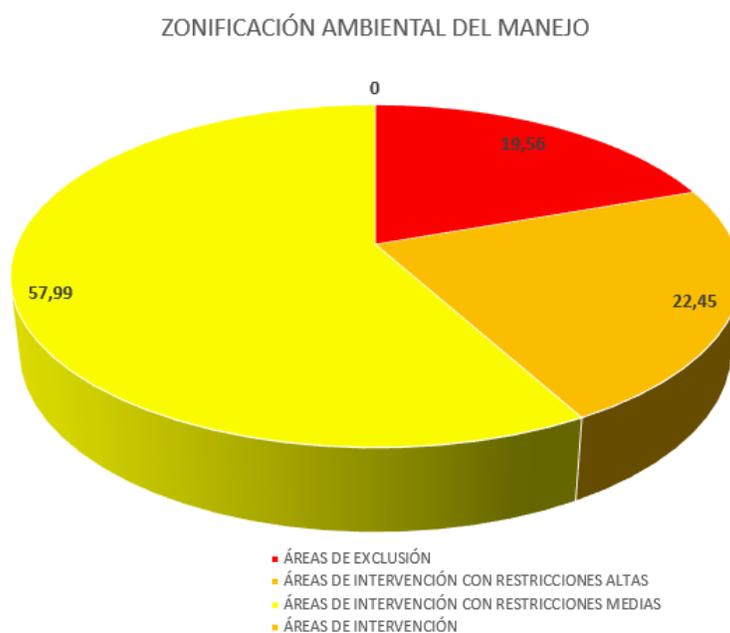


Figura 0.7-2 Distribución porcentual de la Zonificación Manejo Ambiental del AI

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.8 Evaluación económica ambiental

La evaluación económica ambiental desarrollada para el "Proyecto Fotovoltaico Shangri-La" siguió la ruta metodología establecida por el manual de Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental- adoptado por el MADS mediante Resolución 1669/2017.

En este sentido, el punto de partida fue la selección de 24 impactos con significancia ambiental "media, alta y muy alta".

Una vez seleccionados los impactos significativos, gracias las medidas correctivas y preventivas del plan de manejo ambiental, 16 impactos negativos son considerados Internalizables y se presenta su respectivo análisis de internalización.

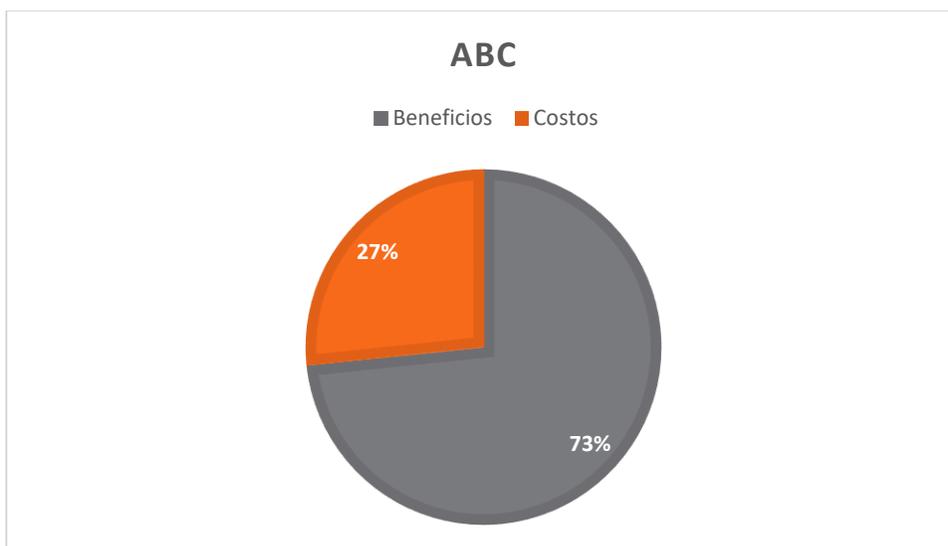
Para estimar el análisis costo beneficio del "Proyecto Fotovoltaico Shangri- La", se tiene que partir de la valoración económica de los costos relacionados con los impactos negativos que afectan a varios servicios ecosistémicos y los impactos positivos o beneficios del proyecto los cuales se relacionan con la generación de empleo y el aumento en la demanda de bienes y servicios, los cuales como se mencionó anteriormente fueron valorados a través de metodologías indirectas de valoración así como la técnica de transferencias de beneficios.

A partir de este ejercicio en el cual se realizó el análisis de internalización el cual permite descartar de la valoración económica aquellos impactos prevenidos, controlados o corregidos por las medidas de manejo del PMA, lo que permite enfatizar en los resultados positivos obtenidos.

En este sentido, se estimó un valor presente neto de los costos en **\$5.612.232.999** y de los beneficios en **\$15.453.792.320**.

Lo anterior, nos permitió estimar los indicadores económicos de valor presente neto VPN en **9.841.559.321** y una relación costo beneficio RCB de **2,75**.

Figura 0.8-1 Distribución de Costos y Beneficios del proyecto



Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.9 Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental tiene como objetivo general, brindar las herramientas necesarias para el buen manejo de los elementos constituyentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico durante el desarrollo de las asociadas al Proyecto Fotovoltaico Shangri-La y su línea de transmisión de 230 kV que conectará con la subestación Mirolindo. Las normas mencionadas en este capítulo se encuentran bajo el marco legal del Decreto 1076 de 2015. Se estructura en los siguientes apartados que se presentan a continuación:

0.9.1 Programas de manejo ambiental

Los programas de manejo ambiental se elaboraron teniendo en cuenta los lineamientos técnicos y los requisitos legales establecidos en los siguientes instrumentos reglamentarios:

- Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica TdR-015, adoptados mediante la Resolución 1670 del 15 de agosto de 2017.

- Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17, adoptados mediante la Resolución 0075 del 18 de enero de 2018
- Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, adoptada mediante la Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 (MADS⁴, 2018). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, adoptado mediante la Resolución 9 0708 del 30 de agosto de 2013 y las Normas Técnicas Colombianas NTC 1736 de 2005, NTC 2775 y NTC 5513 de 2007

Los Programas de manejo ambiental fueron estructurados para los medios abiótico, biótico y socioeconómico; y, cada programa está conformado por uno a más proyectos desarrollados a manera de ficha. La composición de proyectos (fichas) para los tres medios se resume en las Tabla 0-36, Tabla 0-37 y Tabla 0-38, dando manejo a los impactos particulares identificados en la evaluación ambiental, donde se determinaron, cuáles de los componentes del medio ambiente pueden verse afectados durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

Tabla 0-36. Estructura plan de manejo medio abiótico

Medio	Nomenclatura	Programas y fichas de manejo
Abiótico	FICHA AB-01	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRENTE
	FICHA AB-02	MANEJO DE PROCESOS EROSIVOS
	FICHA AB-03	MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
	FICHA AB-04	MANEJO PAISAJÍSTICO
	FICHA AB-05	MANEJO DE CUERPOS DE AGUA
	FICHA AB-06	MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO
	FICHA AB-07	MANEJO DEL RECURSO AIRE
	FICHA AB-08	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
	FICHA AB-09	MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS
	FICHA AB-10	MANEJO DE CRUCES CON OTROS PROYECTOS
	FICHA AB-11	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

⁴ Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, adoptada mediante la Resolución 1402 del 25 de julio de 2018. 228 p.

Tabla 0-37. Estructura plan de manejo medio biótico

Medio	Nomenclatura	Programas y fichas de manejo
Biótico	FICHA PM-B1	MANEJO DE REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y DESCAPOTE
	FICHA PM-B2	MANEJO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL
	FICHA PM-B3	MANEJO DE FAUNA
	FICHA PM-B4	MANEJO DE LA REVEGETALIZACIÓN
	FICHA PM-B5	MANEJO DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Y ÁREAS SENSIBLES Y/O PROTEGIDAS
	FICHA PM-B6	MANEJO DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS, ENDÉMICAS, CON ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA, EN PELIGRO CRÍTICO O EN VEDA
	FICHA PM-B7	MANEJO DEL RECURSO HIDROBIOLÓGICO Y CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Tabla 0-38. Estructura plan de manejo medio socioeconómico

Medio	Nomenclatura	Programas y fichas de manejo
Socioeconómico	FICHA PMS-1	INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN SOCIAL Y COMUNITARIA Y MANEJO DE PQRS
	FICHA PMS-2	CAPACITACIÓN SOCIOAMBIENTAL AL PERSONAL VINCULADO AL PROYECTO
	FICHA PMS-3	EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN SOCIOAMBIENTAL A COMUNIDADES ALEDAÑAS AL PROYECTO
	FICHA PMS-4	APOYO AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN COMUNITARIA
	FICHA PMS-5	MANEJO DE AFECTACIONES A LA INFRAESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.9.2 Plan de seguimiento y monitoreo

El Plan de Seguimiento y Monitoreo tiene como objetivo verificar el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental consignadas en cada uno de los programas del Plan de Manejo Ambiental, con el fin de vigilar y validar la efectividad de dichos proyectos, e identificar potenciales oportunidades de mejora en las acciones planteadas. La estructura y contenido presentada sigue los lineamientos de los términos de referencia específicos

para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica TdR – 15 y los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA Proyectos de Sistemas de transmisión de energía eléctrica. TdR – 17. El contenido y descripción para cada una de las fichas de seguimiento y monitoreo propuestas se presentan a continuación en la Figura 0.9-1:

SMA-ABIÓTICO

- FICHA: SMA-1: SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL SUBPROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRENTE
- FICHA: SMA-2: SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL SUBPROGRAMA DE MANEJO DE PROCESOS EROSIVOS
- FICHA: SMA-3: SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL SUBPROGRAMA DE MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
- FICHA: SMA-4: SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL SUBPROGRAMA DE MANEJO PAISAJÍSTICO
- FICHA: SMA-5: MANEJO DE CUERPOS DE AGUA
- FICHA: SMA-6: SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL SUBPROGRAMA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
- FICHA: SMA-7: SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL RECURSO AIRE (RUIDO Y CALIDAD DEL AIRE)
- FICHA: SMA-8: SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS
- FICHA: SMA-9: SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DE CRUCES CON OTROS PROYECTOS
- FICHA: SMA-10: SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL SUBPROGRAMA DE MANEJO RECUPERACIÓN DE SUELOS

SMB- BIÓTICO

- FICHA SM-B1 SEGUIMIENTO A LA REMOCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y DESCAPOTE
- FICHA SM-B2 SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL APROVECHAMIENTO FORESTAL
- FICHA SM-B3 SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DE LA FAUNA
- FICHA SM-B4 SEGUIMIENTO Y MANEJO AL MANEJO DE LA REVEGETALIZACIÓN
- FICHA SM-B5 MANEJO Y SEGUIMIENTO DE LA CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Y ÁREAS SENSIBLES Y/O PROTEGIDAS
- FICHA SM-B6 SEGUIMIENTO AL MANEJO DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS, ENDÉMICAS, CON ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA, EN PELIGRO CRÍTICO O EN VEDA
- FICHA SM-B7 SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS Y LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

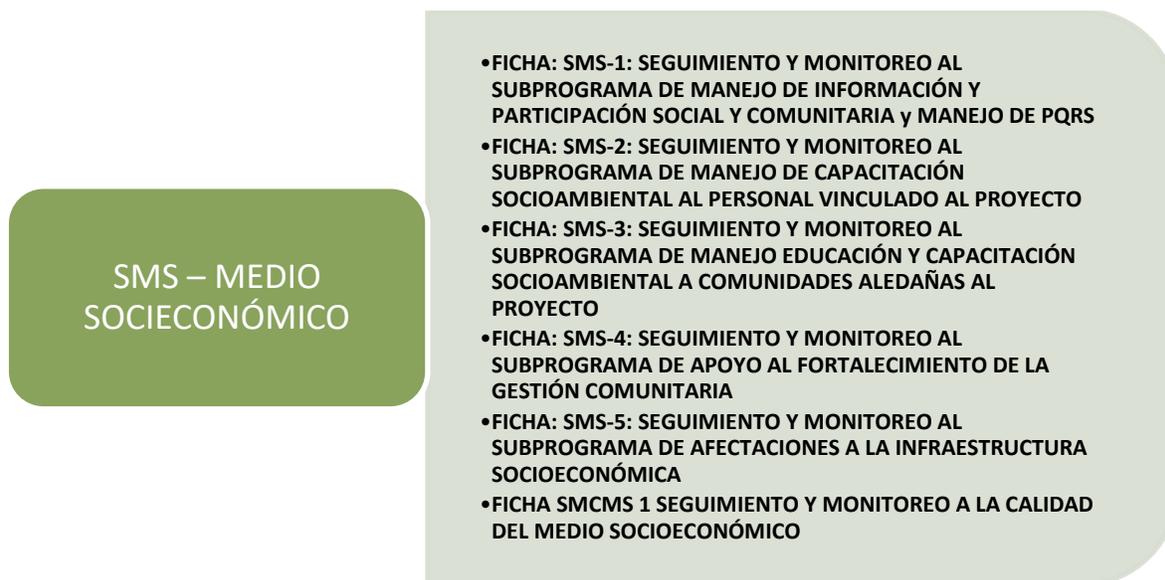


Figura 0.9-1 Organización de programa de seguimiento y monitoreo

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

0.9.3 Plan de gestión del riesgo

El Proyecto Fotovoltaico Shangri-La consiste en construir y operar un parque solar en los municipios de Ibagué y Piedras, departamento del Tolima, con su correspondiente línea de conexión a la subestación eléctrica Mirolindo del Sistema Interconectado Nacional (SIN). El parque tendrá una potencia instalada de 160 MW.

Las estrategias de la gestión del riesgo estarán orientadas a reducir las condiciones de riesgo y su posible afectación, para lo cual este PGR se desarrollaron dentro del marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012 del Congreso de la República de Colombia, el decreto 2157 del 20 de diciembre de 2017, los Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica y los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA Proyectos de Sistemas de transmisión de energía eléctrica (TDR – 17 acogidos mediante la Resolución 0075 del 18 de enero de 2018).

0.9.4 Plan de desmantelamiento y abandono

El plan de desmantelamiento y abandono tiene como principal objetivo definir las acciones que comprenderán la etapa post operativa que permitan el desmantelamiento de la infraestructura del parque fotovoltaico para generar energía eléctrica con una potencia instalada de 160 MWac; una subestación elevadora; y otras obras complementarias y la línea de conexión eléctrica con una capacidad de 230 kV y una longitud aproximada de 13,1 km, una vez finalizada la vida útil del parque estimada en 32,5 años, sin perjuicio de que, debido a las características de este tipo de instalaciones, se puede evaluar extender el período de funcionamiento.

El plan de desmantelamiento y abandono propone acciones encaminadas a retirar de forma ordenada, segura y limpia los componentes del proyecto; reparar los efectos causados por las diferentes actividades desarrolladas; y realizar la recuperación morfológica y paisajística del lugar; así como el diseño de un cronograma de desmantelamiento; y el establecimiento de un tiempo para el seguimiento a las medidas implementadas.

Durante la etapa post operativa se realizará el retiro de todas las estructuras construidas e instaladas en las etapas de construcción y operación del parque fotovoltaico y su línea de conexión, es decir, el desmantelamiento de los módulos fotovoltaicos, estructuras soportantes, sistema de cableado, seguidores, subestación eléctrica, línea de alta tensión, fundaciones, bodegas, oficinas, instalaciones sanitarias, etc. Además, se retirarán todos los elementos de desecho y se enviarán a un lugar autorizado para reciclaje o disposición final, según corresponda.

0.9.5 Otros planes y programas

0.9.5.1 Plan de Inversión del 1%

La inversión de no menos del 1% del valor de los costos de ejecución de cualquier proyecto sujeto a licenciamiento ambiental, es un instrumento económico establecido en el código de los recursos naturales y la Ley 99 de 1993 consistente en un recaudo

causado a cualquier proyecto que involucre en su ejecución el uso del recurso hídrico tomado directamente de fuentes naturales. Bajo este marco, la inversión del 1% aplica en los casos en los que un proyecto cumpla con dos condiciones: 1) Requerir licencia ambiental y 2) Hacer uso de agua proveniente de fuentes naturales sean estas superficiales o subterráneas, de acuerdo con el Decreto 2099 de 2016.

Para la ejecución del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La se requerirá del uso del recurso hídrico en su etapa de construcción y operación, tanto para usos domésticos como industriales (ver Capítulo 3). Sin embargo, para obtener el agua necesaria para la construcción y operación No se contempla el uso o solicitud concesiones de aguas superficiales o subterráneas; en su lugar, se acudirá a la compra de agua en bloque, que será obtenida a través de terceros autorizados, que cuenten con las licencias y permisos vigentes y aplicables (e.g. IBAL S.A. E.S.P; ver ANEXO E), como un tipo de servicio que han reconocido en el decreto 302 de 2000, por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

Por lo expuesto previamente, se concluye que, para el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La **No aplica el Programa de Inversión del 1%.**

0.9.5.2 Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad

La determinación, cuantificación y asignación de las compensaciones abordara cuatro (4) aspectos fundamentales, así: i) qué compensar, mediante el cual se identifican los ecosistemas que se verán impactados, ii) cuánto compensar, en términos de área al alcanzar con las medidas de compensación; iii) dónde compensar, con referencia a los ecosistemas equivalentes y sitios en los que se desarrollarán las actividades de compensación y iv) cómo compensar, es decir la definición del tipo de acciones, modos y mecanismos con los cuales se desarrollará la compensación.

De acuerdo con lo anterior, el área que se verá impactada o afectada por el proyecto para será de 260,39 hectáreas, teniendo en cuenta los atributos ecosistémicos

identificados en el capítulo 7.5 de aprovechamiento forestal del estudio de impacto ambiental, en donde se presenta los dos biomas de interferencia: Orobioma Subandino Chaparral y Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande. Una vez definida el área a impactar, se calculó con el factor multiplicador del Listado Nacional de Factores de compensación (Anexo 2 – Resolución 0256 de 2018) el cuanto compensar el cual es de 83,08 hectáreas. Teniendo en cuenta que se propone acciones de compensación sobre los ecosistemas naturales y transformados tales como, Bosques de galería, Vegetación secundaria alta, Vegetación secundaria baja, Pastos arbolados, Pastos enmalezados, Arroz, entre otras.

Las compensaciones se dirigieron a conservar áreas ecológicamente equivalentes a las impactadas, en lugares que presentaran la mejor oportunidad de conservación, por tanto, se realizó un análisis preliminar del ámbito geográfico donde se emplazará el proyecto, teniendo en cuenta los lugares priorizados según los criterios de equivalencia: bioma, subzona hidrográfica y áreas enmarcadas en el Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales –REAA- identifica y prioriza ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, con excepción de las áreas protegidas registradas en el Registro Único Nacional de Área Protegidas (RUNAP), en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos y/o instrumentos orientados a la conservación. Las acciones de compensación para alcanzar la equivalencia ecológica más acorde, según las condiciones socio ecológicas del área y uso potencial del suelo, corresponden a herramientas de manejo de paisaje y uso sostenible enmarcadas en proyectos silvopastoriles y agroforestales en áreas afectadas por actividades agrícolas y pecuarias en el batolito de Ibagué que contribuyan con el mejoramiento de la conectividad funcional, generen alternativas económicas a las comunidades beneficiadas y contribuya a la recuperación ambiental de la región.

0.10 Costo total estimado del proyecto

La Tabla 0-39 y Tabla 0-40 presenta la proyección los costos generales de las fases de construcción y operación, por el tiempo de vida útil del Proyecto. Los costos puntuales de las obras a ejecutar dependerán del tipo de obra, su magnitud, el tiempo de ejecución y la disponibilidad de recursos requeridos, físicos, humanos y tecnológicos, entre otros.

Tabla 0-39 Costos de inversión

ITEM	PRECIO EN COP \$
Equipos principales (módulos, inversores) y BOS (Balance of System incluye el resto de la planta fotovoltaica)	403.911.120.000
Interconexión	33.835.275.282
Desarrollo	4.200.000.000
Gestión de construcción	1.600.000.000
Otros	13.132.391.858
TOTAL	456.678.787.140

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Tabla 0-40 Costos de operación

ITEM	PRECIO EN COP \$
Coste anual operación y mantenimiento	2.985.222.900
Coste total operación y mantenimiento 32,5 años	95.527.132.800

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Sumatoria de costos de construcción y operación: **COP \$ 552.205.919.940**

0.11 Costo total aproximado de la implementación del PMA

En la Tabla 0-41 se presentan el costo total aproximado de la implementación del PMA, según lo definido en el Capítulo 10.1.1.

Tabla 0-41. Costo total aproximado de la implementación del PMA, según lo definido en el capítulo 10.1.1

MEDIO	NOMENCLATURA	PROGRAMAS Y FICHAS DE MANEJO	COSTO
Abiótico	FICHA AB-01	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE	\$60.000.000
	FICHA AB-02	MANEJO DE PROCESOS EROSIVOS	\$24.000.000
	FICHA AB-03	MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	Los costos se encuentran dentro de la Ficha AB-01 y AB-02.
	FICHA AB-04	MANEJO PAISAJÍSTICO	\$70.100.000
	FICHA AB-05	MANEJO DE CUERPOS DE AGUA	\$1.039.000.000
	FICHA AB-06	MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO	\$29.000.000
	FICHA AB-07	MANEJO DEL RECURSO AIRE	\$15.000.000
	FICHA AB-08	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	\$3.303.600
	FICHA AB-09	MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS	\$14.700.000
	FICHA AB-10	MANEJO DE CRUCES CON OTROS PROYECTOS	\$6.300.000
	FICHA AB-11	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS	\$45.000.000
TOTAL MEDIO ABIÓTICO			\$ 1.306.403.600
Biótico	FICHA PM-B1	MANEJO DE REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y DESCAPOTE	\$5.700.000
	FICHA PM-B2	MANEJO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL	\$167.486.000
	FICHA PM-B3	MANEJO DE FAUNA	\$88.371.000
	FICHA PM-B4	MANEJO DE LA REVEGETALIZACIÓN	\$62.190.300
	FICHA PM-B5	MANEJO DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Y ÁREAS SENSIBLES Y/O PROTEGIDAS	\$1.020.000
	FICHA PM-B6	MANEJO DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS, ENDÉMICAS, CON ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA, EN PELIGRO CRÍTICO O EN VEDA	\$306.397.912
	FICHA PM-B7	MANEJO DEL RECURSO HIDROBIOLÓGICO Y CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL	\$75.988.000
TOTAL MEDIO BIÓTICO			\$ 707.153.212
Socioeconómico	FICHA PMS-1	INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN SOCIAL Y COMUNITARIA Y MANEJO DE PQRS	\$ 78.800.000
	FICHA PMS-2	CAPACITACIÓN SOCIOAMBIENTAL AL PERSONAL VINCULADO AL PROYECTO	\$14.000.000
	FICHA PMS-3	EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN SOCIOAMBIENTAL A COMUNIDADES ALEDAÑAS AL PROYECTO	\$35.000.000

Tabla 0-42. Cronograma general estimado de ejecución del PMA

Medio	Nomenclatura	Programas y fichas de manejo	Actividad	AÑOS															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	... 32,5				
Abiótico	FICHA AB-01	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRENTE	ACTIVIDADES TRANSVERSALES																
			FASE PRECONSTRUCTIVA																
			FASE CONSTRUCTIVA																
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																
	FICHA AB-02	MANEJO DE PROCESOS EROSIVOS	ACTIVIDADES TRANSVERSALES																
			FASE PRECONSTRUCTIVA																
			FASE CONSTRUCTIVA																
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																
	FICHA AB-03	MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES																
			FASE PRECONSTRUCTIVA																
			FASE CONSTRUCTIVA																
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																
	FICHA AB-04	MANEJO PAISAJÍSTICO	ACTIVIDADES TRANSVERSALES																
			FASE PRECONSTRUCTIVA																
			FASE CONSTRUCTIVA																
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																
	FICHA AB-05	MANEJO DE CUERPOS DE AGUA	ACTIVIDADES TRANSVERSALES																

Medio	Nomenclatura	Programas y fichas de manejo	Actividad	AÑOS												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	... 32,5	
			FASE PRECONSTRUCTIVA													
			FASE CONSTRUCTIVA													
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
	FICHA AB-06	MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO	ACTIVIDADES TRANSVERSALES													
			FASE PRECONSTRUCTIVA													
			FASE CONSTRUCTIVA													
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
	FICHA AB-07	MANEJO DEL RECURSO AIRE	ACTIVIDADES TRANSVERSALES													
			FASE PRECONSTRUCTIVA													
			FASE CONSTRUCTIVA													
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
	FICHA AB-08	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	ACTIVIDADES TRANSVERSALES													
			FASE PRECONSTRUCTIVA													
			FASE CONSTRUCTIVA													
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
	FICHA AB-09	MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS	ACTIVIDADES TRANSVERSALES													
FASE PRECONSTRUCTIVA																

Medio	Nomenclatura	Programas y fichas de manejo	Actividad	AÑOS														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	... 32,5			
			FASE CONSTRUCTIVA															
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
	FICHA AB-10	MANEJO DE CRUCES CON OTROS PROYECTOS	ACTIVIDADES TRANSVERSALES															
			FASE PRECONSTRUCTIVA															
			FASE CONSTRUCTIVA															
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
	FICHA AB-11	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS	ACTIVIDADES TRANSVERSALES															
			FASE PRECONSTRUCTIVA															
			FASE CONSTRUCTIVA															
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
	Biótico	FICHA PM-B1	MANEJO DE REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y DESCAPOTE	ACTIVIDADES TRANSVERSALES														
				FASE PRECONSTRUCTIVA														
FASE CONSTRUCTIVA																		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																		
FICHA PM-B2		MANEJO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL	ACTIVIDADES TRANSVERSALES															
			FASE PRECONSTRUCTIVA															
			FASE CONSTRUCTIVA															
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															

Medio	Nomenclatura	Programas y fichas de manejo	Actividad	AÑOS												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	... 32,5	
	FICHA PM-B3	MANEJO DE FAUNA	ACTIVIDADES TRANSVERSALES													
			FASE PRECONSTRUCTIVA													
			FASE CONSTRUCTIVA													
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
	FICHA PM-B4	MANEJO DE LA REVEGETALIZACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES													
			FASE PRECONSTRUCTIVA													
			FASE CONSTRUCTIVA													
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
	FICHA PM-B5	MANEJO DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Y ÁREAS SENSIBLES Y/O PROTEGIDAS	ACTIVIDADES TRANSVERSALES													
			FASE PRECONSTRUCTIVA													
			FASE CONSTRUCTIVA													
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
FICHA PM-B6	MANEJO DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS, ENDÉMICAS, CON ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA, EN PELIGRO CRÍTICO O EN VEDA	ACTIVIDADES TRANSVERSALES														
		FASE PRECONSTRUCTIVA														
		FASE CONSTRUCTIVA														
		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO														
FICHA PM-B7	MANEJO DEL RECURSO HIDROBIOLÓGICO Y	ACTIVIDADES TRANSVERSALES														
		FASE PRECONSTRUCTIVA														

Medio	Nomenclatura	Programas y fichas de manejo	Actividad	AÑOS														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	... 32,5			
		CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL	FASE CONSTRUCTIVA															
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
Socioeconómico	FICHA PMS-1	INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN SOCIAL Y COMUNITARIA Y MANEJO DE PQRS	ACTIVIDADES TRANSVERSALES															
			FASE PRECONSTRUCTIVA															
			FASE CONSTRUCTIVA															
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
	FICHA PMS-2	CAPACITACIÓN SOCIOAMBIENTAL AL PERSONAL VINCULADO AL PROYECTO	ACTIVIDADES TRANSVERSALES															
			FASE PRECONSTRUCTIVA															
			FASE CONSTRUCTIVA															
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
	FICHA PMS-3	EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN SOCIOAMBIENTAL A COMUNIDADES ALEDAÑAS AL PROYECTO	ACTIVIDADES TRANSVERSALES															
			FASE PRECONSTRUCTIVA															
			FASE CONSTRUCTIVA															
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
	FICHA PMS-4	APOYO AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN COMUNITARIA	ACTIVIDADES TRANSVERSALES															
			FASE PRECONSTRUCTIVA															
			FASE CONSTRUCTIVA															
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															

Medio	Nomenclatura	Programas y fichas de manejo	Actividad	AÑOS												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	... 32,5	
	FICHA PMS-5	MANEJO DE AFECTACIONES A LA INFRAESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA	ACTIVIDADES TRANSVERSALES													
FASE PRECONSTRUCTIVA																
FASE CONSTRUCTIVA																
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																

0.14 Desmantelamiento y abandono

El resumen relacionado con el desmantelamiento y abandono fue presentando previamente en el numeral 0.9.4.

0.15 Superposición y coexistencia de proyectos

De conformidad con el Decreto 1076 de 2015, específicamente lo estipulado en el Capítulo 3 Licencias Ambientales, sección 6 Trámite para la obtención de la licencia ambiental, artículo 2.2.2.3.6.4, se presenta en el Capítulo 12 el análisis de la coexistencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La con los proyectos licenciados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, especificando cuales de ellos, si bien se encuentran dentro del área de influencia físico-biótica no se superponen con el área de intervención efectiva del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La (Ver Tabla 0-43) y cuales efectivamente se yuxtaponen con el área en la cual se ejecutarán las actividades y obras propias del Proyecto fotovoltaico (i.e. área de intervención; Ver Tabla 0-44).

Para la superposición concreta identificada entre el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La y el proyecto de Construcción doble calzada variante Picaleña (expediente LAM4205), se

demonstró la gestión realizada previamente por OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S E.S.P que garantiza la coexistencia de los dos proyectos (ANEXO H.2), estableciendo el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta.

Tabla 0-43 Proyectos con licencia ambiental identificados en el área de influencia físico-biótica del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

EXPEDIENTE	SECTOR	OPERADOR	NOMBRE DEL PROYECTO	ACTO ADMINISTRATIVO	
				Número	Fecha
LAM0022	Hidrocarburos	Hocol S.A.	Oleoducto del Valle del Magdalena Tenay Vasconia Coveñas	136	03/02/1989
LAM0069	Hidrocarburos	Sociedad Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P.	Operación y Mantenimiento Gasoducto Centro Oriente - GCO	778	26/07/1995
LAM0170	Hidrocarburos	Empresa Colombiana De Petróleos – Ecopetrol S.A. y CENIT Transporte Y Logística De Hidrocarburos S.A.S	Poliducto Gualanday Natagaima (Cruce Rio Saldaña)	284	08/09/1994
LAM0304	Energía	Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. ISA	Línea de Interconexión eléctrica Betania-Mirolindo	1235	15/11/1996
LAM2537	Hidrocarburos	Frontera Energy Colombia Corp. Sucursal Colombia	Bloque Exploratorio Buganviles	164	13/02/2004

Fuente: Adaptado de radicado ANLA No. 2021218132-2-000 del 7 de octubre de 2021

Tabla 0-44 Proyectos con licencia ambiental superpuestos con el área de intervención del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

EXPEDIENTE	SECTOR	OPERADOR	NOMBRE DEL PROYECTO	ACTO ADMINISTRATIVO	
				Número	Fecha
LAM4205	Infraestructura	Concesionaria San Rafael	Construcción Doble Calzada Variante de Picalaña del Proyecto Vial Girardot - Ibagué – Cajamarca.	1763	09/10/2008

Fuente: Adaptado de comunicado ANLA No. 2021218132-2-000, 2021.

En este contexto, es importante tener en cuenta que, si bien el comunicado de la ANLA No. 2021218132-2-000 del 7 de octubre de 2021 (ANEXO H.6), menciona también como superpuestos los expedientes LAM4121, LAM4750, LAV0009-00-2021, LAV0018-00-2021, LAV0045-00-2019 y LAV0084-00-2015, estos no se incluyen dentro del análisis realizado en este capítulo, puesto que, solo el área de influencia del medio socioeconómico se traslapa con estos proyectos, sin que las áreas de influencia físico-biótica y de intervención tengan alguna relación espacial directa con estos proyectos.

La trazabilidad de las comunicaciones enviadas y recibidas en el contexto de la superposición y coexistencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La con otros proyectos licenciados, se presenta completa en el ANEXO H.4 y ANEXO B.2 OTRAS COMUNICACIONES / SUPERPOSICIÓN.

0.16 Bibliografía

La bibliografía o referencias de la literatura y fuentes secundarias citadas en cada capítulo del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se consolidan en un único texto integrado en el Capítulo 11.