REPÚBLICA DE COLOMBIA

Libertad y Orden

371.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

AUTO No. 371

(18 JUL 2016)

"Por medio del cual se solicita información adicional"

LA DIRECCIÓN DE BOSQUES, BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL MINISTERIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS

En ejercicio de las funciones asignadas por el Decreto 3570 del 27 de octubre de 2011 y las delegadas mediante Resolución No. 0053 del 24 de enero de 2012 y,

CONSIDERANDO

Que mediante oficio con radicado No. 4120-E1-1081 del 15 de enero de 2016, la empresa **ISAGEN S.A. E.S.P** con NIT 811000740-4, en el marco del trámite de evaluación de solicitud de sustracción temporal iniciado a través del Auto 084 de 2014, remite a este Ministerio la información adicional requerida, manifestando que es necesario adicionar a la anterior solicitud de sustracción temporal para el desarrollo del proyecto Geotérmico del macizo volcánico del Nevado del Ruiz, una la solicitud de la sustracción definitiva en lo que respecta con la plataforma 1 del proyecto, de acuerdo con los estudios de pre-factibilidad avanzada del mismo, efectuado por la empresa de consultoría contratada por el peticionario de la sustracción.

Que mediante Auto No 038 de 15 de febrero de 2016, el Ministerio de Desarrollo Sostenible se modificó el Auto 084 del 7 de marzo de 2014, a través de la cual se dio inicio a la evaluación de una solicitud de sustracción de áreas ubicadas en la Reserva Forestal Central establecida mediante en la Ley 2ª de 1959, en el sentido de incluir a la evaluación la solicitud de sustracción definitiva.

FUNDAMENTOS TECNICOS

La Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en ejercicio de la función establecida en el numeral 3º del artículo 16 del Decreto – Ley 3570 de 2011, elaboró Concepto Técnico No 036 del 10 de junio de 2016, a través del cual se evaluó la información técnica presentada por la empresa **ISAGEN S.A. E.S.P.**

El referido concepto técnico establece:

"(...)

"Por medio del cual se solicita información adicional"

2. INFORMACIÓN TÉCNICA PRESENTADA

A continuación se presenta la información contenida en el documento "PROYECTO GEOTÉRMICO MACIZO VOLCÁNICO DEL RUIZ", radicado ante esta Dirección mediante oficio 4120-E1-1081 del 15 de enero de 2016, con el fin de solicitar la sustracción definitiva de un área denominada como "Plataforma 1" en el marco del proyecto Geotérmico del Macizo Volcánico del Ruiz.

*"**INTRODUCCIÓN***

El objetivo del Proyecto es la exploración y uso del recurso geotérmico identificado en el campo geotérmico en el sector conocido como Botero-Londoño, localizado en la ladera noroccidental del Macizo Volcánico del Ruiz, por fuera del Parque Nacional Natural Los Nevados, en el municipio de Villamaría, departamento de Caldas, para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, contribuyendo a la disminución de la presión sobre los recursos naturales no renovables como los combustibles fósiles y a la disminución del cambio climático.

El Proyecto comprende la ejecución de las actividades de perforación exploratoria, la perforación de los pozos de producción y reinyección; la construcción de la planta de generación, de la línea de conexión y de la infraestructura de servicios asociada; la generación de energía y el mantenimiento del campo geotérmico y el abandono y cierre del Proyecto. Las obras contempladas dentro del campo geotérmico y una longitud de 9,3 km aproximadamente de la línea de conexión, se encuentran dentro de la denominada "Reserva Forestal Central". Las obras mencionadas se encuentran enmarcadas en una envolvente de 93,35 ha

IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD CONSIDERADA DE UTILIDAD PÚBLICA E INTERÉS SOCIAL

El objetivo del Proyecto es la exploración y uso del recurso geotérmico identificado en el campo geotérmico en el sector conocido como Botero-Londoño, localizado en la ladera noroccidental del Macizo Volcánico del Ruiz, por fuera del Parque Nacional Natural Los Nevados, en el municipio de Villamaría, departamento de Caldas, para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, contribuyendo a la disminución de la presión sobre los recursos naturales no renovables como los combustibles fósiles y a la disminución del cambio climático.

En el país, las principales fuentes de producción de energía eléctrica la constituyen los recursos hídricos, seguida por el aprovechamiento de la energía térmica basada en el uso de combustibles como el gas y el carbón. Igualmente, el país cuenta con otras fuentes renovables de energía, entre ellas la geotermia, que se puede desarrollar y aprovechar de acuerdo con los siguientes objetivos:

- *Incorporar nuevas tecnologías de generación de energía con fuentes renovables*
- *Ampliar la cobertura y mejorar la confiabilidad del suministro de energía*
- *Impulsar el desarrollo regional y local*
- *Contribuir a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y por consiguiente del cambio climático.*

El Proyecto pretende determinar la viabilidad del aprovechamiento del potencial geotérmico del Macizo Volcánico del Ruiz por medio de la perforación de producción y la construcción de una planta de generación.

Es importante destacar que desde junio de 2015, el Proyecto Geotérmico Macizo Volcánico del Ruiz se encuentra inscrito en el registro de proyectos de generación de la UPME en la fase 1 (Comunicación UPME 20151500021511, ISAGEN R2015-024195), esto representa un hito importante dado que es el primer proyecto geotérmico inscrito en el país. El registro de proyectos de generación de la UPME es un insumo fundamental para la planeación del

"Por medio del cual se solicita información adicional"

desarrollo y expansión del sistema eléctrico colombiano, por esta razón el Proyecto Geotérmico Macizo Volcánico del Ruiz ha sido incluido en algunos escenarios de energía del Plan de Expansión de Referencia Generación y Transmisión 2015-2029. De esta manera la UPME ha visto en la energía geotérmica una opción para diversificar la matriz energética, lo que permitirá darle confiabilidad al sistema eléctrico colombiano.

Adicionalmente, el Proyecto Geotérmico Macizo Volcánico del Ruiz ostenta todas las condiciones para postularse y convertirse en un Mecanismo de Desarrollo Sostenible (MDL), de acuerdo con las metodologías y exigencias de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) y en general para optar en transar en los mercados de carbono las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se demuestren con la generación de energía de este Proyecto.

LOCALIZACIÓN

Las fases 4, 5, 6 y 7 del Proyecto se desarrollarán al norte de la zona B, en el área de la Plataforma 1, predio Botero-Londoño, jurisdicción del municipio de Villamaría, denominado campo geotérmico Botero-Londoño.

Las obras principales para el desarrollo del campo geotérmico (plataformas de perforación y reinyección, sistema de recolección y reinyección de fluidos geotérmicos y planta de generación) estarán concentradas en la vereda El Páramo del municipio de Villamaría, mientras que la línea de conexión de energía comprende un corredor de aproximadamente 18,7 km que se extiende desde la planta de generación hasta la subestación La Enea en la vereda La Florida, municipio de Villamaría.

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El Proyecto Geotérmico Macizo Volcánico del Ruiz comprende, para el campo geotérmico Botero-Londoño (P1), la ejecución de las actividades de perforación exploratoria, la perforación de los pozos de producción y reinyección; la construcción de la planta de producción, de la línea de conexión y de la infraestructura de servicios asociada; la generación de energía y el mantenimiento del campo geotérmico, y el abandono y cierre.

El acceso a la zona donde se desarrollará el Proyecto, se realiza a través de la carretera Villamaría – Vereda Papayal – Los Alpes, para lo cual se deben recorrer 30 km. Esta es una vía terciaria según la clasificación del INVIAS.

La vía presenta un ancho promedio de 4,5 m, menor al requerido para el Proyecto; igualmente, presenta radios menores a 30 m y tramos con pendientes que superan el 12%.

Para las vías existentes, los criterios evaluados de mayor relevancia para contemplar una intervención son:

- *Velocidad de diseño: 20 km/h*
- *Ancho de banca: 6 m*
- *Radio mínimo en curvas horizontales: 30 m*

Existe también un carreteable entre la vía antes mencionada, cerca al punto denominado Los Alpes y la zona del área de la planta de generación, éste es usado sólo para transporte en semovientes o uso peatonal, su trazado no cumple con el ancho de calzada, con radios mínimos, ni con las pendientes máximas para el tránsito de vehículos. Su superficie de rodadura está totalmente deteriorada. Este carreteable fue aprovechado en algunos sitios para el diseño de la nueva vía.

Fases y actividades del Proyecto.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Fase	**Descripción**
Fase 1 - Factibilidad Básica	*Factibilidad Básica para Generación de Energía Geotérmica en Colombia. Evaluación de zonas potenciales para producción geotérmica, priorización de las zonas para una central de 50 MW. (USTDA, INGEOMINAS, BPC).*
Fase 2 - Estudios de investigación complementarios	• *Toma de fotografías aéreas, elaboración de ortofotos, restitución planimétrica y altimétrica en los Departamentos de Caldas y Risaralda, según poligonales de las Zonas A y B definidas por ISAGEN. (ISAGEN, FAL. 2010)* • *Modelación del sistema hidrotermal magmático en áreas con potencial geotérmico localizadas en el flanco noroccidental del volcán nevado del Ruiz (ISAGEN, UNAL, INGEOMINAS, COLCIENCIAS, BID).* • *Estudio de Prefactibilidad del Campo Geotérmico del Macizo Volcánico del Ruiz (BID/FCJ, NIPPON KOEI, GEOTHERMAL E, INTEGRAL. 2010-2012).* • *Modelación de la estructura resistiva del subsuelo a partir de sondeos magnetotelúricos, en áreas geotérmicas de Colombia (ISAGEN, INGEOMINAS, COLCIENCIAS, BID, CIF. 2011-2012).* • *Asesoría para la planeación y el acompañamiento de las perforaciones exploratorias (ISAGEN, BID, West JEC, 2013-2015)* • *Validación y complementación de un modelo geotérmico conceptual mediante técnicas de magnetotelúrica. (BID/GEF, UNAL, LaGeo. 2013-2014)* • *Estudio de Pre-factibilidad avanzada para el desarrollo del campo geotérmico Botero – Londoño MVR, Colombia (West JEC, JBIC, 2015).* • *Estudio de conexión del Proyecto al SIN (IEB, 2015)*
Fase 3 - Perforación exploratoria	*Perforación de pozos exploratorios (2 a 3 km de profundidad).* • *Evaluación del yacimiento.* • *Estudio de factibilidad técnica y económica del Proyecto.*
Fase 4 - Perforación de pozos de producción y reinyección	*Perforación de pozos de producción (incluye los pozos exploratorios convertidos a pozos de producción) y pozos de reinyección (2 a 3 km de profundidad).*
Fase 5 - Construcción de la planta	*Construcción de la planta de generación, sistema de recolección y reinyección de fluidos, y conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN).*
Fase 6 - Generación de energía	*Comprende la operación del campo geotérmico y de la línea de conexión, así como las actividades de mantenimiento.*
Fase 7 - Cierre y abandono	*Clausura de pozos de producción y reinyección, desmantelamiento de instalaciones, recuperación de áreas intervenidas y abandono.*

Fase 3 – Perforación Exploratoria

Para la evaluación detallada del recurso geotérmico y para la planificación práctica de las instalaciones de la planta de generación de energía, se perforarán en el campo geotérmico Botero-Londoño cinco (5) pozos exploratorios y se llevarán a cabo pruebas de producción durante la fase de perforación exploratoria del Proyecto.

Corredores de acceso: Las diferentes vías de acceso, tanto existentes como nuevas, a las plataformas de perforación, a la planta de generación y a la plataforma de reinyección del Proyecto fueron planteadas para una velocidad de diseño 20 km/h y un vehículo de diseño tracto camión 3S2.

El ancho de calzada es de 4 m, en material de afirmado, sobre ancho de 2 m sobre las curvas que tengan un delta mayor a 120° y radio menor de 35 m teniendo como ancho de la calzada de 6 m y una transición de 20 m tanto en la entrada como la salida de dichas curvas.

Criterios de diseño

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Criterio		**Valor**
Velocidad de diseño		20 km/h
Tipo de terreno		Escarpado
Tipo de carretera		Terciaria
Clase de pavimento		Afirmado
Ancho de carril		2,0 m
Bombeo		+3,0%/-3,0%
Peralte máximo		6,0%
Radio mínimo en curva		30 m
Tipo de curvas		Circulares
Sobreancho		2 m
Pendiente longitudinal	Máxima	12%
	Mínima	0,5%
Longitud de curva vertical mínima		20 m
Talud de corte		0,75H:1V*
Talud de lleno		1,5H:1V*

USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES PARA EL PROYECTO.

Aguas Superficiales: Para el abastecimiento de agua para el campo geotérmico Botero-Londoño (P1), durante las diferentes fases del Proyecto, se tiene prevista la captación de aguas superficiales del río Claro y de las quebradas El Billar y Las Nereidas. No se requiere captación de aguas superficiales para las obras asociadas a la línea de conexión.

A continuación se describe la demanda de agua en cada una de las fases del Proyecto y se identifican las fuentes de abastecimiento.

Demanda de agua del Proyecto

- *Uso doméstico: Para las fases 3, 4 y 5 del Proyecto se prevé la utilización de baños portátiles en las plataformas y frentes de obra, no se contará con campamento y los alimentos serán preparados por el proveedor fuera del área de intervención, el agua para hidratación del personal será suministrada por medio de botellones. Considerando lo anterior no se requiere captación de agua para consumo.Para la fases 6 y 7 del Proyecto, el agua requerida para consumo humano y doméstico, con base en una dotación de 150 l/hab-día (RAS B.2.4, nivel de complejidad alto) y para una población máxima de 100 personas, se estima en 15 m3/día (0,17 l/s).*

- *Uso industrial: El agua para uso industrial se destina principalmente a la operación de plataformas de perforación, y en menor proporción a la construcción de obras civiles, y al control de emisiones atmosféricas.*

  El agua necesaria para las actividades de construcción de la línea de conexión será suministrada en carro-tanque, razón por la cual no se considera en la demanda de agua del Proyecto. Así mismo, no se requiere agua para la operación de la planta de generación, de la estación de separación ni de la línea de conexión.

- *Operación de plataformas de perforación: En las plataformas de perforación se requiere agua principalmente para el lavado de equipos y maquinaria y para la perforación de pozos.*

- *Lavado de maquinaria y equipo: El lavado de equipos y maquinaria se llevará a cabo con mayor frecuencia durante las fases 3, 4 y 5 del Proyecto. Estas actividades se realizarán en zonas adecuadas para tal fin en el área de las plataformas.*

  Para el cálculo de la demanda de agua para lavado de maquinaria y equipo se asume que el caudal que sale por una llave convencional es de 0,32 l/s y se estima que cada día se lavarán maquinaria y equipos durante tres (3) horas, de esta forma el caudal demandado es de 3,5 m3/d (0,04 l/s).

"Por medio del cual se solicita información adicional"

- *Perforación de pozos: En las fases 3, 4 y 6, se requiere el suministro de agua para la perforación de pozos (de exploración, de producción, de reinyección y de reposición). El consumo de agua para esta actividad varía según el avance de la perforación llegando al consumo máximo durante la última semana, cuando se finalice el pozo y se adelanten las pruebas de producción.*

  La variabilidad de los requerimientos de agua a lo largo de la perforación, la localización geográfica de las plataformas, el programa de perforación que contempla la realización de un pozo a la vez y el bajo caudal requerido para el lavado de maquinaria y equipo, se solicita para el abastecimiento de las plataformas de perforación un caudal de 10 l/s en dos puntos de captación, uno localizado sobre la quebrada Las Nereidas y otro sobre el Río Claro.

- *Obras civiles: Se estima que para los usos asociados a la construcción de obras civiles, durante las fases 3, 4 y 5 del Proyecto, especialmente en el área de generación se debe contar con una disponibilidad de 30 m3/d (0,35 l/s) para actividades como lubricación de perforaciones de cimentación y acabados de superficie. Para ello, se solicita la captación de 0,35 l/s de la quebrada El Billar.*

- *Control de emisiones atmosféricas: Es necesaria la humectación de las vías de acceso, durante las fases 3, 4 y 5 del Proyecto, para evitar la emisión de material particulado. La humectación se realizará a través de carro tanque o camión cisterna. Se estima que debe realizarse riego tres veces en el día en época seca.*

  Para la estimación del caudal necesario para humectación se asume una velocidad de circulación del vehículo de riego de 10 km/h; estos vehículos están equipados con una flauta de 3,5 m con un mínimo de 10 orificios, cada uno de los cuales entrega un caudal de 0,30 l/s, en total la capacidad de riego del vehículo es de 3,0 l/s. Por tanto, para una longitud de vías de acceso de 5,3 km el agua requerida para la humectación es de 17,1 m3/d (0,20 l/s).

Captaciones de aguas superficiales

Punto	**Coordenadas polígono de captación***		**Fuente hídrica**	**Caudal medio de la fuente (l/s)**	**Caudal captación (l/s)**	**Uso**
	X	**Y**				
C1	851.573	1.034.695	Q. Las Nereidas	580	0,17	Doméstico
					10	Industrial: operación de plataformas de perforación
					0,2	Industrial: control de emisiones atmosféricas
C2	848.672	1.033.861	Río Claro	870	10	Industrial: operación de plataformas de perforación
					0,2	Industrial: control de emisiones atmosféricas
C3	849.133	1.033.787	Quebrada El Billar	40	0,35	Industrial: construcción de obras civiles
					0,2	Industrial: control de emisiones atmosféricas

Aguas subterráneas: Para el desarrollo del Proyecto no se requiere el aprovechamiento de aguas subterráneas.

Vertimientos: Durante las diferentes fases del Proyecto, se generarán aguas residuales domésticas en los frentes de trabajo del Proyecto, por lo que se plantea conducir todos los efluentes domésticos generados a una única planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y la descarga de un único vertimiento de tipo doméstico.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

El manejo de aguas de perforación, talleres y lavado de maquinaria, en las plataformas de perforación A, B, C y R, durante las fases 3, 4 y 6 del Proyecto se realizará mediante recirculación, razón por la cual no se generarán vertimientos de tipo industrial.

Es importante anotar que durante la construcción y operación de la línea de conexión no se generarán vertimientos.

Diseños preliminares y procedimientos constructivos

Obras de cruce: Para el cruce de cuerpos de agua del Proyecto se han diseñado alcantarillas de cajón y alcantarillas circulares. No se considera necesaria la utilización de puentes y pontones considerando los caudales de los drenajes a intervenir.

Aprovechamiento Forestal: La construcción de las obras asociadas al Proyecto Geotérmico – Complemento EIA, implica un área de ocupación de 71,18 ha de las cuales 53,94 ha se encuentran en el área de sustracción, representadas por las coberturas de pastos limpios, vegetación secundaria, bosque denso y plantación forestal.

Área de ocupación del Proyecto por cobertura en el área de sustracción

Cobertura	**Área (ha)**
Bosque denso	*4,12*
Pastos limpios	*45,29*
Plantación forestal	*2,99*
Vegetación secundaria o en transición	*1,54*
Total	***53,94***

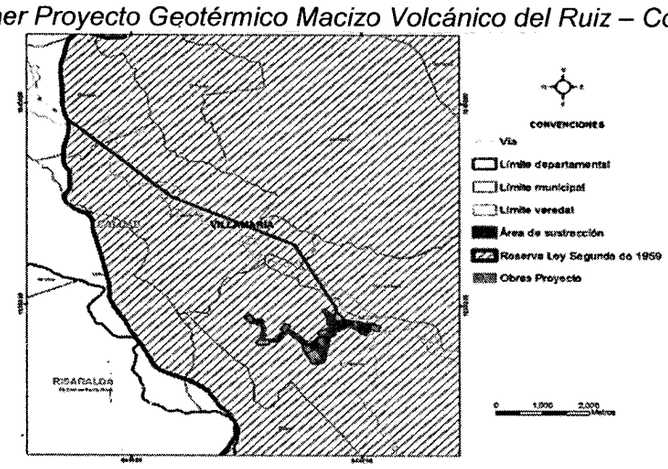
Residuos Sólidos: Durante las diferentes fases del Proyecto se generarán diferentes tipos de residuos, que según sus características, pueden ser manejados de tal manera que se logre su aprovechamiento o se garantice su adecuada disposición final, pretendiendo minimizar los impactos generados sobre las personas y el ambiente.

ÁREA SOLICITADA A SUSTRAER

Las áreas a ocupar están definidas por las plataformas A, B, C y R, la planta de generación de energía, la estación de separación, el campamento, las ZODME, la vía de acceso nueva y una sección de la línea de conexión.

La totalidad del Campo Geotérmico, las vías de acceso a las diferentes plataformas y una sección de 9,3 kilómetros aproximadamente de la línea de conexión, hacen parte del área a sustraer, lo que surge de una envolvente que corresponde a un área de 93,35 ha de la Reserva Forestal Central

Área a sustraer Proyecto Geotérmico Macizo Volcánico del Ruiz – Complemento EIA



"Por medio del cual se solicita información adicional"

ÁREA DE INFLUENCIA

ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA: El área de influencia indirecta (AII) abiótica-biótica de la sustracción de reserva fue definida a partir de la espacialización de los impactos indirectos generados por el Proyecto.

El AII social comprende el municipio de Villamaría, como unidad territorial mayor, especialmente por los efectos del Proyecto sobre la dinamización de la economía local y sobre las finanzas municipales, derivado de la generación de transferencias.

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA: El área de influencia directa (AID) comprende el área puntual dentro de la cual se realizará la intervención sobre el medio abiótico, biótico y social, donde se prevén impactos directos, durante las diferentes fases del Proyecto.

Para la definición del área de influencia directa abiótica-biótica en la zona de la Reserva Forestal Central, se consideró una envolvente de las obras asociadas al campo geotérmico y la línea de conexión, teniendo en cuenta que por la magnitud de la intervención y la baja afectación de cobertura boscosa, no se presenta afectación sobre la conectividad del ecosistema ni sobre los servicios ecosistémicos ofrecidos por la Reserva.

El área de influencia directa social se limita a las veredas La Laguna Alta, Playa Larga y Papayal y a los predios de las veredas El Páramo y Playa Larga, localizados dentro de la reserva forestal y que serán intervenidos por el Proyecto.

El área de influencia directa de la sustracción de reserva coincide con el área a sustraer

Geología

La información geológica tratada en este capítulo proviene en su mayoría del informe de Geología desarrollado dentro del estudio "Programa Estratégico para la investigación y modelación del sistema hidrotermal magmático en áreas con potencial geotérmico localizadas en el flanco noroccidental del volcán Nevado del Ruiz, Colombia" desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia, Colciencias, ISAGEN e Ingeominas; adicionalmente se han consultado fuentes bibliográficas de la cartografía regional y reconocimientos de campo generales efectuados por Integral S.A. dentro de los estudios de factibilidad para el desarrollo del campo geotérmico del Macizo Volcánico del Ruiz. Adicionalmente se recogió información por medio de recorridos de campo, por refracción sísmica y estudios de suelo por medio de pozos y apiques.

Unidades litológicas

- *Complejo Cajamarca - Esquistos cuarzo grafitosos (Pzes): Afloran hacia el sector noroccidental del área de estudio, son rocas metamórficas tipo esquistos verdes, negros y anfibolitas. Han sido cubiertos por los flujos de lava y hacia el sector noroccidental son intruidos por el Stock de Manizales. Esta unidad limita al occidente con la falla de San Jerónimo que lo pone en contacto con las rocas cretácicas del Complejo Quebradagrande. Aflora en los sectores de Botero Londoño (Hotel La Quinta).*

- *Flujos de lavas: Esta unidad ha sido agrupada por la cartografía realizada por Ingeominas (1998) en la unidad denominada Rocas efusivas e hipoabisales constituido por flujos andesíticos y andesitas. De acuerdo con el trabajo de cartografía de detalle realizado por la Universidad Nacional de Colombia, Colciencias, ISAGEN e Ingeominas, se separan dentro de esta unidad los siguientes flujos de lavas: de Santa Isabel, de Santa Rosa, de La Olleta, de Domos, del Ruiz y Lavas Antiguas. De acuerdo a la clasificación geoquímica, estas rocas son de composición intermedia a ácida, corresponden principalmente andesitas y en menor proporción traquiandesitas y dacitas. Estas rocas exhiben características litológicas, composicionales, mineralógicas y texturales similares y la diferenciación de los flujos*

"Por medio del cual se solicita información adicional"

de lavas se ha hecho principalmente teniendo en cuenta sus características morfológicas y la dirección de flujo y del centro de emisión.

- *Lavas Antiguas (QNla): Las Lavas Antiguas cubren gran parte del área de influencia con unidades de flujo que varían entre 40 y 60 m. Estos flujos se encuentran cubiertos por depósitos piroclásticos y depósitos de lahar. La roca es una andesita hipocristalina de color gris oscuro. Esta unidad de macizo rocoso está conformada, como su nombre lo indica, por lavas viejas asociadas a eventos volcánicos de antiguas estructuras de emisión predecesoras al volcán Nevado del Ruiz existente.*

- *Depósitos piroclásticos de caída (Qdp): Esta unidad agrupa un complejo de diferentes eventos de suelo con niveles de depósitos piroclásticos de caída producto de eventos eruptivos del volcán Nevado del Ruiz y de los otros volcanes cercanos. Se compone de Limo de color café con tonos naranjas, humedad alta, consistencia blanda, intercalado con ceniza volcánica y bloques subangulares de andesita en los primeros 70cm, seguido de ceniza volcánica hasta los 1,80 m que corresponde a arena limosa de color gris de tonos naranjas, humedad muy alta, compacidad suelta, que envuelve bloques entre 2 y 6 cm de diámetro y por último de 1,80m hasta los 2m es un depósito piroclástico que corresponde a un limo arenoso de color café con tonos naranjas, humedad alta y consistencia firme, soportado por bloques subangulosos de andesita entre 0,04 a 0,10 m de diámetro.*

- *Depósitos Glaciales (Qgl): Esta unidad agrupa los depósitos originados por los procesos glaciares desde el Pleistoceno, conservados en el registro geológico bajo la cobertura de depósitos piroclásticos, preservando sus formas, y a su vez, suavizando el relieve. Estos depósitos se encuentran en cercanía a la vereda Los Alpes, incluyendo la zona proyectada para la Plataforma A del campo geotérmico. Sobre estos depósitos reposa una capa de ceniza de aproximadamente 2,0 m, en las exploraciones de campo se identificaron cómo materiales limo arenosos de color café con tonos naranjas y rojos, humedad alta, consistencia firme, soportados por bloques subangulares, mal seleccionados de hasta 2,0 m de diámetro mayor y bloques en promedio entre 0,05 a 0,20 m de diámetro.*

- *Depósitos de lahar (Qlh): Se localizan hacia las llanuras de inundación de las corrientes de agua. Se caracterizan por ser matriz-soportados con bloques que alcanzan hasta 1 m, redondeados a sub-redondeados, compuestos por rocas volcánicas, algunas con alteración, embebidos en una matriz mixta de arenas y gravas.*

- *Depósitos aluviales (Qal): Son depósitos matriz soportados con cantos redondeados a subredondeados, varían de bien a moderadamente seleccionados, usualmente son bien consolidados. Los cantos corresponden principalmente a rocas volcánicas de composición andesítica, en el lecho de las corrientes donde afloran las unidades del basamento predominan los cantos de rocas metamórficas y sedimentarias tales como esquistos, cuarcitas, pizarras y metaarenitas. Morfológicamente este tipo de depósitos forman terrazas, a lo largo de las llanuras aluviales. Se localizan hacia los cauces de las quebradas y ríos y en las llanuras de inundación.*

- *Depósitos coluviales (Qc): Corresponden a depósitos recientes relacionados con procesos morfodinámicos de ladera. Estos depósitos están constituidos por bloques rocosos, angulosos, que alcanzan 50 cm de diámetro. Se localizan especialmente en la base de las laderas y escarpes rocosos, comunes en el área de estudio. Generalmente se encuentran cubriendo los flujos de lava, y son suprayacidos por depósitos piroclásticos de caída.*

Ignimbrita de Río Claro (Qirc): Las unidades de carácter explosivo localizadas en los alrededores del volcán Nevado del Ruiz y otros centros volcánicos del sector han sido denominadas por INGEOMINAS (1998) como unidades de depósitos piroclásticos. La Ignimbrita de río Claro aflora entre el río Claro y el Río Molinos. Está unidad está

"Por medio del cual se solicita información adicional"

suprayaciendo el Complejo Cajamarca, en contacto neto y discordante. En la parte superior limitan con la unidad de Lavas Antiguas (QNla).

Corresponde a tobas de lapilli que alcanzan a llegar a tobas de brecha, compuestas principalmente por fragmentos juveniles (60%) de pómez y cristales y matriz mixta, de tamaño ceniza extremadamente fina.

En la tabla 1 se mencionan las unidades geológicas presentes en el área de influencia del proyecto, y se define el área de cada una en el área de influencia directa e indirecta.

Tabla 1. Unidades geológicas en el área de influencia del proyecto.

Unidad Litológica	Símbolo	Área dentro de la Reserva (Ha)	Área de influencia Indirecta (Ha)
Complejo Cajamarca	PZes	5,51	533,23
Flujos de Lavas	QNla	34,58	755,09
Depósitos de Caída Piroclástica	Qdp	19,52	417,77
Depósitos Glaciales	Qgl	3,97	25,55
Depósitos de Lahar	Qlh	27,18	52,22
Depósitos Coluviales	Qc	2,60	27,52
Depósitos Aluviales	Qal	-	44,49
Ignimbritas de Río Claro	Qirc	-	205,38

Fuente: Tabla 6.2 del documento técnico soporte "PROYECTO GEOTÉRMICO MACIZO VOLCÁNICO DEL RUIZ"

Geología Estructural

La zona de estudio se encuentra tectónicamente influenciada por varios sistemas de fallas: el primero de dirección NNE-SSW que coincide con la tendencia regional andina, el segundo es un sistema transversal de dirección NW-SE y el tercero agrupa las estructuras transversales de dirección E-W y NE-SW.

En el primer grupo se encuentran las fallas de Palestina y San Jerónimo, asociados a estas estructuras se observan zonas con alto grado de fracturamiento con desarrollo de cizallas. La falla Palestina alinea los centros volcánicos en la zona de influencia, lo que sugiere que los canales de alimentación del magma están relacionados con el trazo de la falla principalmente en las zonas de intersección con las fracturas de tendencia NW-SE y E-W (Calvache y Monsalve, 1982).

El segundo sistema de fallas está representado por las siguientes fallas: Villamaría-Termales, Río Claro, San Eugenio, Campoalegrito y San Ramón, las cuales son de gran interés en la zona de estudio debido a que la mayoría parecen ser los canales emisivos de los diferentes focos volcánicos recientes y a lo largo de las mismas se da la presencia de varias fuentes termales.

Al último grupo pertenecen la Falla Santa Rosa y otros lineamientos con rasgos sutiles. La Falla Santa Rosa controla el cauce del río Gualí y corta en este sector la Falla Palestina.

A continuación se presentarán las descripciones de las fallas y lineamientos observados en la zona de estudio.

- *Fallas con dirección NNE-SSW*

- *Falla Palestina: Es un sistema de fallas de rumbo dextro-lateral que atraviesa la Cordillera Central en dirección NNE-SSW y agrupa trazas de fallas anastomosadas relacionadas con la falla Palestina (Feininger et al., 1970). Esta falla es considerada activa por evidencias de actividad en el Cuaternario (Guzmán y Martínez 2000).*

  En la zona del volcán Nevado del Ruiz la falla Palestina está cubierta por depósitos volcánicos recientes. A la altura del río Gualí la falla modifica su dirección probablemente por el cruce con la falla Santa Rosa (Garcés y Marín, 2004).

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Esta estructura controla el cauce del río Azufrado y es evidenciada por la alteración hidrotermal que se observa sobre las rocas pertenecientes a las lavas antiguas y los depósitos piroclásticos en los alrededores del río.

- *Falla San Jerónimo: Esta falla pertenece al sistema de fallas de Romeral, y se localiza al occidente del área de estudio. Es el contacto entre los esquistos del Complejo Cajamarca y la secuencia volcano-sedimentaria del Complejo Quebradagrande. Presenta una dirección NNE-SSW con buzamiento sub-vertical.*

  La traza de la falla San Jerónimo se observa en el sitio conocido como Barro Azul. En este sector exhibe una zona de influencia de 150 m de espesor, evidenciada por la zona de cizalla dentro de las rocas tipo lutitas del Complejo Quebradagrande.

- *Fallas con dirección NW-SE*

- *Falla Villamaría – Termales: Es una estructura que controla la quebrada Tolda Fría. Exhibe un componente normal y ha reportado actividad alta para el Holoceno (Ríos y Sánchez, 1996). Ha controlado el emplazamiento de los domos Sancancio, Tesorito y Gallinazo. Sobre la vía El Arbolito – Hotel Termales del Ruiz cerca a la traza de la falla, se observa sobre rocas andesíticas asociados a los flujos de lavas, estrías de falla y silicificación por alteración hidrotermal.*

- *Falla Santa Rosa: Definida por Guzmán et al. (1998), es una falla inversa en dirección NE-SW con componente en rumbo lateral derecho. Es una estructura continua hasta el sitio donde se encuentra con el segmento principal de la Falla de Palestina.*

- *Falla Laguna Baja: Exhibe una dirección NNE-SSW paralela a la traza principal de la falla San Jerónimo. Es una falla de rumbo con componente lateral derecha y controla cauces de quebradas a lo largo de su traza.*

- *Diaclasas: En la zona de estudio se encuentran diferentes familias de diaclasas que afectan todas las unidades de roca. La mayoría de estas diaclasas son de origen tectónico y localmente están asociadas a los principales sistemas de fallas. Las diaclasas que se observan en los flujos de lavas son fracturas generadas por el enfriamiento de las coladas de lava.*

Geomorfología

Las unidades geomorfológicas identificadas en el área de influencia del Proyecto agrupan un conjunto de geoformas asociadas al ambiente agradacional de las erupciones volcánicas, con el emplazamiento en superficie de grandes volúmenes de material que posteriormente es modelado por ríos, glaciales y viento. Así, la interacción entre la agradación de los productos volcánicos, los procesos erosivos y de remoción de masa que sufren, y el proceso de levantamiento tectónico de la cordillera, permite la creación de las diferentes geoformas del paisaje.

- *Unidad de Cañones (Uc): Esta unidad geomorfológica se encuentra definida por la incisión del río Claro en ambas márgenes y sobre la margen derecha del río Molinos. Se caracteriza por los flancos rocosos empinados a escarpados. Desde el punto de vista morfogenético el origen de este rasgo está relacionado con frentes erosivos asociado a los últimos episodios de levantamiento de la cordillera, además de la baja resistencia que pueden presentar algunos productos volcánicos (ignimbritas) que favorecen la incisión del río. Sobre algunas corrientes tributarias de los ríos Claro y Molinos, se observan cañones lineales, de fondo estrecho y flancos empinados a escarpados.*

- *Unidad de Escarpes (Ue): Esta unidad se encuentra sobre las dos márgenes de la vía Papayal - La Laguna. Se caracteriza por vertientes escarpadas con pendientes mayores a 45° de inclinación, desarrolladas sobre niveles de roca poco meteorizada.*

"Por medio del cual se solicita información adicional"

- *Unidad de Vertientes Empinadas (Uve): Corresponde a la parte alta de la cuenca del río Claro. Esta unidad corresponde a vertientes de fuerte inclinación, lados rectos a cóncavos; se desarrolla sobre flujos de lava andesíticos, las ingnimbritas de río Claro y rocas metamórficas del Complejo Cajamarca.*

- *Unidad de Vertientes Moderadas (Uvm): Se localiza sobre la margen izquierda del río Molinos y sobre la parte alta del río Claro, está bordeada por la unidad de vertientes escarpadas. Esta zona exhibe pendientes que varían entre 15° y 30° de inclinación con incisión moderada y lados en su mayoría cóncavos. Se desarrolla sobre rocas asociadas a los productos volcánicos de los diferentes centros eruptivos del sector.*

- *Unidad de Vertientes Suaves (Uvs): Se caracteriza por zonas de pendiente que varían entre 5° y 15° de inclinación, con filos cortos y redondeados. Los drenajes presentan incisión baja. Se desarrolla sobre rocas andesíticas asociadas a la unidad litológica definida como lavas antiguas. Se localiza en el sector del Billar y algunos sectores de los Alpes.*

- *Unidad de Superficies de Depositación (Usd): Esta unidad involucra el cauce y las riveras de las principales corrientes fluviales como el río Claro y quebradas tributarias del mismo. Es una forma discontinua, de pendientes suaves con inclinaciones entre 0° y 5°, de incisión muy baja. Contiene materiales producto de los diferentes eventos de dinámica fluvial y glacial, entre los que resaltan depósitos de avalancha de escombros, depósitos fluviotorrenciales, depósitos glaciales y depósitos de lahares.*

En la tabla 2 se mencionan las unidades geomorfológica presentes en el área de influencia del proyecto.

Tabla 2. Unidades Geomorfológicas.

Unidad Geomorfológica	Símbolo	Área a sustraer (ha)	Área de influencia indirecta (ha)
Unidad de Superficies de depositación	(Usd)	32,33	284,18
Unidad de Vertientes Suaves	(Uvs)	11,63	205,43
Unidad de Vertientes Moderadas	(Uvm)	44,50	890,94
Unidad de Vertientes Empinadas	(Uve)	4,88	445,09
Unidad de Cañones	(Uc)	-	229,65
Unidad de Escarpes	(Ue)	-	5,95

Fuente: Tabla 6.6 del documento técnico soporte "PROYECTO GEOTÉRMICO MACIZO VOLCÁNICO DEL RUIZ"

Morfodinámica (multitemporal): Particularmente para los sitios donde se pretenden construir obras del campo geotérmico los procesos morfodinámicos presentes corresponden a zonas de antiguos movimientos en masa, deslizamientos, escarpes erosivos y estructurales de donde dominan las geoformas verticales cubiertas de vegetación formando localmente cascadas. En las zonas más planas, predominan áreas de empozamientos de agua y en las laderas se observa terraceo por sobrepastoreo que corresponde a una erosión continua por los usos del suelo.

Según el análisis multitemporal derivado de la fotointerpretación de las fotografías aéreas y la ortofoto de la zona, puede decirse que en el tiempo las variaciones de geoformas y el avance de los procesos morfodinámicos es muy lento, a pesar de encontrar bastantes rasgos de geoformas relacionadas con cicatrices de deslizamientos y teniendo en cuenta la verticalidad de los escarpes que predominan en el área de influencia, los terrenos se pueden considerar estables en cuanto a problemas erosivos que generen grandes áreas de inestabilidad.

***Hidrogeología:** El modelo hidrogeológico conceptual es la representación de los elementos que controlan el comportamiento del flujo. Para las rocas cristalinas, la circulación de los flujos de agua se da estrictamente por las fracturas y discontinuidades sistemáticas que hacen parte del macizo rocoso. Son estas zonas las que representan los caminos para el movimiento del agua subterránea. El flujo de agua subterránea estaría principalmente*

"Por medio del cual se solicita información adicional"

controlado por el fracturamiento dentro del macizo rocoso conformado en la zona por rocas volcánicas y metamórficas. Depósitos piroclásticos con matriz arenosa o depósitos aluviales grueso granulares exhiben buenas condiciones de almacenamiento y conductividad hidráulica y se encuentran restringidos geomorfológicamente a los cauces de ríos y quebradas.

Para los flujos locales y de cortos recorridos, las zonas de descarga están generalmente asociadas a las pequeñas cuencas localizadas cerca de las zonas de recarga. Para los flujos intermedios y regionales, las zonas de descarga están asociadas a zonas bajas, de pendientes suaves a moderadas que se dan en cercanías a los cauces de agua principales y se conectan con los acuíferos superficiales a través de las zonas de fracturamiento asociadas a las principales fallas geológicas y sistemas de discontinuidades presentes en el macizo rocoso.

Los principales cauces de agua superficial representan zonas de descarga para los flujos locales: Río Claro, Molino, configurando flujos con dirección predominante hacia el noroeste.

La descarga de agua subterránea ocurre a una elevación topográfica más baja que donde se origina la recarga.

A partir de la localización de las zonas de recarga y descarga se identifican las direcciones predominantes para los flujos de agua subterránea. La mayor parte del agua proveniente de la precipitación fluye por escorrentía superficial debido a las características rocosas de los lechos y las pendientes moderadas a empinadas.

Desde el punto de vista hidrogeológico las unidades en el área de trabajo se comportan de dos formas: como acuíferos porosos y como acuíferos fisurados.

Los acuíferos porosos caracterizan a los depósitos aluviales, coluviales, de avalancha, glaciares y piroclásticos de caída. En estos acuíferos se acumula agua en el espacio intersticial que se forma entre los granos. Desde el punto de vista productivo no son muy importantes ya que generalmente son del tipo matriz soportado (la fracción fina es más abundante que los tamaños gruesos), algunos están consolidados y además presentan una muy baja selección, con lo cual, el empaquetamiento de los granos es importante y por lo tanto, se reduce la probabilidad de albergar agua en su interior.

La mayor parte de las rocas que se encuentran en la zona (coladas de lavas, esquistos, filitas, cuarcitas, metaconglomerados, metaarenitas, etc.) son metamórficas e ígneas con lo cual podrían comportarse únicamente como acuíferos fracturados, que son aquéllos que almacenan agua en las fracturas y diaclasas abiertas que se forman a partir de diversos esfuerzos tectónicos a los que se someten. En campo se ha observado que algunas de estas unidades presentan en superficie una gran cantidad de fisuras y diaclasas las cuales se encuentran abiertas, sin relleno, ni cristalización (hasta aberturas del orden de los 10 cm.). Por lo expuesto, y como consecuencia de que se trataría de un medio hidrogeológico fisurado, el ingreso de agua, transporte y descarga están vinculados estrechamente al modelo estructural de la zona.

A partir de la información con la que se cuenta hasta el momento, la posible presencia de reservorios termales estaría asociada a la existencia de grietas verticales y abiertas en profundidad, ya que al tener una disposición vertical permiten el ingreso y egreso del agua por lo que, deben distinguirse y descartarse aquellas grietas originadas por procesos geomorfológicos y por enfriamiento de lavas, ya que pueden ser más superficiales, o incluso horizontales que no favorecen el ingreso de agua al interior del macizo rocoso.

Puede decirse que la disponibilidad de agua en la zona es alta, ya que además de que se producen lluvias abundantes, la transpiración y evaporación del agua es muy baja (por las bajas temperaturas) y por lo tanto, gran porcentaje del agua que cae se transforma en infiltración efectiva. En campo se ha observado que la disponibilidad de agua es importante y constante, ya que se ha encontrado una gran cantidad de manantiales (calientes y fríos)

"Por medio del cual se solicita información adicional"

los cuales (de acuerdo a lo informado por los habitantes y usuarios de la zona) son constantes en cuanto a caudal y continuos durante todo el año.

Los manantiales de aguas termales encontrados durante el reconocimiento de campo se mencionan en la tabla 3.

Tabla 3. Manantiales de aguas termales presentes en el área de influencia del proyecto.

	ID. Muestra	X	Y	Altura (msnm)	T (°C)	pH	Conductividad µS/cm	Sulfuro	Nombre establecido
1	225-I-B-01	847.622	1.034.297	2.600	58,5	6,4	2.368	ND	El Bosque
2	225-I-B-02	848.155	1.035.999	2.560	91,0	8,0	3.110	ND	Botero Londoño- La Piscina
3	225-I-B-03	848.120	1.035.411	2.480	92,5	7,7	3.600	ND	Geissers Botero Londoño
4	225-II-A-07	853.767	1.032.671	3.360	44,0	6,0	947	ND	Nereidas I
5	225-II-A-08	854.129	1.032.554	3.420	51,0	6,4	702	ND	Nereidas II
6	225-II-C-01	855.671	1.029.323	3.600	53,0	6,5	1.132	ND	Chorro Negro
7	225-II-A-05	851.875	1.035.226	3.080	26,0	6,2	1.209	ND	La Poa

Fuente: Tabla 6.7 del documento técnico soporte "PROYECTO GEOTÉRMICO MACIZO VOLCÁNICO DEL RUIZ"

Hidrología

Sistemas lenticos y loticos y cuencas hidrográficas

El área de influencia del Proyecto se encuentra localizada en la cuenca hidrográfica del Río Claro, que a su vez es tributario del río Chinchiná. El Río Claro es alimentado por el agua de ocho microcuencas de las cuales Molinos, Las Nereidas y Juntas son las más importantes.

Para el área de influencia indirecta, con base en la cartografía disponible, se pudieron identificar sistemas loticos, dentro de los cuales, dada su importancia por la longitud, área de drenaje asociada y cercanía a los sitios de intervención, entre otras variables: se destacan el Río Claro, como corriente principal en la zona, la cual cuenta con afluentes importantes dentro del área de influencia, tales como la quebrada Molinos, la cual descarga sus aguas al Río Claro, también se destacan las quebradas Las Nereidas, Juntas, El Billar, Negra, El Bosque, La Calera, La Osa, La Laguna y el Zanjón de Los Pájaros

A partir de la cartografía disponible, y el reconocimiento en campo, no fueron identificados sistemas lenticos dentro del área de influencia. No obstante, la Corporación Autónoma Regional de Caldas – Corpocaldas, informó sobre la presencia de un humedal en la vereda Playa Larga, que se superpone en un área de 28,9 ha con el área de influencia indirecta, en el extremo noreste de la misma. Cabe aclarar que el área del humedal que se encuentra en el área de influencia indirecta de la sustracción de reserva no hace parte del área solicitada a sustraer, ni se presentarán impactos directos sobre ésta.

Calidad del agua

Descripción de las estaciones de muestreo

E1 - Quebrada Las Nereidas (Aguas arriba): En el sitio de muestreo, la quebrada Las Nereidas desciende a través de un valle profundo, con pendientes escarpadas y verticales sobre ambas márgenes, y sin características de plano inundable existente. Sobre la corriente no se observan impactos de origen antrópico, dado que dicho sitio se encuentra en una zona de difícil acceso. La vegetación riparia presenta muy baja perturbación, se compone en un 100% de vegetación nativa que se extiende de forma continua a lo largo del transecto de muestreo. Respecto a la vegetación rastrera de la ribera (pastos y gramíneas), esta se extiende de forma semicontinua, y cubre menos del 75% de las mismas.

E2 – Playa Larga: El sitio de muestreo identificado como Playa Larga, se encuentra ubicado sobre la vereda Playa Larga, próximo a la finca conocida con el mismo nombre.

En dicha búsqueda, logró identificarse únicamente la presencia de una acequia que abastece de agua los predios de la finca, ningún cuerpo de agua de carácter lentico fue identificado, exceptuando el sitio donde logró identificarse algunas especies vegetales que pueden estar asociadas a ecosistemas acuáticos como el barbasco (Polygonum punctatum).

"Por medio del cual se solicita información adicional"

E3 - Quebrada Las Nereidas (Aguas abajo): Las intervenciones antrópicas próximas al sitio de muestreo son bastante evidentes, observándose que la vegetación arbórea de la margen izquierda es ausente, mientras que la de la margen derecha se compone principalmente por arbustos, y árboles con altura no superior a los 10 m. Adicionalmente, se observaron algunos impactos de origen antrópico sobre la corriente, tales como: presencia de un puente que cruza dicha quebrada.

E4 - Río Claro (Aguas abajo confluencia quebrada Las Nereidas): Sobre dicho sitio se observa que la vegetación riparia presenta un grado de perturbación bajo, extendiéndose de forma semicontinua sobre la margen izquierda, y en grupos ocasionales sobre la margen derecha, mientras que la vegetación rastrera de la orilla se compone principalmente de pastos (>75%).

No se observaron impactos locales sobre la corriente, ni actividades asociadas con agricultura, silvicultura o pastoreo; y pese a que un tramo de aproximadamente de 60 m de la margen derecha se encontraba sin vegetación arbustiva o arbórea, no se detectaron procesos erosivos sobre dicho transepto. Por otra parte, mediante la evaluación visual y organoléptica de las características del agua y sedimentos, se pudo observar que la turbiedad del agua fue leve y descartándose la además presencia de olores en los sedimentos.

E5 - Quebrada El Billar (Aguas abajo): La vegetación riparia se encuentra moderadamente perturbada, se extiende de forma semicontinua, y se compone principalmente de arbustos y helechos. Las orillas son estables y no se detectaron procesos erosivos a lo largo del transepto.

Entre los factores que pueden afectar la estabilidad de las riberas se destaca la adecuación de caminos para el acceso humano, la vegetación despejada en algunos sitios y las modificaciones sobre el canal, Por otra parte, con el análisis organoléptico se detectó que sobre los sitios donde las aguas del termal se incorporaba a la quebrada el Billar un fuerte olor a azufre tanto en el agua como en los sustratos fue evidente, aunque este desaparecía aproximadamente a los 20 metros aguas abajo. Finalmente, durante el momento de muestreo el nivel del flujo fue base, pese a que durante el transcurso del día se registraron lluvias moderadas.

E6 - Río Claro (Confluencia Q. Juntas): Ubicado aguas abajo de la confluencia con la quebrada Juntas, en este sitio el Río Claro desciende a través de un valle amplio de bajas pendientes (≤10%), y en el cual se desarrollan actividades de tipo agropecuario (pastoreo de ganado). Debido a esto, la vegetación riparia presenta perturbación alta, dado que esta se compone principalmente de especies exóticas, no se extiende a lo largo de ambas márgenes, y el borde de protección en la mayoría de los casos no es mayor a los 4,00 metros de ancho, lo que a su vez índice en la aparición de algunos procesos erosivos en el tramo muestreado.

E7 - Río Claro (Aguas arriba): Ubicado por encima de los 3.000 msnm, en el sitio el Río Claro desciende a través de un valle amplio con pendientes escarpadas, donde la vegetación riparia en un 100% nativa (vegetación arbórea, arbustiva y helechos), se extiende de forma continua y el grado de perturbación antrópica es relativamente bajo, pese a que existen caminos veredales y estructuras como puentes que cruzan el río.

Mediante la evaluación visual y organoléptica de las características del agua y sedimentos, se pudo observar que la turbiedad del agua fue leve y se descartó presencia de olores en los sedimentos.

E8 – Acequia: En general, las aguas de dicha acequia provienen de la derivación de la quebrada San Antonio, a la altura de la vereda que toma el mismo nombre de la quebrada. Sobre el sitio de muestreo, el cuerpo de agua artificial discurre a través de un valle amplio y relativamente plano, donde el uso principal del suelo es el pastoreo, por lo que la vegetación asociada al cuerpo de agua es únicamente rastrera.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

E9 – Quebrada El Billar (Aguas arriba): La quebrada El Billar desciende a través de un valle amplio poco profundo, y en el que se desarrollan actividades de pastoreo en ambas márgenes; lo que en términos generales determina que la vegetación riparia se componga en un 100% de pastos. No obstante, el porcentaje de sombreado del canal es superior al 75% dado que este presenta un ancho no mayor de un metro.

Mediante la evaluación visual y organoléptica de las características del agua y sedimentos, se pudo observar que la turbiedad del agua fue leve aunque se detectó un fuerte olor a materia orgánica en descomposición en los sedimentos.

E10 -Quebrada Negra (Aguas arriba): En este sitio, la quebrada Negra desciende a través de un valle amplio poco profundo de pendientes convexas, en las que se desarrollan actividades de pastoreo en ambas márgenes. El cauce presenta no mayor a los 1,5 metros y la vegetación riparia se extiende distribuye en grupos aislados y dispersos. Mediante la evaluación visual y organoléptica de las características del agua y sedimentos, se pudo observar que la turbiedad del agua fue leve y no se detectaron olores característicos en el agua o sedimentos.

Resultados de la caracterización fisicoquímica y bacteriológica: Índice fisicoquímico agregado de calidad del agua (ICAfa): Según los resultados de este índice , las estaciones E6, E8, E9 y E10, presentan condiciones de calidad de agua aceptables, es decir que se caracterizaron por un pH cercano a la neutralidad, óptimas condiciones de oxígeno y baja concentración de sólidos suspendidos lo que limita la carga orgánica y la demanda de oxígeno para procesos de descomposición. Las demás estaciones presentan calidad de agua regular, con resultados asociados especialmente a los resultados obtenidos para los sólidos suspendidos y la conductividad.

Índices de contaminación del agua (ICO): El índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) incluyó la DBO5, los coliformes totales y el oxígeno disuelto. Los resultados definen una contaminación baja para todos los cuerpos hídricos muestreados.

El índice de contaminación por sólidos suspendidos totales (ICOSUS) se calculó con base en los resultados de sólidos suspendidos; este índice reportó para las estaciones analizadas, excepto la estación E1, contaminación muy baja. Para la estación E1-quebrada Las Nereidas aguas arriba el ICOSUS reportó contaminación media, asociada con el mayor arrastre de sólidos por las precipitaciones presentadas durante el periodo de muestreo.

Usos del agua

En total Corpocaldas reporta una demanda de agua superficial de 3,28 l/s, de los cuales el 13,06% se destina para consumo humano y doméstico, el 18,3% para ganadería y el 68,63% restante para recreación.

El reporte de vertimientos de Corpocaldas no presenta ningún usuario, pero según la información suministrada por los habitantes de la zona en las fichas veredales implementadas para la recopilación de información primaria para la caracterización del medio socioeconómico, se evidencia que la mayoría de los predios cuenta con pozos sépticos para la depuración de las aguas residuales generadas, algunos de los vertimientos se descargan a las fuentes hídricas cercanas, mientras que los demás se descargan al suelo a través de campos o zanjas de infiltración.

Conflictos por usos actuales y potenciales.

De acuerdo con la información suministrada por Corpocaldas, sobre los usos y usuarios del agua en el área de influencia del Proyecto, se encuentra que ninguna de las fuentes de abastecimiento previstas para el Proyecto coincide con las fuentes hídricas donde se localizan las concesiones otorgadas por la corporación. Lo anterior, aunado al hecho de que el caudal solicitado en todos de captación es mucho menor que el caudal mínimo de las

"Por medio del cual se solicita información adicional"

fuentes de abastecimiento se puede prever que no se presentarán condiciones de conflicto por el uso del recurso hídrico, ni afectación de los servicios ecosistémicos del agua.

Suelos

Unidades cartográficas de suelo

Consociación Santa Isabel (SI)

Esta unidad cartográfica está ubicada en el municipio de Villamaría, departamento de Caldas, a alturas entre 2.000 y 3.000 msnm aproximadamente, en una formación vegetal de bosque muy húmedo Montano Bajo, con precipitaciones entre 2.300 y 2.800 mm y temperaturas de 12°C a 18°C. Tiene un relieve fuertemente ondulado a quebrado, de domos redondeados, pendientes cortas y fuertes, de grado 3-7-12 y 25%. Estos suelos evolucionan a partir de gruesas capas de cenizas volcánicas y se caracterizan por ser muy profundos y ricos en materia orgánica.

Estas tierras no presentan erosión significativa, ya que cuentan con una cobertura de pastos. Sin embargo, en sectores donde hay sobrepastoreo, se observa erosión en pata de vaca y escurrimiento difuso.

La mayor parte del área de estudio se encuentra localizada sobre esta unidad cartográfica, en la que se diferencian de acuerdo con las variaciones de las pendientes las siguientes fases:

- Slcd: Pendientes 7-12-25%
- Slde: Pendientes 12-25-50%
- Slef1: Pendientes 3-7-25-50%

Asociación Santa Isabel – Pensilvania (SE)

Los suelos que integran esta unidad de mapeo se localizan entre los 2.000 y 3.000 msnm. Son áreas de relieve quebrado a escarpado de pendientes fuertes, en donde evolucionan suelos a partir de cenizas volcánicas, conjunto Santa Isabel (Hidric Dystrandepts) en un 55% y de materiales metamórficos, conjunto Pensilvania (Typic Troporthens) es un 35%. Estos últimos suelos se ubican en sectores de pendientes muy fuertes, en donde han desaparecido las capas de cenizas volcánicas por acción de la erosión geológica y antrópica.

Actualmente las tierras están dedicadas a la ganadería extensiva con pasto kikuyo. La tala indiscriminada de los bosques y el sobrepastoreo ocasionan fenómenos erosivos en pata de vaca, desprendimientos, deslizamientos, etc.

Consociación Cabañas (CA)

La consociación tiene un relieve fuertemente ondulado a quebrado de domos redondeados con pendientes cortas y moderadas. En algunos sectores el relieve es fuertemente quebrado a escarpado con pendientes largas y empinadas. Se localiza en el municipio de Villamaría a alturas entre 3.000 y 3.600 msnm, en una formación vegetal de bosque muy húmedo montano, con precipitaciones entre 1.300 y 1.700 mm y temperaturas de 8 a 12°C.

Los suelos de esta consociación por ser ricos en materia orgánica, fértiles y profundos, se utilizan intensamente con cultivos de papa (en zonas más bajas) y ganadería extensiva, aun en pendientes muy fuertes.

Los suelos evolucionan a partir de acumulaciones espesas de cenizas volcánicas, sobre los cuales actúan procesos erosivos tales como escurrimientos difusos y localmente reptación acelerada por los cultivos y la ganadería.

Tierras misceláneas (SR)

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Esta unidad cartográfica está constituida por áreas que están muy restringidas para cualquier actividad agropecuaria, debido a las fuertes pendientes y al alto porcentaje de afloramiento rocoso. Se pueden encontrar suelos muy incipientes y muy superficiales clasificados como Lithic Troporthents. Generalmente estas áreas se encuentran cubiertas de vegetación arbustiva y arbórea.

Uso actual del suelo

Uso actual del suelo por coberturas - área de influencia indirecta.

Uso Actual	Tipo de Uso	Símbolo	Área a sustraer (ha)	Porcentaje (%)	Área de Influencia Indirecta (ha)	Porcentaje (%)
Conservación	Forestal Protectora	CFP	10,65	11,4	919,57	44,6
Forestal	Producción	FPR	2,99	3,2	165,42	8,0
Ganadería	Pastoreo extensivo	PEX	79,71	85,4	976,27	47,4

Como se puede observar en la tabla anterior, el 44,6% del total del área de influencia indirecta. Estas áreas están conformadas por extensos potreros para la ganadería vacuna de ciclo completo. La forma de producción conserva las prácticas productivas tradicionales de cría de ganado, ordeño manual y rotación de potreros. El uso de fertilizantes no es una práctica común dentro de esta actividad.

El 44,6% del suelo en el área de influencia está dedicado a la conservación de la cobertura denominada bosque denso, la cual está constituida por elementos típicamente arbóreos; los fragmentos de estas formaciones vegetales han sido poco intervenidos y no se ha alterado su estructura original ni las características funcionales de los bosques. En el área de influencia particularmente esta cobertura es el resultado de los remanentes de bosque a los que no se les ha realizado intervención por el establecimiento de potreros y por las características de topografía (escarpes) en la zona.

La fracción restante corresponde a plantaciones forestales con fines comerciales.

En el área a sustraer, el 85,4% del suelo está destinado a la ganadería y sólo un 11,4% corresponde a usos de conservación.

Uso potencial del suelo

El uso potencial fue definido a partir del análisis de las unidades agrológicas del área de influencia, la pendiente del terreno y lo definido por el PBOT del municipio de Villamaría (2007) para el uso potencial del suelo en el área rural.

Vocación	Tipo de Uso	Símbolo	Área a sustraer (ha)	Porcentaje (%)	Área de Influencia (ha)	Porcentaje (%)
Agrícola	Cultivos Transitorios Intensivos	CTI	2,27	2,4%	113,07	5,5%
	Cultivos Transitorios semi - intensivos	CTS	23,29	25,0%	128,87	6,3%
Agroforestal	Agrosilvopastoril	SAP	20,87	22,4%	254,48	12,3%
Conservación	Protección	CFP	7,98	8,5%	691,35	33,5%
Forestal	Protección - Producción	FPP	6,11	6,6%	334,44	16,2%
Ganadera	Pastoreo intensivo y semi-intensivo	PSI	32,82	35,2%	539,05	26,2%

"Por medio del cual se solicita información adicional"

De acuerdo con la información presentada, el 33,5% del suelo en el área de estudio presenta vocación para el uso de conservación, definido principalmente por la topografía quebrada con pendientes pronunciadas y una importante proporción de tierras misceláneas (SR). Sólo el 11,8% del territorio presenta condiciones favorables para el desarrollo agrícola.

En relación con el área de influencia directa (área a sustraer) el 35,2% del suelo presenta vocación ganadera y el 27,4% vocación agrícola.

Conflictos de uso

El 52,5% del Área de Influencia Indirecta presenta un uso adecuado del suelo. La fracción de los suelos que presenta un conflicto por sobreutilización ligera a moderada no supera el 10% del total del AII, esta se da principalmente por que los suelos con vocación de uso forestal y de conservación se encuentran dedicados a la ganadería. La porción restante del área de Influencia presenta conflicto por subutilización, indicando que en estas tierras el agroecosistema tiene una intensidad de uso inferior a la aptitud o vocación del suelo.

Para el área de influencia directa (área a sustraer), el conflicto por sobreutilización del suelo equivale únicamente al 3,5%. El 34% del suelo no presenta conflicto de uso y el 62% se encuentra subutilizado.

Meteorología

Temperatura: El valor promedio anual de temperatura en la zona oscila entre 4,23 y 5,33°C, con un comportamiento poco variable de aproximadamente 0,7°C. Dentro de este período de tiempo, el año que presentó un mayor registro de temperatura fue 1998 (5,33°C) y el año con menor registro de temperatura fue 1999 (4,23°C). El promedio anual de temperatura es de 4,7°C.

Las temperaturas más altas registradas en la estación climatológica Las Brisas se presentan entre los meses de febrero a mayo; mientras que el menor registro se encuentra entre los meses de septiembre a octubre.

Precipitación: Se pueden identificar dos épocas principales de invierno, comprendidas entre los meses de abril a mayo, y octubre a noviembre con valores medios de precipitación que oscilan entre 150 a 200 mm/mes, valores máximos superiores de 300 mm/mes y mínimos del orden de 50 mm/mes.

Por su parte la época de verano se acentúa principalmente durante los meses de diciembre a febrero y entre junio a agosto, con registros medios entre 70 y 100 mm/mes. Durante estos meses de verano los registros máximos se encuentran alrededor de los 150 mm/mes y los mínimos del orden de 10 mm/mes (

Humedad Relativa: Los valores medios, máximos y mínimos de humedad relativa en la zona durante los meses del año no son muy variables, y oscilan entre 79,1 y 96,3%. Como muestra la línea de tendencia de los valores mínimos, éstos se dan entre los meses de enero a febrero, agosto y diciembre, lo que coincide con el comportamiento de la temperatura.

Viento: Las direcciones del viento predominantes corresponden a NE-SW con 30%, E-W con 18,8% y N-S con 16,4%. Las velocidades del viento representativas en la zona de estudio corresponden a 1,6-3,37 m/s con un 37%, 3,4-5,4 m/s con un 26,6% y velocidades de 0,1-1,5 m/s con un 14,1%; las calmas en cambio, corresponden apenas a un 1,5%.

Brillo Solar: El promedio anual de horas de brillo solar durante el periodo evaluado oscila entre 179,53 y 1.043,13, donde el mayor registro de horas de brillo solar se dio en 2002 y el menor valor se dio en 2012. Esta variación de los resultados es significativa, aproximadamente de 863,6. El valor promedio anual brillo solar corresponde a 852,3 horas.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Los meses de mayores horas totales mensuales de brillo solar corresponden a los periodos entre abril y mayo, y septiembre a noviembre, es decir, esta variable presenta un comportamiento bimodal. Los mayores valores de brillo solar corresponden al mes de febrero y los menores valores se obtienen en septiembre.

BIODIVERSIDAD PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA

Para la caracterización de los grupos biológicos del área de influencia se tomó la información primaria de la línea base del Proyecto Geotérmico Macizo Volcánico del Ruiz-Complemento EIA (véase el mapa M-0010057-COMP-GEOT-SR-BIO-100). Cabe mencionar que las coberturas vegetales del área de influencia indirecta corresponden a las mismas del área de influencia directa (área de sustracción) y por lo tanto sus características son similares. Las colectas realizadas se encuentran amparadas por el Permiso 321 de 2015 otorgado a Integral S.A., por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (véase el Anexo 3_Permiso de colecta). REVISAR SI LO QUE DICE AQUÍ ES CIERTO

Flora

Zonas de vida: De acuerdo a la clasificación de zonas de vida propuesta por Holdridge (1982), tanto el área de influencia indirecta como directa se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB), y corresponde a una franja localizada en el intervalo altitudinal entre los 1.800 y 3.000 msnm, donde la temperatura fluctúa entre 12 y 18°C, con niveles de precipitación entre 2.000 y 4.000 mm. Para el área de interés, producto de la expansión de la frontera pecuaria, se presentan pastos limpios y en las zonas sin intervención, generalmente de alta pendiente, persiste la cobertura de bosques naturales.

Ecosistemas

Conforme al mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, las áreas de influencia indirecta y directa se encuentran dentro del gran bioma del bosque húmedo tropical, principalmente en el ecosistema Orobioma medio de los Andes y en una menor proporción Orobioma alto de los Andes. Estos ecosistemas se caracterizan por presentar un clima frío (9 – 18°C) que puede ser húmedo o seco, y una unidad geomorfológica predominante de montaña. En el área del Proyecto, estos biomas están representados por dos coberturas, predominando los pastos limpios y en casi igual proporción, el bosque denso.

Coberturas vegetales

Las coberturas vegetales registradas en el área de interés corresponden a pastos limpios, vegetación secundaria o en transición y a bosque denso en las proporciones presentadas a continuación

Cobertura	***AID - Área de sustracción (ha)***	***All (ha)***
Pastos limpios	*79,71*	*976,27*
Bosque denso	*9,11*	*798,52*
Plantación forestal	*2,99*	*165,42*
Vegetación secundaria o en transición	*1,54*	*121,04*
TOTAL	***93,35***	***2.061,25***

Pastos limpios: *Comprenden las tierras ocupadas por esta cobertura con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%, en donde las áreas son sometidas a prácticas de manejo (limpieza, encalamiento o fertilización, etc.) que impiden o limitan la aparición y el desarrollo de otras coberturas.*

Vegetación secundaria o en transición: *De acuerdo a su estadío sucesional se diferencian dos tipos de vegetación secundaria: alta (rastrojos altos) y baja (rastrojos bajos conformados por vegetación arbustiva y herbácea). Entre las especies más comunes se distinguen*

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Weinmannia pubescens (encenillo), Cavendishia pubescens (uvito), Oreopanax macrocephalus (mano de oso o cinco dedos), Saurauia chiliantha (dulomoco), entre otras.

Plantaciones forestales de coníferas: *Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, con fines de manejo y aprovechamiento forestal. En el área del Proyecto, esta cobertura corresponde a bosques plantados destinados a madera y pulpa, en donde se encuentran especies tales como pino pátula (Pinus patula), aliso o cerezo (Alnus acumunata) y eucalipto (Eucalyptus sp.).*

Bosque denso: *Dentro del área de influencia del Proyecto en el sector de la línea de conexión esta cobertura es significativa; ocupa un área de 326,54 ha (12,9%), de gran importancia ecológica ya que alberga la diversidad de fauna y flora de la región, junto con la vegetación secundaria.*

Especies endémicas, amenazadas y/o vedadas: *En el área de estudio se registraron 11 especies con categoría de veda nacional y regional, correspondientes a las familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae*

En cuanto a las especies amenazadas, de acuerdo con la Resolución 192 de 2014, las especies registradas no presentan categoría de amenaza. Con relación al endemismo, se realizó una consulta en el Catálogo de Líquenes y Plantas de Colombia, en donde la especie Hieronyma antioquensis es endémica de la región geográfica de los Andes.

Diversidad: *Los análisis de diversidad presentados a continuación, se realizaron en las coberturas naturales boscosas, en este caso bosque denso y vegetación secundaria.*

De acuerdo a los resultados de diversidad, los valores de riqueza y abundancia indican mayor diversidad en la vegetación secundaria (H' = 3,32) en relación con las demás coberturas naturales, y una heterogeneidad significativa en la abundancia de las especies (E = 0,59). No obstante, la mayor equidad se presenta en bosque denso (E = 0,65), indicando la presencia de pocas especies dominantes y muchas que son relativamente poco comunes (d = 0,13; D = 0,05). Este patrón se debe en parte a que las especies que más aportan a la diversidad son especies raras con baja abundancia.

En cuanto al cociente de mezcla, este representa el promedio de individuos de cada especie dentro de cada cobertura, para el caso de la vegetación secundaria por cada especie se encuentran seis individuos en promedio, en tanto para el bosque denso por cada dos especies se presentan siete individuos.

Índice de valor de importancia (IVI)

El peso ecológico de las especies y el mayor o menor nivel de adaptación de las especies es representado por el índice del valor de importancia.

En el bosque denso, Hedyosmum bonplandianum es la especie con mayor IVI (38,2 puntos), presentando el valor de abundancia y dominancia más alto. Esta especie ha sido reportada en áreas naturales boscosas poco intervenidas. Le sigue en importancia Miconia theaezans, especie también abundante y dominante para esta cobertura.

Las especies Croton magdalenensis, Miconia sp., Brunellia comocladifolia, Buddleja bullata, Weinmannia pubescens y Weinmannia balbisiana acumulan 91,85 puntos del IVI. Las especies raras (categoría definida para el resto de especies después de las primeras 20 especies) acumulan 56,2 puntos del IVI caracterizando un ecosistema diverso.

En la vegetación secundaria Weinmannia pubescens es la especie más abundante y dominante, presentando un IVI de 48,75%. Las siguientes especies con mayor IVI son Cavendishia pubescens, Oreopanax macrocephalus, Brunellia comocladifolia, Turpinia occidentalis, Saurauia chiliantha, Hedyosmum bonplandianum y Toxicodendron striatum, las

"Por medio del cual se solicita información adicional"

cuales acumulan casi 98 puntos del IVI. Las especies raras (categoría definida para el resto de especies después de las primeras 20 especies) acumulan 64,74 puntos del IVI caracterizando un ecosistema heterogéneo y rico en especies.

Epífitas vasculares

En el área de sustracción de reserva se registraron 24 especies de epífitas vasculares pertenecientes a las familias Bromeliaceae, Orchidaceae y Santalaceae. Ninguna de las especies registradas presenta categoría de amenaza de acuerdo con la Resolución 192 del 2014 (MADS). No se obtuvieron registros en otros sustratos diferentes a árboles hospederos (forófitos).

Fauna

Avifauna

Composición y Riqueza de especies: La mayoría de las especies registradas en la zona presentan una amplia distribución y son tolerantes a las perturbaciones del hábitat, tales como procesos de fragmentación para establecimiento de pastos, cultivos o aprovechamiento forestal. Estas especies, consideradas como generalistas, están presentes a lo largo del área de estudio como es el caso de la garcita (Bubulcus ibis), el halcón (Caracara cheriway), el copetón (Zonotrichia capensis), el cernícalo (Falco sparverius), y la caravana (Vanellus chilensis), entre otras.

La avifauna registrada está compuesta, de manera general, por especies residentes y especies migratorias. Las especies migratorias observadas en la zona llegan durante el mes de octubre y regresan a sus sitios de reproducción, en Canadá y Estados Unidos, para la primavera. Estas especies pertenecen a las familias Accipitridae y Parulidae, y componen el 4,44% (Cuatro especies) de la diversidad del área de influencia.

Se registró una importante riqueza de especies en cada una de las coberturas muestreadas del área de influencia del Proyecto, siendo vegetación secundaria (Vs) la que presentó mayor riqueza con 65 especies (67,71%), seguida de la cobertura bosque denso (Bd) con 51 especies (53,13%), y por último pastos limpios (Pl) con el 18,75%.

Las abundancias por coberturas fueron muy altas en la cobertura vegetación secundaria (Vs) y el bosque denso (Bd), con respecto a pastos limpios (Pl). Esto se podría explicar, debido a que la oferta de recursos (alimento y refugio) dentro de los bosques es mayor, mientras que en las áreas abiertas, los refugios para resguardarse de las temperaturas extremas, el viento y la lluvia, así como las fuentes de alimentación son escasos.

Las diferencias entre las coberturas se puede explicar por la mayor oferta de recursos que ofrece la cobertura bosque denso (refugio, alimento, entre otros), en relación a los pastos limpios, que es una cobertura homogenea y altamente intervenida por factores antrópicos, donde las especies generalistas son abundantes y fáciles de percibir.

Gremios tróficos: El gremio trófico más representativo en el área de estudio es el insectívoro con el 31% de las especies, seguido por los frugívoros con el 28% y los nectarívoros-insectívoros con el 17%. Estas proporciones reflejan una comunidad de aves que prefiere hábitats de buena calidad, es decir, con suficiente diversidad de plantas que permitan el mantenimiento de los recursos alimenticios (por ejemplo frutos e insectos); no obstante, considerando el porcentaje de especies de hábito insectívoro, se podría afirmar que la comunidad de aves de la zona de interés es adaptable a los cambios del ecosistema.

Cada gremio trófico cumple una función clave dentro del ecosistema, mantenimiento las condiciones del mismo, bien sea como agentes dispersores de semillas, polinizadores, biomasa disponible, depredadores o consumidores de carroña.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Aves de los gremios tróficos más representativos como las tángaras (Thraupidae), los colibríes (Trochilidae) y los atrapamoscas (Tyrannidae) representan categorías tróficas importantes cumpliendo funciones que pueden tanto directa como indirectamente beneficiar al hombre. Las tángaras y los colibríes son aves del gremio de los frugívoros y nectarívoros respectivamente, importantes en la dispersión de semillas y polinización; mientras que, algunas reinitas y atrapamoscas son aves insectívoras que ayudan a controlar poblaciones de insectos perjudiciales al ser humano. Además, otro grupo de aves como las rapaces (Falconidae y Accipitridae) son fundamentales en los ecosistemas actuando como depredadores y controladores naturales de algunas especies de altas tasas reproductivas como los roedores

Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia económica o cultural.: Considerando la Resolución 0192 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en febrero del 2014 y los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2015), para el área de influencia del Proyecto, se registraron dos especies categorizadas con cierto grado de amenaza, el Perico paramuno (Leptosittaca branickii) y el Terlaque pechiazul (Andigena nigrirostris) quienes se encuentran en la categoría de Vulnerable (VU) y Casi amenazado (NT) respectivamente. Estas dos especies enfrentan las mismas amenazas por la deforestación y pérdida de hábitat (del Hoyo et al., 1994).

En cuanto a las especies que se encuentran cobijadas bajo la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (2015) se incluyen todas las especies de las familias Trochilidae (colibríes), Accipitridae y Falconidae (águilas y halcones) en el Apéndice II . No se registraron especies de aves bajo los Apéndices I y III.

Las especies de la avifauna registradas en el área de influencia, presentan algunas presiones antrópicas que se generan en los ecosistemas en los que habitan, especialmente estas presiones están relacionadas a la pérdida de coberturas vegetales (bosque denso y vegetación secundaria), por actividades como la ganadería y la agricultura, las afectaciones van relacionadas con la disminución en disponibilidad de recursos como alimento, refuguio[sic] entre otros.

En términos generales los habitantes del área de influencia poseen una cultura de conservación hacia la avifauna, esto se debe principalmente a la influencia que tiene el Parque Nacional Natural los Nevados en la comunidad, esto ha hecho que las personas respeten a las especies y no se practique en la zona de estudio actividades de caza ni de comercialización de fauna silvestre.

Por otra parte, es importante destacar que la comunidad en la actualidad reconoce al cóndor como una especie de ave de alta importancia cultural, esto gracias al trabajo de sensibilización que ha realizado Parques Nacionales con la comunidad respecto a esta especie. Desde un punto de vista ecológico la importancia de esta especie dentro del ecosistema, se atribuye a que por tratarse de una especie carroñera, contribuye a eliminar restos de compuestos orgánicos de animales muertos y posee un papel fundamental en el reciclaje de nutrientes.

Ninguna de las especies registradas en el área de influencia del Proyecto presenta importancia económica, pues no se comercializan bien sea como mascotas o para la obtención de algún recurso.

Mastofauna

Composición y riqueza de especies

Entre los órdenes encontrados en el área de influencia del Proyecto, más del 85% de la riqueza de especies estuvo concentrada en los órdenes Chiroptera, Rodentia y Carnivora. Chiroptera registró la mayor riqueza relativa con el 37,5% (3 especies) del total de especies, seguido de Rodentia y Carnivora con dos especies cada una (25 %), mientras que el orden

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Didelphimorphia solo estuvo representada por una especie (12,5%). Solo dos órdenes estuvieron presentes en las tres coberturas, Rodentia y Carnívora mientras que Chiroptera y Didelphimorphia solo fueron registrados en Vegetación secundaria.

La distribución de las especies en el área de influencia con relación a las coberturas vegetales muestra una marcada tendencia hacia la ocurrencia de una mayor riqueza en vegetación secundaria (Vs), siendo esta la que posee un mayor registro con seis especies, mientras que en Bosque denso (Bd) y Pastos limpios (Pl) solo se encuentran tres especies registradas en cada uno.

Tanto Nasuella olivacea (Cusumbo andino), como Cerdocyon thous (Zorro) fueron observadas en todas las coberturas. Esto se puede explicar por el rango de acción de estas especies que es mayor al de los demás mamíferos registrados en la zona, además que son especies con alta capacidad de adaptación a ecosistemas alterados, ya que son generalistas en sus requerimientos ecológicos.

Gremios Tróficos

De acuerdo con sus preferencias y hábitos alimenticios (Emmons & Feer, 1999), las especies registradas en el área de estudio fueron asignadas a tres gremios tróficos: frugívoro, omnívoro, e insectívoro

Los frugívoros fueron el gremio más representativo con el 50% de las especies. Aunque estas especies son consideradas frugívoras de acuerdo con sus preferencias, pueden hacer uso ocasional de insectos y otros recursos alimenticios según su disponibilidad. Así mismo, su forrajeo se da en diferentes coberturas vegetales y estratos del bosque, lo que indicaría una repartición del recurso y por ende, una baja competencia interespecífica.
Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia económica o cultural.

Las ocho especies de mamíferos registradas en el área de influencia, se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC) (IUCN 2015), y a escala nacional no se consideran amenazadas (Rodríguez-Mahecha 2006, MADS 2014). De estas, solo el Zorro (Cerdocyon thous) está incluida en el Apéndice II de CITES.

Es importante resaltar que las especies de mamíferos registradas en el área de influencia del Proyecto, son susceptibles a los cambios antrópicos que se generen en los ecosistemas que en ellos habitan, especialmente a la pérdida de coberturas vegetales por actividades como la ganadería y la agricultura, las afectaciones van relacionadas con la disminución en disponibilidad de recursos como alimento, refugio entre otros.

Como sucede con la avifauna los habitantes del área de influencia poseen una cultura de conservación hacia los mamíferos, la influencia que tiene el parque nacional natural los Nevados en la comunidad ha hecho que la comunidad respete a las especies de mamíferos registradas en el presente estudio y no se practique por parte de la comunidad actividades de caza bien sea para consumo o para comercio.
No se registran usos para este grupo de vertebrados en el área de influencia del Proyecto.

Interacciones con el ambiente

Uno de los recursos más escenciales para los animales es el refugio ya que su disponibilidad puede afectar el uso de hábitat para algunas especies debido a que estos pueden ofrecer protección de depredadores y el clima, proveer sitios de apareamiento o hibernación. Muchas especies de mamíferos utilizan diversos refugios de acuerdo a sus requerimientos fisiológicos, comportamiento o adaptaciones morfológicas. Los murciélagos pueden emplear diferentes sitios de refugio, algunos prefieren huecos en árboles, cavidades rocosas (Anoura geoffroyi), cuevas o edificaciones (Myotis oxyotus), mientras otros modifican hojas de algunas especies para construir tiendas (Carollia brevicauda).

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Las especies registradas en el área de influencia pertenecen a tres gremios tróficos, considerando las preferencias alimenticias de cada especie documentada en la literatura especializada. Los diferentes tipos de vegetación y la diversidad de especies de plantas con frutos en las diferentes coberturas vegetales promueven las interacciones planta-animal y debido a que al ser especies de hábitos diferentes su forrajeo se da en diferentes coberturas vegetales y estratos del bosque, generando exclusión competitiva en donde hay una clara repartición de los recursos, por ende una baja competencia interespecífica. En la comunidad de quirópteros registrada en el área de influencia, el gremio frugívoro presentó la misma representatividad del gremio insectívoro (2 especies cada una). Este aspecto es un indicativo de la importancia de los murciélagos dentro del ecosistema como dispersores de semillas e igualmente como controladores de poblaciones de insectos en la zona de estudio.

Herpetofauna

Anfibios

Pese a las características del área, que en términos generales presenta bajas temperaturas y dominan las coberturas intervenidas, todas las coberturas aportaron un número significativo de especies de anfibios, posiblemente debido a la alta humedad, y la gran cantidad de cuerpos de agua como quebradas, arroyos, humedales y charcos temporales que se forman en este lugar. Del mismo modo, debido a que gran parte de las especies de anfibios registradas en el estudio son de hábitos generalistas, la manera como éstas responden frente a los disturbios del hábitat depende de su habilidad de adaptación y características poblacionales.

<u>Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia económica o cultural.</u>

De las nueve especies registradas en el área de influencia, ocho son endémicas para Colombia, de las cuales una (Colostethus fraterdanielii) se encuentra incluida en la categoría Casi amenzada (NT) por la UICN, lo que implica que existe evidencia de que la especie enfrenta un riesgo moderado de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo. Por su parte, la rana Hyloscirtus larinopygion se encuentra inmersa en la categoría de Casi amenazada (NT). Así mismo, C. fraterdanieli se encuentra en el apéndice II del CITES, al igual que todas las ranas de la familia Dendrobatidae por ser animales coloridos siendo de alto interés para los traficantes. Finalmente, según la Resolución 192 del 10 de febrero del 2014 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, ninguna de las especies observadas durante el muestreo está en algún grado de amenaza en el país.

Las especies de anfibios registradas en el área de influencia, presentan algunas presiones antrópicas por la contaminación del agua asociada a los productos químicos (abonos, fertilizantes, productos para el control de plagas) usados para la agricultura y ganadería.

En términos generales los habitantes del área de influencia poseen una cultura de conservación hacia los anfibios, esto se debe principalmente a la influencia que tiene el parque nacional natural los Nevados en la comunidad, esto ha hecho que las personas respeten a las especies y no se practique en la zona de estudio actividades de caza ni se comercializa fauna silvestre. No se registran usos para este grupo de vertebrados en el área de influencia.

Relaciones con el ambiente

Los recursos alimenticios de anfibios en el área de influencia fueron categorizados en dos grupos: no especialistas en hormigas (NE) y no especialista y carnívoro (NE, C) indicando la importancia de estos organismos como controladores de dinámicas poblacionales, especialmente de invertebrados. La mayoría de especies encontradas en la cobertura Pl son típicas de espacios abiertos, donde se presenta algún grado de intervención antropogénica debida a actividades de ganadería y agricultura. Es probable que una alta competencia por el microhábitat se presente en Pl, debido a una marcada ausencia de vegetación arbórea que promueva la estratificación vertical u horizontal de las especies. La dinámica de la

"Por medio del cual se solicita información adicional"

comunidad de anfibios evaluada dentro de las diferentes coberturas es compleja, ya que la cantidad de hábitats disponibles para ejecutar procesos de desarrollo, cortejo y alimentación puede ser mayor en unas coberturas que en otras presentándose sistemas inundables con y sin hojarasca, los cuales albergan tanto especies de hábitos generalistas como aquellas típicas de condiciones especiales.

Finalmente, aunque algunas especies son selectivas en su alimentación, los anfibios son generalmente considerados oportunistas, ya que sus dietas reflejan la disponibilidad del tipo y tamaño de las presas

Reptiles

Se registró un total de tres especies, distribuidas en el mismo número familias todas pertenecientes al orden Squamata. Del mismo modo, solo se registró un solo individuo para cada especie.

La baja diversidad de reptiles reportados en la zona de estudio se podría relacionar con las preferencias de hábitat de las especies y la probabilidad de detección de estas. En la vegetación secundaria y en los bosques densos son más abundantes las especies arborícolas, que presentan tasas de detección más bajas que algunas especies terrestres observadas frecuentemente en áreas abiertas. Por lo anterior, es probable que el bajo número de especies observadas en la zona de estudio esté relacionado con la baja detectabilidad. Así mismo, en gran parte del área de influencia del Proyecto existe una gran diversidad de plantas y hetorogeneidad en el paisaje, proporcionando una alta disponibilidad de microhábitat y refugios a los reptiles, haciendo que éstos sean más difíciles de encontrar.

En general las coberturas de Bosque denso y Pastos limpios presentaron una riqueza de una y dos especies respectivamente, mientras que para la vegetación secundaria no hubo registros.

Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia económica o cultural.

Ninguna de las especies de reptiles observadas en el área de estudio se encuentra en la Resolución 0192 del MADS (2014), amenazada por la UICN (2015) y tampoco en ningún apéndice del CITES (2015)

Las especies de reptiles registradas en el área de influencia, presentan algunas presiones antrópicas que se generan en los ecosistemas en los que habitan, especialmente estas presiones están relacionadas a la pérdida de coberturas vegetales (bosque denso y vegetación secundaria), por actividades como la ganadería y la agricultura, las afectaciones están relacionadas con la disminución en disponibilidad de recursos como alimento, refugio entre otros.

La comunidad no da uso a las especies de reptiles en el área de influencia del Proyecto, por lo cual no tiene aprovechamiento económico, bien sea para consumo o comercio.

Rutas y corredores de migración

Dentro del área de influencia del Proyecto se identificaron algunas especies de vertebrados terrestres reportadas actualmente como migratorias en el país

El área de influencia del Proyecto Geotérmico Macizo Volcánico del Ruiz no ha sido documentada como un sitio específico para la concentración estacional de aves migratorias boreales y australes, por lo que podría ser más bien una ruta de paso hacia bosques un poco más extensos al sur de los Andes y los Llanos Orientales, las especies migratorias, sobre todo las boreales, utilizan una gran diversidad de rutas de vuelo antes de distribuirse por el territorio nacional, y de igual forma pueden concentrarse en zonas cafeteras de Antioquia, Caldas, Risaralda y Quindío

"Por medio del cual se solicita información adicional"

La avifauna registrada en la zona de estudio está compuesta en su gran mayoría por especies residentes. Se registraron cinco especies migratorias: como el Gavilán aliancho (Buteo platypterus) y la reinita (Setophaga fusca) las cuales arribarían a la zona a lo largo del mes de octubre, para posteriormente regresar a Canadá y Estados Unidos en el mes de abril donde se reproducen.

Las cinco especies son migratorias boreales (provienen de Norteamérica). Estas especies pueden utilizar tres rutas principales de migración: la ruta de Centroamérica, que probablemente es la más utilizada, la ruta del Caribe y la del Atlántico. Es probable que las especies migratorias boreales, una vez arriben a Suramérica, utilicen para su movimiento otras rutas locales (Andes Centrales, Andes Orientales) y los valles interandinos (Cauca y Magdalena), para llegar a los puntos de concentración estacional.

Especies de fauna indicadoras de biodiversidad: *De las especies de aves, mamíferos y de herpetos, se registran algunas especies que podrían cumplir con los requisitos de especies indicadoras de biodiversidad, como el perico paramuno Leptosittaca branickii.*

Esto es principalmente debido a que estas especies habitan los bosques montanos húmedos tropicales, y poseen requerimientos ecológicos especializados, en cuanto a su alimentación y hábitat, evitando al máximo exponerse en los bordes de fragmentos de bosque o en áreas abiertas. Razón por la cual, en los lugares donde habita esta especie, podrían coexistir otras especies de fauna silvestre que prefieren vivir al interior de los bosques aprovechando la amplia disponibilidad de recursos que pueden encontrar dentro de éstos. La presencia o ausencia de algunas especies pueden indicar si un área determinada es biodiversa o no, como es el caso de especies endémicas y/o amenazadas, es el caso de Leptosittaca branickii y Andigena nigrirostris, especies asociadas a los ecosistemas más conservados del área de influencia del Proyecto (bosque denso).

Presiones sobre la fauna terrestre en el área de influencia: *Finalmente es importante destacar que la fauna en el área de influencia estuvo sometida a presiones relacionadas con la pérdida de cobertura vegetal por factores antrópicos como la ganadería y como la agricultura. Estas acciones llevaron a la disminución de biodiversidad en la zona de estudio y a fragmentación entre coberturas vegetales, afectando procesos fundamentales como el flujo genético entre poblaciones de las diferentes especies de vertebrados registrados en el área de influencia del Proyecto. Sin embargo esta intervención se generó al establecer la actividad económica de ganadería, y se destaca que la expansión de la frontera agropecuaria se estabilizó y que actualmente se mantienen las áreas de potreros sin crecimiento.*

Conectividad ecológica

Escenario sin Proyecto

La conectividad definida como "el grado en que el paisaje facilita o impide el movimiento de organismos o procesos entre los diferentes parches que lo componen, se evaluó con el cálculo de la distancia al vecino más cercano del mismo tipo de cobertura tomando como valor de referencia de conectividad (500 m) que según la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010), este es un valor para determinar si un parche aún posee conectividad con otro del mismo tipo o en un estado sucesional conservado, por encima de valores de 500 m se presenta un impedimento para el desplazamiento y la movilidad de algunas especies de fauna.

De acuerdo con los valores de distancia al vecino más cercano, el 100% de los parches se encuentran conectados a otro parche a una distancia menor 500 m, lo cual evidencia una alta conectividad entre los parches.

Para determinar la funcionalidad del contexto paisajístico se evaluó el efecto de borde a través del cálculo del área core o zona núcleo, la cual corresponde al hábitat interno de cada

"Por medio del cual se solicita información adicional"

parche y se considera fundamental para la presencia y el mantenimiento de la fauna y la flora de carácter especialista, es decir, más exigente en sus requerimientos ecológicos a diferencia de las especies generalistas, las cuales se presentan fácilmente hacia los bordes de los parches de bosque o en áreas altamente intervenidas (Forman, 1995).

Para el cálculo del área core, en cada parche se generó un buffer de 100 m. En total se obtuvo un área core de 208,09 ha entre todos los parches de bosque denso y vegetación secundaria, correspondiente al área disponible de hábitat interno para la fauna y la flora más especializada o con mayores requerimientos. Estas áreas se localizan principalmente en los parches de mayor tamaño del bosque denso

El 67 % de los parches presentan área core, indicando que el porcentaje restante se encuentran bajo el efecto de borde debido a las condiciones de tamaño y forma de los parches actuales, que no permiten diferenciar un área núcleo en su interior. En términos de área, del total de área de parches de bosque denso y vegetación secundaria equivalente a 919,57 ha, sólo el 22,63 % corresponden a áreas core, es decir, el 77,37 % del área de las coberturas naturales actuales en el área de influencia se encuentra bajo efecto de borde.

La heterogeneidad del escenario actual evaluada a partir de la complejidad de los arreglos espaciales en términos de su riqueza y dominancia, muestra que existe similar riqueza de especies en el bosque denso y la vegetación secundaria, presentándose valores levemente mayores de riqueza para la vegetación en el bosque denso. En general se observan bajos valores de dominancia, indicando la presencia de pocas especies dominantes.

Escenario con Proyecto

Con la intervención del Proyecto, se genera la pérdida de cobertura vegetal presente en el área de sustracción de la reserva y por tanto la partición de los parches de ecosistemas, aumentando el número de parches, de 12 a 26 parches. A pesar de este incremento, el 100 % de los parches continúan conectados a otros. De esta manera, se generarán parches con áreas menores, pero no tendrá efecto en términos de conectividad, ya que las distancias que se generan entre parches continúan siendo inferiores a 500 m, permitiendo el desplazamiento y la movilidad de las especies de fauna a distancias promedio de 24,02 m y 24,60 m entre parches de la misma cobertura.

Respecto a la funcionalidad ecosistémica, se estima que en términos funcionales, los corredores biológicos no tendrán una afectación significativa en su funcionamiento interno ni en las interrelaciones con las diferentes clases de coberturas de la zona, ya que a pesar de la introducción del Proyecto se sigue manteniendo el 97 % de área core disponible en el área de influencia. Se observa que hay una reducción en el porcentaje de parches con área core del 67% (sin Proyecto) al 30,77 %, debido a la generación de nuevos parches con la intervención del Proyecto. No obstante, en términos de área, no hay una reducción significativa del área core la cual pasa de 208,09 ha (sin Proyecto) a 202,39, debido a que la intervención se dará principalmente en áreas de borde.

Considerando que la mayor intervención se ocasionará sobre la cobertura de pastos limpios y la reducción en las áreas de bosque denso y vegetación secundaria será sólo del 1,14% (9,11 ha) y el 1,27 % (1,54 ha), respectivamente; se espera que no se generará un impacto significativo sobre la composición y diversidad de las especies en las coberturas presentes. Si bien hay una reducción en el área de estas coberturas, el impacto se ocasionará principalmente sobre áreas de borde en donde habitan especies generalistas, y se mantendrá la conectividad entre los parches, permitiendo la movilidad de la fauna. Así mismo, con la presencia del Proyecto se sigue manteniendo el 97 % de área core disponible en el área de influencia lo cual permitirá la permanencia de especies de fauna y flora de carácter especialista, o con mayores requerimientos de hábitat.

AMENAZAS Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL

Amenaza volcánica

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Los estudios de amenaza volcánica adelantados por Ingeominas en el volcán Nevado del Ruiz y volcán Santa Isabel, permitieron estimar el tipo de amenaza volcánica en el área de influencia del Proyecto. Parte del área de influencia se encuentran en amenaza alta por ocurrencia de flujos piroclásticos y lahares.

De acuerdo con el mapa de amenaza del Volcan Nevado del Ruiz, la amenaza alta incluye un área expuesta a la ocurrencia de flujos de lava, piroclásticos y de lodo, lahares, colapso y explosión de domos, proyectiles balísticos y piroclastos de caída formando capas mayores a 20 cm de espesor. La amenaza media hace referencia a un área expuesta a caída de piroclastos que forman capas entre 10 cm y 20 cm de espesor y para la amenaza baja el espesor de la capa generada por la caída de piroclástos es menor a 10 cm.

Amenaza sísmica

De acuerdo con la base de datos de la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC), la cual es operada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), en un radio de 200 km alrededor de la zona del Proyecto se han registrado desde el 03 de junio de 1993 hasta el 15 de julio de 2015, cerca de 18.800 eventos símicos de cualquier magnitud. La fecha de comienzo corresponde a la puesta en funcionamiento de la RSNC; la sismicidad anterior a esta fecha se considera como histórica e incluye 365 sismos en la zona de estudio.

Generalmente es aceptado que los sismos con Mw12 menores a 4,0 no representan ningún peligro ni para las personas ni para la infraestructura, por lo cual normalmente se eliminan los eventos menores a esta magnitud para realizar los análisis de peligro sísmicos. Luego de realizar el filtro se encontró que en el radio de 200 km (distancia epicentral13) se han presentado en total 428 eventos con estas características.

Según las características del sitio, la zona del Proyecto posee espesores de suelos muy pequeños lo cual hace que la vulnerabilidad ante eventos símicos sea mucho menor. De acuerdo NSR-1014 el municipio de Villamaría está considerado dentro de la zona de amenaza sísmica alta definida por dicho documento, con Aceleración pico efectiva (Aa) de 0,25g.

El Volcán Nevado del Ruiz ha tenido un monitoreo sismológico continuo desde 1985, a través de la red de estaciones sismológica instaladas en el Volcán Nevado del Ruiz (VNR). Estos estudios han permitido identificar fuentes sismogénicas en los alrededores del Cráter Arenas, al nororiente, sur, suroriente, suroccidente y occidente en profundidades que típicamente varían entre 0,3 km y 12,5 km. Para los años 2012, 2013 y 2014 la red registró un total de 52.703, 69.309 y 55.232 eventos respectivamente, con una magnitud máxima registrada de 4,4 de Magnitud Local (Octubre de 2013).

Amenaza por remoción en masa

La amenaza por remoción en masa en el área de estudio está condicionada por su localización sobre la región volcánica del Ruiz, zona de alta montaña, que se caracteriza por presentar pendientes muy inclinadas. Estos terrenos, constituidos parcialmente por capas de fragmentos de rocas volcánicas cubiertas por depósitos piroclásticos de caída intercalados con paleosuelos, en general exhiben condiciones geotécnicas buenas. En las zonas de intervención no se observan procesos morfodinámicos activos, con excepción de algunos procesos puntuales asociados a desgarres superficiales del suelo y caída de bloques.

Algunos detonantes de los movimientos en masa de las laderas en las regiones volcánicas son los eventos eruptivos, las precipitaciones intensas o la ocurrencia de sismos de gran magnitud, que generan que estos materiales se rompan y se muevan pendiente abajo.

Las áreas del Proyecto que requieren cortes o excavaciones, son susceptibles a presentar estos fenómenos. En las laderas se genera una condición de desconfinamiento, donde la

"Por medio del cual se solicita información adicional"

presión de poros puede facilitar el reacomodamiento de los bloques y el posterior desprendimiento de los mismos con generación de inestabilidad geotécnica.

De acuerdo con lo anterior, la amenaza por movimiento en masa está condicionada principalmente por las pendientes de las áreas a intervenir.

La mayor parte del área de intervención de las obras se encuentra en zonas de amenaza por remoción en masa baja.

ANÁLISIS AMBIENTAL

Conectividad ecológica y biodiversidad de los ecosistemas

Para el escenario actual, según lo descrito, se evidencia una alta conectividad entre los parches del área de influencia, de acuerdo con los valores de distancia al vecino más cercano, encontrándose que el 100% de los parches se encuentran conectados a otro parche a una distancia menor 500 m.

La heterogeneidad del escenario actual evaluada a partir de la complejidad de los arreglos espaciales en términos de su riqueza y dominancia, muestra que existe similar riqueza de especies en el bosque denso y la vegetación secundaria, presentándose valores levemente mayores de riqueza para la vegetación en el bosque denso. En general se observan bajos valores de dominancia, indicando la presencia de pocas especies dominantes.

Con la intervención del Proyecto, se genera la pérdida de cobertura vegetal presente en el área de sustracción de la reserva y por tanto la partición de los parches de ecosistemas, aumentando el número de parches, de 12 a 26 parches. A pesar de este incremento, el 100 % de los parches continúan conectados a otros. De esta manera, se generarán parches con áreas menores, pero no tendrá efecto en términos de conectividad, permitiendo el desplazamiento y la movilidad de las especies de fauna.

Respecto a la funcionalidad ecosistémica, se estima que en términos funcionales, los corredores biológicos no tendrán una afectación significativa en su funcionamiento interno ni en las interrelaciones con las diferentes clases de coberturas de la zona, ya que a pesar de la introducción del proyecto se sigue manteniendo el 97% de área core disponible en el área de influencia.

Amenazas naturales

El área de influencia indirecta de la sustracción de reserva se encuentra expuesta a riesgos por amenaza sísmica, volcánica y por remoción en masa.

La Reserva Forestal Central cumple un papel importante en el control de la erosión y en la regulación de disturbios ambientales. No obstante, considerando la baja extensión del área a sustraer y el tipo de cobertura vegetal (pastos limpios) y el uso actual del suelo (ganadería extensiva) predominantes en el AID, la incidencia de la sustracción del área requerida para el Proyecto no es significativa sobre los procesos de remoción en masa, previéndose pocas variaciones en el nivel de amenaza asociados a la sustracción de la reserva, aunque puede presentarse un ligero cambio en la estabilidad del suelo en el área de intervención de las obras debido al movimiento de tierra para el Proyecto y al tránsito de maquinaria y equipo durante el proceso constructivo para lo cual el Proyecto debe establecer e implementar las medidas de manejo para garantizar la estabilidad geotécnica de las obras.

Con respecto a la amenaza volcánica, ni la sustracción de la Reserva ni el desarrollo de las actividades del Proyecto, tendrán incidencia en el nivel de amenaza.

En relación con la amenaza sísmica, es importante anotar que los cambios de presión generados por la circulación de fluidos del reservorio hacia la superficie y de la superficie hacia el reservorio por la reinyección, causan microsismicidad. Se denominan microsismos

"Por medio del cual se solicita información adicional"

dado que su magnitud es muy baja (usualmente entre 0,6 y 2,5 en escala local), imperceptibles para las personas y sin potencial de daño para las áreas aledañas y la infraestructura del Proyecto. En este sentido la presión de reinyección será controlada para no generar efectos de sismicidad inducida que pudiere afectar las condiciones de la zona.

Red hidrológica e hidrogeológica

El área de influencia se encuentra en la cuenca hidrográfica del Río Claro, con abundante disponibilidad de agua y condiciones regulares a aceptables de calidad.

Con el Proyecto, se presentará intervención de algunos cauces principalmente para la construcción de obras de cruce de vías, además de la captación de agua para el abastecimiento del Proyecto y la descarga de las aguas residuales domésticas, previo tratamiento.

De acuerdo con la información sobre los usos y usuarios del agua en el área de influencia del Proyecto, se encuentra que ninguna de las fuentes de abastecimiento previstas, ni la fuente receptora del vertimiento, coincide con las fuentes hídricas donde se localizan las concesiones otorgadas por la Corporación. Lo anterior, aunado al hecho de que el caudal solicitado en todos de captación es mucho menor que el caudal mínimo de las fuentes de abastecimiento y la baja longitud de asimilación del vertimiento, permiten prever que no se presentarán condiciones de conflicto por el uso del recurso hídrico, ni afectación de los servicios ecosistémicos del agua.

Con respecto a la red hidrogeológica, el área de influencia presenta condiciones físicas y geomorfológicas con la generación de acuíferos locales en depósitos recientes y a través del fracturamiento en el macizo rocoso. Tanto los acuíferos de medio poroso como los de medio fisurado presentan baja vulnerabilidad intrínseca a la contaminación. No se presenta en la zona aprovechamiento del agua subterránea por parte de la comunidad.

Se encuentran, además, manantiales termales utilizados en algunos casos con fines recreativos.

Con la intervención del Proyecto, se prevé un efecto irrelevante de la perforación de pozos sobre la dinámica del agua subterránea, por la interrupción de las líneas de flujo, teniendo en cuenta el diámetro de los pozos (máx. 20" en superficie), el cronograma de perforación (un pozo por vez) y que el revestimiento e impermeabilización se realizará a medida que se ejecuta la perforación, así pues, el posible abatimiento del nivel freático será puntual y de carácter transitorio.

Servicios ecosistémicos

En el área de influencia los servicios ambientales más relevantes de la Reserva Forestal están relacionados con el aprovisionamiento de agua, los servicios de regulación y los servicios culturales del paisaje.

El aprovisionamiento de agua se realiza mediante captación de fuentes hídricas como la quebrada La Negra y pequeños nacimientos, para el desarrollo tanto de actividades cotidianas y domésticas como para ganadería y usos recreativos.

Los servicios culturales que ofrece el ecosistema en el entorno del Proyecto hacen alusión al disfrute escénico y a la recreación y el turismo que a su vez se deriva de la oferta paisajística.

Dentro de los servicios de regulación que se reconocen en el área de influencia se encuentran la regulación del clima, de la calidad del aire y del agua. Todos los servicios ecosistémicos de regulación mencionados se encuentran ligados a la cobertura vegetal boscosa y a los beneficios que se derivan de ésta.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Con la intervención del Proyecto, no se prevén afectaciones sobre los servicios de aprovisionamiento y regulación de la Reserva Forestal, dada la baja extensión de la remoción de cobertura vegetal.

En relación con los servicios culturales, el Proyecto generará un impacto sobre el paisaje debido a la introducción de nuevos elementos en el entorno, a pesar de que la topografía de la zona favorece la poca visibilidad del Proyecto. Se espera además que durante la fase de generación, la operación del campo geotérmico se sume a los atractivos turísticos de la zona, potenciando el desarrollo del ecoturismo por lo novedoso de esta tecnología en el país.

PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Áreas con restricciones menores: corresponde a las áreas donde se identifica menor afectación a los servicios ecosistémicos que presta la Reserva Forestal. En este caso las áreas con restricciones menores corresponden a zonas estables, en su mayoría con cobertura de pasto limpio y dedicación del suelo a la actividad ganadera, equivalentes al 89% del área a sustraer (82,8 ha).

Áreas con restricciones mayores: corresponde a las áreas donde se identifican las mayores afectaciones a los servicios ecosistémicos que presta la Reserva Forestal; en estas áreas se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones acordes con las actividades y etapas del Proyecto y con la sensibilidad ambiental de la zona. Para el Proyecto, las áreas con restricciones mayores corresponden al 11% (10,6 ha) del área de sustracción y está constituida por los fragmentos de bosque objeto de intervención, para lo cual deberán realizarse los trámites correspondientes para la obtención del permiso de aprovechamiento forestal, e implementar las medidas de manejo que permitan prevenir, minimizar y/o compensar los impactos asociados a la remoción de la cobertura vegetal.

En el área de influencia directa no se identificaron áreas de exclusión

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y RESTITUCIÓN POR SUSTRACCIÓN

Para la sustracción definitiva del área de la Reserva Central Forestal que será intervenida por el proyecto geotérmico Macizo Volcánico del Ruiz, se realizará la compensación mediante la adquisición de 93,35 ha equivalente al área que será sustraída. Esta área corresponde a la compensación por la sustracción del área de la reserva y es adicional a la que el proyecto compensará por pérdida de biodiversidad dentro de la licencia ambiental.

Para determinar el área para la compensación, se dará prioridad a la búsqueda de áreas en el área de influencia del proyecto dentro del área de reserva forestal. Allí, se identifican fragmentos de bosque denso y vegetación secundaria en las cuencas de la quebrada Molinos y el río Claro, cuyo tamaño puede ser ampliado a través de estrategias de restauración, incrementando el área de los fragmentos y por tanto la disponibilidad de hábitats para las especies de fauna y flora. La selección del área definitiva dependerá de la concertación con CORPOCALDAS, de acuerdo con las orientaciones que establezca dicha Corporación, viabilidad de manejo y prioridades de conservación en la región.

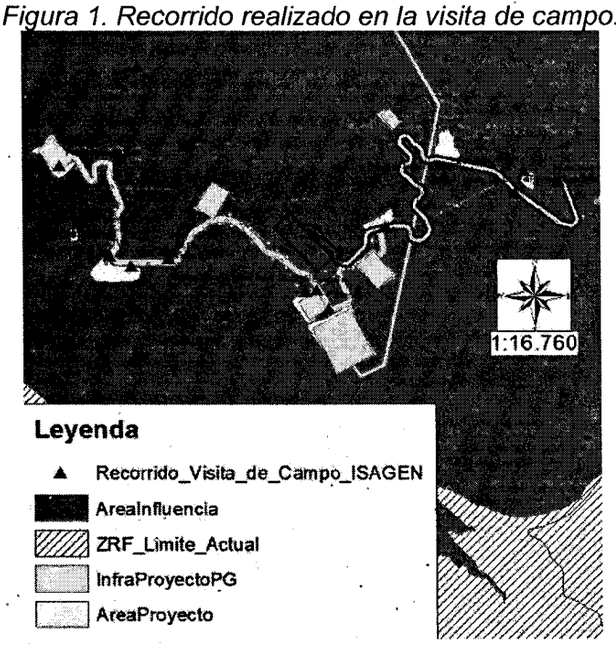
Las áreas de compensación serán destinadas a la protección y conservación. Con este objetivo, las estrategias de compensación podrían enfocarse en diferentes estrategias, que pueden desarrollarse según el estado de las áreas seleccionadas:

1. VISITA DE CAMPO

El día 18 de febrero se llevó a cabo el recorrido por las áreas donde, de acuerdo con la información presentada por la empresa, se proyecta la instalación de la infraestructura del Proyecto Geotérmico Macizo Volcánico del Ruiz, el recorrido se realizó con la compañía de tres profesionales de la empresa ISAGEN S.A. y una profesional de la empresa INTEGRAL, encargada de realizar el levantamiento de la información de la línea base; en la figura 1 se puede apreciar el recorrido realizado y los puntos visitados durante la visita.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Figura 1. Recorrido realizado en la visita de campo.



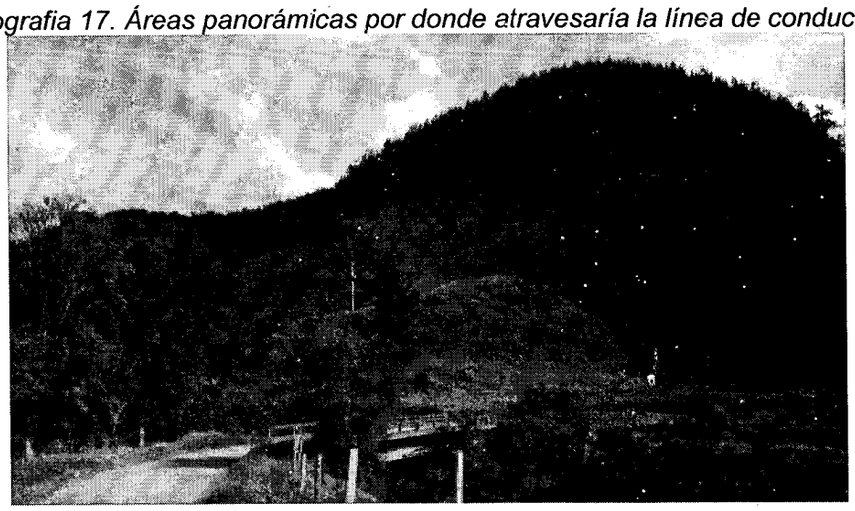
El punto de partida del recorrido fue el área donde se proyecta la instalación de la denominada "Plataforma A", la cual está localizada a un lado de la vía existente que conduce al Parque Nacional Natural Los Nevados, presenta poca pendiente y la cobertura presente en el área corresponde en su totalidad a pastos, rodeada en uno de sus costados por algunos árboles de eucalipto que al parecer cumplen la función de cerca viva al borde de la mencionada vía (ver fotografía 1).

Fotografía 1. Área donde se proyecta la localización de la plataforma A.

Posteriormente, siguiendo la vía que conduce del PNN Los Nevados hacia el municipio de Villamaría, se tomó la vía terciaria que comunica internamente a la población localizada en la vereda el Páramo, área donde se proyecta la localización de la mayor parte de la infraestructura asociada al proyecto; de acuerdo con lo señalado por la empresa, esta vía existente debido a condiciones topográficas y características tales como velocidad de diseño, ancho de banca y radio mínimo en curvas horizontales, no cumple las especificaciones técnicas necesarias para la circulación de los vehículos que se utilizarían en el proyecto, razón por la cual se realizó el diseño de un nuevo trazado de vía el cual en algunos puntos intervendría parches de vegetación boscosa (ver fotografía 2,3, 4 y 5).

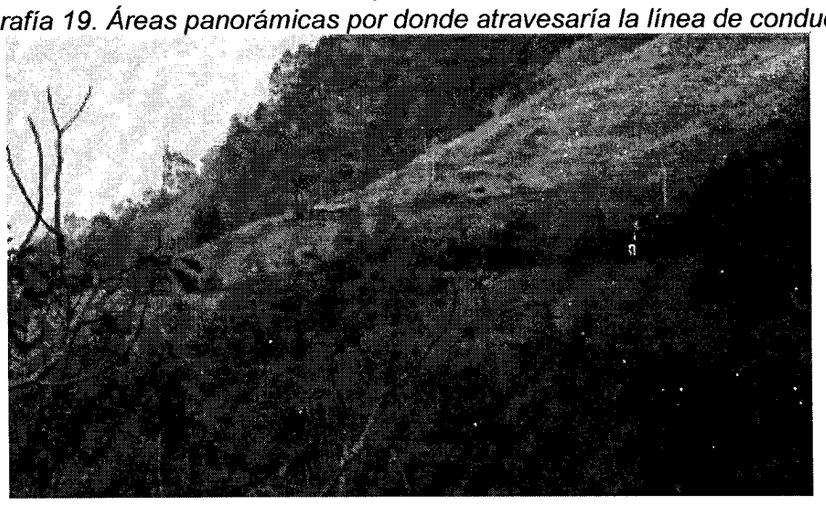
"Por medio del cual se solicita información adicional"

Fotografia 17. Áreas panorámicas por donde atravesaría la línea de conducción



Fotografía 18. Áreas panorámicas por donde atravesaría la línea de conducción

Fotografía 19. Áreas panorámicas por donde atravesaría la línea de conducción



3. CONSIDERACIONES

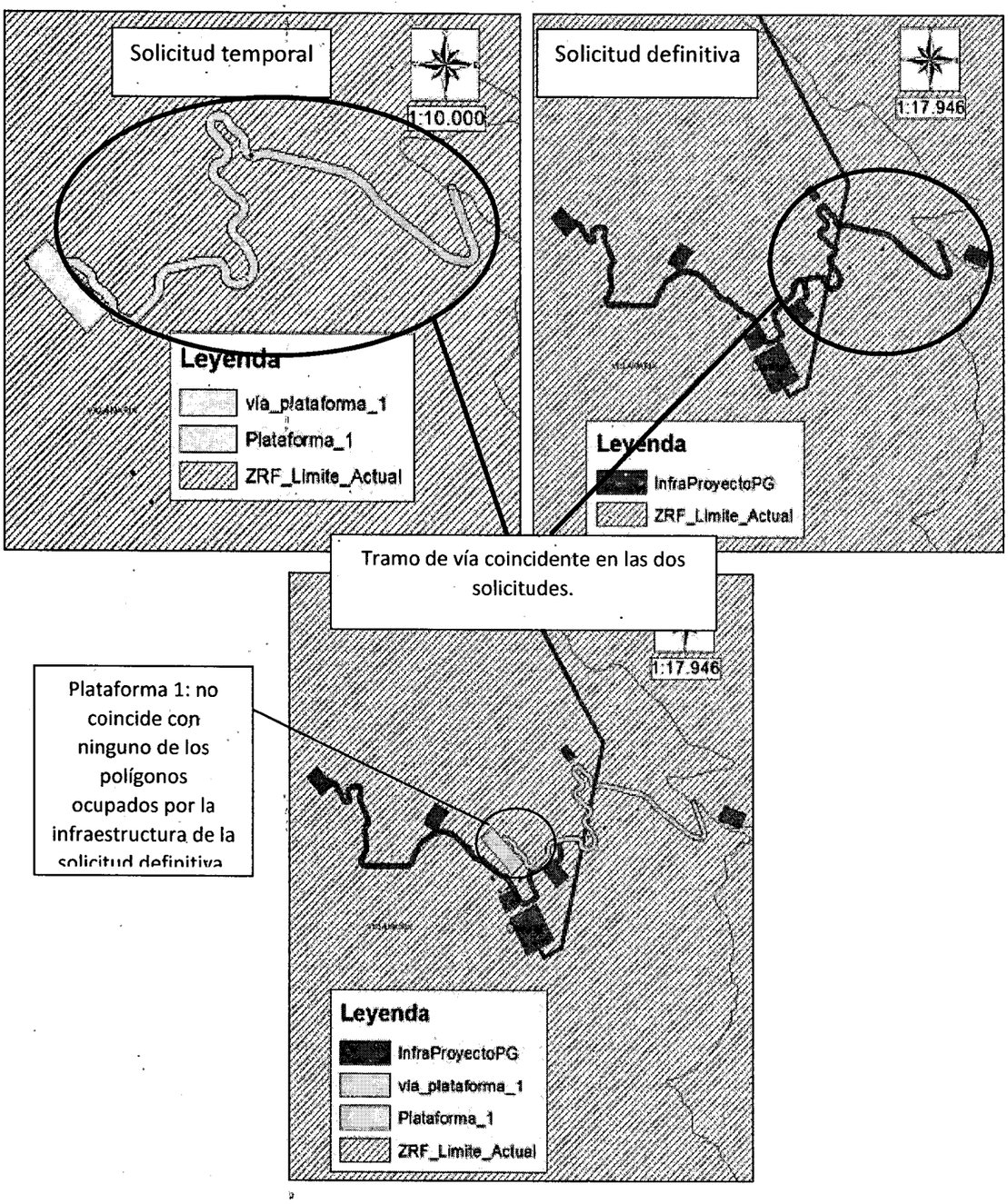
A continuación se presentan las consideraciones relacionadas con la solicitud de sustracción definitiva de un área en la Reserva Forestal Central, para el desarrollo del proyecto de "PROYECTO GEOTÉRMICO MACIZO VOLCÁNICO DEL RUIZ".

De acuerdo con la certificación No. 1117 del 10 de agosto de 2015, emitida por la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior, en el área del proyecto no se registra presencia de comunidades indígenas, minorías y Rom, así como tampoco de comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Con base en la información presentada por la empresa, el área solicitada en sustracción definitiva corresponde a un polígono de 93,35 hectáreas aproximadamente , al hacer un comparativo de las áreas solicitadas en sustracción definitiva con la información presentada para la solicitud de sustracción temporal, particularmente en el área correspondiente a la plataforma 1 y su vía de acceso, se identifica que el tramo inicial de la vía de acceso presentado en la solicitud de sustracción definitiva, coincide en su mayoría con el diseño de vía presentado para la sustracción temporal, sin embargo el área de localización de la plataforma 1 (correspondiente a la solicitud temporal) no coincide con ninguno de los polígonos de la infraestructura presentados para la solicitud definitiva (ver figura 2), por lo tanto el área correspondiente a la plataforma 1 continuaría siendo una solicitud de sustracción de tipo temporal.

Figura 2. Comparativo entre el área correspondiente a la plataforma 1 y su vía de acceso (solicitud de sustracción temporal) y la infraestructura correspondiente a la solicitud de sustracción definitiva.



"Por medio del cual se solicita información adicional"

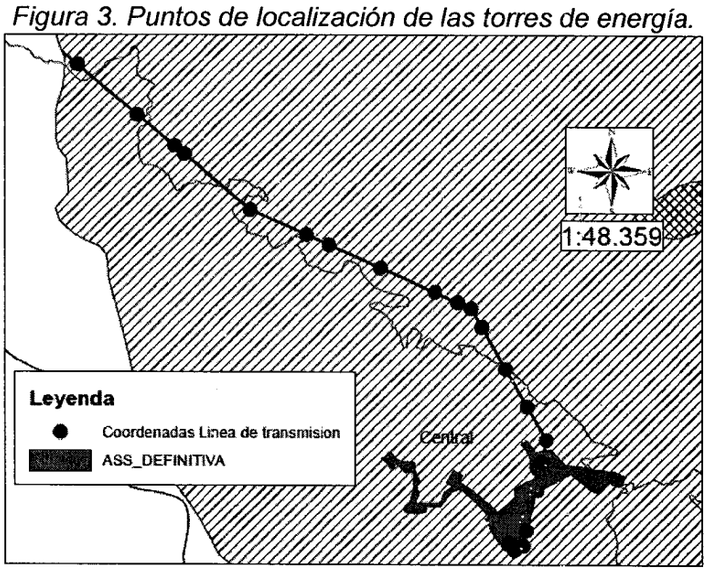
De acuerdo a lo establecido en el artículo 210 del Decreto Ley 2811 de 1974, si en área de reserva forestal, por razones de utilidad pública o interés social, es necesario realizar actividades económicas que impliquen remoción de bosques o cambio en el uso de los suelos o cualquiera otra actividad distinta del aprovechamiento racional de los bosques, se debe delimitar el área para ser previamente sustraída.

En este sentido la empresa informa que el área solicitada en sustracción corresponde a 93,35 ha, donde se adelantara la adecuación de áreas para la infraestructura asociada al proyecto que incluye lo siguiente : las plataformas A, B, C y R (Reinyección), la planta de generación de energía, la estación de separación, el campamento, las ZODME, la vía de acceso nueva y una sección de la servidumbre de línea de conexión (hasta la torre 19), las cuales en conjunto suman una superficie sobre la cual se generara un cambio de uso del suelo de 70.95 hectáreas, en este sentido se evidencia que existe un área de 22.4 hectáreas solicitadas en sustracción sobre las cuales no se define la ubicación de infraestructura alguna o un cambio de uso de suelo que justifique la sustracción de estas áreas.

Por otra parte, es preciso notar que dentro del documento se encuentra una inconsistencia con relación al área solicitada en sustracción, al mencionarse en el acápite de aprovechamiento forestal que "La construcción de las obras asociadas al Proyecto Geotérmico – Complemento EIA, implica un área de ocupación de 71,18 ha de las cuales 53,94 ha se encuentran en el área de sustracción (...)", lo cual genera confusión al momento de definir el área real que ocupará el proyecto y que justificaría la solicitud de sustracción definitiva.

En cuanto a los sitios de ubicación de las estructuras que forman parte del proyecto, no se evidencian las coordenadas que delimitan los polígonos donde se adelantará la instalación de cada una de las torres de conducción de energía, dentro de la información solamente se presentaron las coordenadas que indican puntos de ubicación de dichas torres (un par de coordenadas (X y Y) por cada punto) (tabla 3 y figura 3).

Figura 3. Puntos de localización de las torres de energía.



En relación con el área de influencia directa del proyecto o AID, de acuerdo con el documento técnico soporte de la solicitud de sustracción, esta área corresponde exactamente al mismo polígono que comprende el área solicitada a sustracción, señalándose que la delimitación de esta AID se realizó teniendo en cuenta que "por la magnitud de la intervención y la baja afectación de cobertura boscosa, no se presenta afectación sobre la conectividad del ecosistema ni sobre los servicios ecosistémicos ofrecidos por la Reserva", ante lo cual es preciso notar que los servicios ecosistémicos de la reserva no se limitan a la presencia o ausencia de coberturas boscosas, y que la afectación que eventualmente pueda llegar a generar el proyecto sobre dichos servicios, así como a la conectividad ecológica y a las dinámicas naturales de las poblaciones de fauna y flora del área no depende exclusivamente

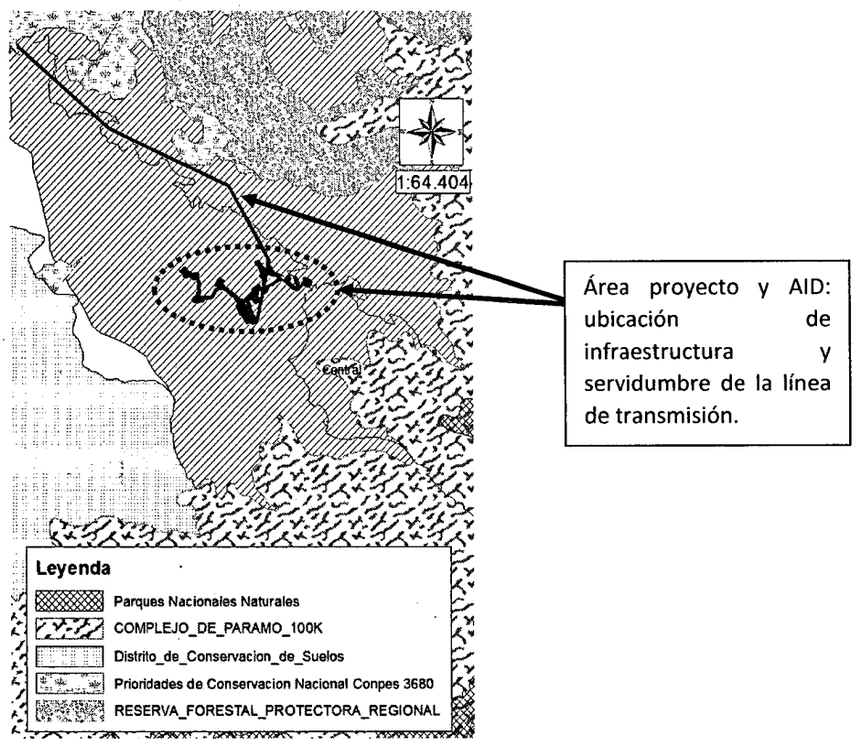
"Por medio del cual se solicita información adicional"

de la intervención sobre el área cubierta por dichas coberturas, sino de la afectación que se genere sobre los servicios ecosistémicos de la reserva, sobre los diferentes flujos que se establecen en el paisaje así como en los diferentes procesos que en él se desarrollan, entendiendo por configuración espacial no sólo la naturaleza de sus elementos (los usos del suelo o tipos de vegetación) sino las relaciones espaciales de vecindad, proximidad, forma, flujos de especies, materia, información y regulación de ciclos de nutrientes o de energía.

Por otra parte, los términos de referencia de la Resolución 1526 de 2012, establecen que para la identificación, delimitación y justificación del AID se debe considerar la afectación directa de la actividad sobre la oferta de servicios ecosistémicos que presta la reserva forestal, señalando además que el AID se debe espacializar respecto al área a sustraer, incluyendo los límites político-administrativos y la ubicación de las áreas protegidas del orden nacional, regional o local, aspecto que debió ser tenido en cuenta al momento de definir el AID del proyecto, puesto que en cercanías al área del proyecto se localizan varias áreas de importancia ambiental, como son la Reserva Forestal Protectora Regional Bosques de la Chec, el páramo de Los Nevados, el Distrito de Conservación de suelos Campoalegre y los Bosques Naturales del Orobioma Medio de Los Andes (definidos dentro de las prioridades de conservación Conpes 3680 por Parques Nacionales Naturales) las cuales no fueron tenidos en cuenta en la delimitación y análisis del AID (ver figura 4), donde hay presencia de una significativa importancia ecológica al albergar especies consideradas dentro de alguna categoría de conservación y al constituirse como cabecera generadora y reguladora del recurso hídrico y con alto valor para la conservación

Por lo anterior sería importante incluir en el área objeto de evaluación, que para el caso corresponde con las áreas de influencia, todos y cada uno de los aspectos que desde el punto de vista biofísico se verían afectados con la implementación del proyecto, incluyendo todos aquellos ecosistemas de importancia ambiental que se encuentran en cercanías del área del proyecto (ya sea que se encuentren dentro de alguna categoría de área protegida o por su configuración y composición ecológica), permitiendo así tener una visión integral y completa del territorio y sobre la posible afectación a los servicios ecosistémicos y a las dinámicas naturales de las poblaciones que en el habitan.

Figura 4. Ubicación del proyecto en cercanía de áreas de importancia ambiental.



"Por medio del cual se solicita información adicional"

que aportaban sus aguas a las corrientes subterráneas así posiblemente disminuyendo los caudales de estos.

En este sentido, para definir la afectación de los sistemas de aguas subterráneas y poder continuar con la evaluación de la solicitud de sustracción, se considera pertinente que se remita información sobre los cuerpos de agua subterránea ya sean de tipo termal o no termal, el análisis hidroquímico de las aguas subterráneas que determine si estas aguas están albergadas dentro de las fracturas de las rocas o si corresponde a un flujo a través de estas, el nivel piezométrico, las direcciones de flujo y un inventario de los manantiales de agua no termal en el área de estudio.

Es importante resaltar que a la fecha la empresa ha radicado dos solicitudes de sustracción, una temporal (que involucra solamente actividades de exploración) y una definitiva (que incluye actividades de exploración y uso del recurso geotérmico), por medio de las cuales se pretende determinar la viabilidad del aprovechamiento del potencial geotérmico del macizo volcánico del Nevado del Ruíz, en este sentido se infiere entonces que las dos solicitudes de sustracción convergen en un mismo objetivo que involucra la perforación de pozos de exploración, a partir de los cuales se hacen pruebas de producción que permiten evaluar los yacimientos identificados y establecer así la factibilidad económica del Proyecto.

Con base en lo anterior y de acuerdo a la información entregada por la empresa, el proyecto incluye el desarrollo de un total de siete fases, de las cuales a la fecha solamente se han desarrollado las fases 1 y 2 (factibilidad básica y Estudios de investigación complementarios), que comprenden en términos generales levantamiento de información básica (primaria y secundaria) que no implicó en su desarrollo cambio de uso de suelo o afectación en la oferta de los servicios ecosistémicos de la reserva por lo cual no fue necesario requerir una sustracción para su desarrollo.

La fase tres denominada Perforación exploratoria, implica un cambio de uso de suelo y por ende requiere de una sustracción para su desarrollo por encontrarse dentro de una zona de reserva forestal de Ley 2 de 1959, esta exploración comprende la perforación de pozos exploratorios de 2 a 3 km de profundidad por medio de los cuales se conoce la dinámica, composición y potencial geotérmico del acuífero evaluado con lo cual posteriormente se pueden llevar a cabo las fases subsiguientes que involucran las actividades de Perforación de pozos de producción y reinyección, construcción de la planta, Generación de energía, Cierre y abandono que se desarrollarían en el área objeto de la solicitud de sustracción definitiva.

Con base en lo anterior, de acuerdo con las experiencias a nivel mundial sobre el tema de geotermia (México, Argentina, Costa Rica, Japón entre otros países), se establece que no es posible comprobar si el recurso geotérmico existe en la cantidad y calidad aprovechable, hasta tanto se ejecute la fase de factibilidad o exploración, que para el caso se desarrollaría en el marco de la solicitud de sustracción temporal, a desarrollarse en las plataformas exploratorias 1, 4, 5, 8 y 9, con base en la cual se lograría comprobar la existencia y calidad del recurso geotérmico para definir la capacidad y tipo de planta a instalar, el sitio para la localización de la planta, el número y la localización de los pozos de producción y reinyección, así como de las facilidades requeridas, vías, líneas de conducción y demás aspectos propios del desarrollo de la actividad.

Así entonces es importante resaltar que de acuerdo con la teoría y experiencias existentes sobre explotación geotérmica, las actividades correspondientes a las fases 4, 5, 6 y 7 que se enmarcan en la solicitud de sustracción definitiva, no podrían desarrollarse hasta tanto la fase de exploración arroje los resultados que permitan determinar la existencia y viabilidad del potencial de los acuíferos a ser evaluados; en este sentido es importante resaltar que adyacente al área solicitada en sustracción definitiva se encuentra la plataforma exploratoria 1 que hace parte de la solicitud de sustracción temporal, con la cual es posible determinar el potencial de este acuífero y poder así obtener mayor claridad del recurso a explotar y determinar así a futuro la procedencia de una sustracción definitiva que implicaría un cambio definitivo del uso de suelo y sobre la oferta de servicios ecosistémicos de la reserva.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Sumado a lo anterior, es importante resaltar que en el marco de la sustracción temporal se hará necesario llevar a cabo monitoreos sobre diferentes componentes, y con base en los resultados se espera poder evaluar efectivamente el nivel de afectación que tendría el desarrollo de este tipo de proyectos en áreas que revisten una alta importancia ambiental como es el área en cuestión, pues es claro que este proyecto sería el primero de su tipo en desarrollarse en el país por lo cual es necesario conocer sus efectos en los ecosistemas donde se pretende implementar, y con ello poder establecer si un cambio definitivo en el uso del suelo en un área como la solicitada, genera o no una afectación significativa en la oferta de servicios ecosistémicos de la reserva, que podría llegar a afectar a comunidades humanas, de fauna y flora que son por lo demás sensibles por encontrarse en cercanía de ecosistemas estratégicos como son los páramos y otras categorías de conservación como parques naturales, distritos de manejo de suelos, reservas forestales regionales, entre otros y que se encuentran presentes en cercanías del área solicitada en sustracción definitiva.

4. CONCEPTO

Teniendo en cuenta la documentación y la información de soporte presentada por la empresa ISAGEN S.A. y las consideraciones precedentes, para la sustracción definitiva de un área ubicada en la Reserva Forestal Central establecida mediante Ley 2da de 1959, en el Municipio de Villa María en el departamento de Caldas, ésta Dirección considera necesario que la empresa remita la siguiente información adicional con el fin de poder continuar con el proceso de evaluación de la solicitud:

a) Hacer claridad sobre el área solicitada en sustracción, teniendo en cuenta que existen valores diferentes que hacen referencia a dicha área dentro del documento técnico remitido, además de remitir también la justificación del porque se están pidiendo áreas sobre las cuales no se proyecta un cambio de uso de suelo.

b) Remitir las coordenadas que delimitan las poligonales de las áreas que ocuparan cada una de las torres de conducción de energía, indicando el origen y el sistema de proyección de coordenadas empleado.

c) Incluir en la definición del Área de Influencia Directa aquellos ecosistemas de importancia ambiental que se encuentran en cercanías del área del proyecto, ya sea que se encuentren dentro de alguna categoría de área protegida o por su configuración y composición ecológica, sobre la nueva área se deberá realizar el análisis de la afectación del proyecto sobre la oferta de servicios ecosistémicos de la reserva, la afectación sobre la conectividad ecológica, el análisis ambiental (análisis del estado del área con y sin sustracción), amenazas y susceptibilidad ambiental asociados al proyecto y presentar con base en esta nueva área la propuesta de zonificación ambiental.

d) Justificar desde el punto de vista técnico la solicitud de sustracción definitiva, tomando en cuenta los aspectos mencionados en la parte considerativa de este concepto, y el hecho de que aún no se ha dado cumplimiento a la fase exploratoria del proyecto, necesaria para comprobar la existencia del recurso geotérmico, su calidad y la cantidad disponible para la generación de energía eléctrica.

e) Remitir información hidrogeológica del área de estudio en donde se presente una caracterización de los cuerpos de agua subterránea identificando niveles piezométricos, la conexión de estos cuerpos con aguas superficiales, un inventario de manantiales de agua termal y no termal, y un análisis hidroquímico.

(...)"

"Por medio del cual se solicita información adicional"

FUNDAMENTOS JURÍDICOS

Que a través del artículo 1° de la Ley 2ª de 1959 y el Decreto 111 de 1959, se establecieron con carácter de "Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General", las áreas de **reserva forestal nacional del Central**, Pacífico, del Río Magdalena, de la Sierra Nevada de Santa Marta, de la Serranía de los Motilones, del Cocuy y de la Amazonía, para el desarrollo de la economía forestal y la protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre.

Que el **literal b)** del artículo 1 de la Ley 2ª de 1959 dispuso:

> *b) Zona de Reserva Forestal Central, comprendida dentro de los siguientes límites generales: Una zona de 15 kilómetros hacia el lado Oeste, y otra, 15 kilómetros hacia el este del divorcio de aguas de la Cordillera Central, desde el Cerro Bordoncillo, aproximadamente a 20 kilómetros al Este de Pasto, hasta el Cerro de Los Prados al Norte de Sonsón;*

Que conforme a los artículos 206 y 207 del Decreto – Ley 2811 de 1974, se denomina área de Reserva Forestal la zona de propiedad pública o privada reservada para destinarla exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales, las cuales solo podrán destinarse al aprovechamiento racional permanente de los bosques que en ella existan o se establezcan, garantizando la recuperación y supervivencia de los mismos.

Que el artículo 210 del Decreto– Ley 2811 de 1974 señala que:

> *"... Si en área de reserva forestal, por razones de utilidad pública o interés social, es necesario realizar actividades económicas que impliquen remoción de bosques o cambio en el uso de los suelos o cualquiera otra actividad distinta del aprovechamiento racional de los bosques, la zona afectada deberá, debidamente delimitada, ser previamente sustraída de la reserva.*

Que el inciso segundo del artículo 204 de la ley 1450 de 2011 estableció:

> *"... Las autoridades ambientales, en el marco de sus competencias, y con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales adoptados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, podrán declarar, reservar, alinderar, realinderar, sustraer, integrar o recategorizar las áreas de reserva forestal. En los casos en que proceda la sustracción de las áreas de reserva forestal, sea esta temporal o definitiva, la autoridad ambiental competente impondrá al interesado en la sustracción, las medidas de compensación, restauración y recuperación a que haya lugar, sin perjuicio de las que sean impuestas en virtud del desarrollo de la actividad que se pretenda desarrollar en el área sustraída. Para el caso de sustracción temporal, las compensaciones se establecerán de acuerdo con el área afectada..."*

Que el numeral 14 del Artículo 2 del Decreto ley 3570 de 2011, señaló a este Ministerio la función de:

> *"**14.** Reservar y alinderar las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales; declarar, reservar, alinderar, realinderar, sustraer, integrar o recategorizar las áreas de reserva forestal nacionales, reglamentar su uso y funcionamiento."*

Que mediante Resolución 1526 del 3 de septiembre de 2012 se establecen los requisitos el procedimiento para la sustracción de áreas en las Reservas Forestales

"Por medio del cual se solicita información adicional"

Nacionales y Regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social.

Una vez evaluada la información presentada por la empresa **ISAGEN S.A. E.S.P,** en el concepto técnico No 036 de 10 de junio de 2016, este Ministerio encuentra pertinente requerirle información adicional, la cual es necesaria para entrar a decir sobre la viabilidad o no de la solicitud de sustracción definitiva de un área de la Reserva Forestal Central establecida mediante Ley 2ª de 1959, acogiendo lo establecidos en el numeral 2 de la Resolución 1526 de 2012.

Que mediante Resolución No. 0053 del 24 de enero de 2012, el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, delegó en el Director de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos la función de "Suscribir los actos administrativos relacionados con las sustracciones de reservas forestales de carácter nacional".

Que mediante la Resolución 0844 del 7 de junio de 2016, se encarga en el empleo de Director Técnico, Código 0100, Grado 22 de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, de la planta de personal del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible al señor **LUIS FRANCISCO CAMARGO FAJARDO,** identificado con la Cédula de Ciudadanía 91.423.177, titular con derechos de carrera del empleo de profesional especializado, Código 2028, Grado 14 de la planta de personal del Ministerio.

Que en mérito de lo expuesto,

D I S P O N E

Artículo 1.-Requerir a la empresa **ISAGEN S.A. E.S.P** , para que dentro del término de seis (6) meses, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, allegue a la Dirección la de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos la siguiente información:

a. Aclarar el área solicitada en sustracción, teniendo en cuenta que existen valores diferentes que hacen referencia a dicha área dentro del documento técnico remitido, adicionalmente presentar la justificación del porqué se están solicitando áreas sobre las cuales no se proyecta un cambio de uso de suelo.

b. Remitir las coordenadas que delimitan las poligonales de las áreas que ocuparan cada una de las torres de conducción de energía, indicando el origen y el sistema de proyección de coordenadas empleado.

c. Incluir en la definición del Área de Influencia Directa aquellos ecosistemas de importancia ambiental que se encuentran en cercanías del área del proyecto, ya sea que se encuentren dentro de alguna categoría de área protegida o por su configuración y composición ecológica.

   Sobre la nueva área se deberá realizar el análisis de la afectación del proyecto sobre la oferta de servicios ecosistémicos de la reserva, la afectación sobre la conectividad ecológica, el análisis ambiental (análisis del estado del área con y sin sustracción), amenazas y susceptibilidad ambiental asociados al proyecto y presentar con base en esta nueva área la propuesta de zonificación ambiental.

"Por medio del cual se solicita información adicional"

d. Justificación desde el punto de vista técnico de la solicitud de sustracción definitiva, tomando en cuenta los aspectos mencionados en la parte considerativa del presente acto administrativo, y el hecho de que aún no se ha dado cumplimiento a la fase exploratoria del proyecto, necesaria para comprobar la existencia del recurso geotérmico, su calidad y la cantidad disponible para la generación de energía eléctrica.

e. Remitir información hidrogeológica del área de estudio en donde se presente una caracterización de los cuerpos de agua subterránea identificando niveles piezométricos, la conexión de estos cuerpos con aguas superficiales, un inventario de manantiales de agua termal y no termal, y un análisis hidroquímico.

Artículo 2.- Notificar el presente acto administrativo representante legal de la empresa ISAGEN S.A. E.S.P, o a su apoderado legalmente constituido

Artículo 3.- Publicar el presente acto administrativo en la página web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Artículo 4.- Contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición de conformidad con los artículos 74, 76 y 77 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo

NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C., a los 18 JUL 2016

LUIS FRANCISCO CAMARGO FAJARDO
Director de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (E)

Proyectó: Yenny Paola Lozano Romero./ Abogada DBBSE MADS
Expediente: SRF0240