



**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE  
PROYECTOS UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO**



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA  
LICENCIA AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE  
HIERRO DE LA MINA PERICOS, UBICADA EN LA VEREDA LA TRINIDAD  
MUNICIPIO DE GUASCA, CUNDINAMARCA**

**Contrato de Concesión GJ4-081  
CAPÍTULO 6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL**



Bogotá D.C., enero de 2019

## **CAPÍTULO 6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL**

### **CONTENIDO**

6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL .....	3
6.1 MARCO CONCEPTUAL PARA EL DESARROLLO DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....	3
6.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	3
6.2.1. Elementos de evaluación y análisis .....	4
6.3. DETERMINACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	4
6.3.1. SENSIBILIDAD DEL MEDIO FÍSICO.....	4
6.3.1.1. Resultados de sensibilidad obtenidos para el medio físico.....	8
6.3.2. SENSIBILIDAD DEL MEDIO BIÓTICO .....	9
6.3.2.1. Resultados de sensibilidad obtenidos para el medio biótico .....	11
6.3.3. SENSIBILIDAD DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO .....	13
6.3.3.1. Resultados de sensibilidad obtenidos para el medio socioeconómico.....	13
6.4. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	15
6.4.1. SENSIBILIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	15

## LISTA DE TABLAS

Tabla 6.1 Elementos de evaluación y análisis para la zonificación ambiental.....	5
Tabla 6.2 Calificación de sensibilidad por el medio físico.....	6
Tabla 6.3 Calificación de sensibilidad por el medio biótico .....	11
Tabla 6.4 Calificación de sensibilidad por el medio socioeconómico .....	14
Tabla 6.5. Categorías de zonificación ambiental.....	16
Tabla 6.6. Categorías de zonificación ambiental .....	17

## LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1 Zonificación ambiental intermedia – Medio abiótico.....	10
Figura 6.2 Zonificación ambiental intermedia – Medio biótico.....	13
Figura 6.3 Zonificación ambiental intermedia – Medio socioeconómico .....	15
Figura 6.4 Distribución porcentual de la zonificación ambiental.....	17
Figura 6.5 Zonificación ambiental del área de estudio .....	18

## **6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL**

### **6.1.MARCO CONCEPTUAL PARA EL DESARROLLO DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL**

La metodología de zonificación ambiental utiliza la información obtenida de la caracterización socioambiental del área de influencia preliminar, la cual ha sido debidamente colectada, interpretada, sectorizada y georreferenciada a una escala adecuada, proporcionando un mapa síntesis que abstrae y ubica los diferentes sectores con sus respectivos grados de restricción, información requerida al momento de la planeación del presente proyecto.

### **6.2.ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Para cada componente sujeto al proceso de zonificación (medios físico, biótico y socioeconómico), se seleccionaron los elementos representativos para el área de influencia a nivel socioambiental, los cuales se definen como aquellos susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto al *status quo* (estado, funciones ecosistémicas y servicios ambientales y/o sociales actuales); para así establecer unidades con características homogéneas, que generen áreas en términos de Sensibilidad.

Para el desarrollo de este se siguieron los siguientes pasos, en base de la metodología propuesta por la Geóloga Alejandrina Vanegas:

- Se seleccionan la información temática que será utilizada para cada medio.
- Se asigna un valor de Sensibilidad a cada unidad de cada mapa temático seleccionado, ese valor es establecido por los especialistas de cada área de acuerdo con el uso, el servicio actual y la susceptibilidad al daño que tenga la unidad.
- El valor que se asigna, es un valor cualitativo de 1 a 5, Siendo el 5 el valor de mayor sensibilidad o restricción en el componente y 1 el de menor sensibilidad o menor restricción en el componente ambiental (Tabla 6.1).
- Luego con la ayuda de las herramientas que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se cruzan los diferentes mapas, colocando la sensibilidad respectiva y se obtienen inicialmente los mapas intermedios para cada Medio Ambiental.

- Finalmente, una vez obtenidos los mapas de zonificación intermedios, estos se superponen y se categorizan según las categorías de sensibilidad Alta, Media y Baja obteniendo así la zonificación Ambiental.

### 6.2.1. Elementos de evaluación y análisis

Para determinar la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto se analizó la sensibilidad de cada uno de los componentes de los medios físico, biótico y socioeconómico.

En la Tabla 6.1 se presenta de forma específica los elementos evaluados para cada uno de ellos.

Tabla 6.1 Elementos de evaluación y análisis para la zonificación ambiental

Medio	Elemento	Sensibilidad
<b>Físico</b>	Geología	Litología
	Uso Potencial del suelo	Clase agrológica
	Hidrogeología	Productividad
	Hidrología	Cruce cuerpos de agua
	Paisaje	Unidades del Paisaje
	Geomorfología	Tipo de Relieve
<b>Biótico</b>	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres
	Forestal	Coberturas de la tierra
<b>Socioeconómico</b>	Económico	Tamaño de predios

Fuente: Autores

### 6.3.DETERMINACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

A continuación, se presenta la evaluación y análisis de los elementos incluidos para establecer la sensibilidad ambiental del área de influencia del proyecto, especificando los resultados obtenidos para cada uno de los medios.

#### 6.3.1. SENSIBILIDAD DEL MEDIO FÍSICO

Para determinar la sensibilidad del medio físico se consideraron los siguientes componentes: geología, uso potencial del suelo, hidrogeología, hidrología, paisaje y geomorfología.

Tabla 6.2 Calificación de sensibilidad por el medio físico

<b>MEDIO FÍSICO</b>				
<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
Geología (G)	La susceptibilidad que tienen las rocas a la descomposición por los procesos de meteorización.	K2cp Formación Chipaque	4	Es más sensible a descomponerse mineralógicamente, porque son más susceptibles a los procesos demeteorización, es decir, a generar inestabilidad.
		Cuaternario Q1si Formación Río Siecha	2	Son bloques o gravas sueltas de gran tamaño, es decir, capas muy gruesas con bloques y fragmentos subangulares envueltos en una matriz arcillosa; mineralógicamente son elementos estables, son más resistentes, por ende, su susceptibilidad es más baja.
Geomorfología (GEO)	Relieve: la susceptibilidad está dada por la pendiente del terreno, que lo hace entre más pendiente más inestable.	Crestones con forma Revés y Frente	4	Formadas por rocas sedimentarias, tipo limolitas, lodolitas y arcillolitas; se desarrollan principalmente en pendientes de 25-50%. Presenta una sensibilidad alta debido a que presenta una pendiente ligeramente escarpada a ligeramente empinada, es decir, a mayor pendiente mayor inestabilidad.
		Vallecito con forma de Vega	3	Vega es una forma de terreno constituida por depósitos de sedimentos aluvio coluviales mixtos; se desarrollan principalmente en pendientes de 7-12%. Presenta una susceptibilidad media debido a que se dan en pendientes bajas, es decir, son terrenos moderadamente inclinados, por lo que a menor pendiente mayor estabilidad del terreno.

<b>MEDIO FÍSICO</b>				
<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
		Abanico Terraza con forma de Ápice	3	El Ápice es una forma de terreno constituido por depósitos detríticos medios y finos de origen glaciar y aluvial; se desarrollan principalmente en pendientes de 7-12%. Presenta una susceptibilidad media debido a que se dan en pendientes bajas, es decir, son terrenos moderadamente inclinados, por lo que a menor pendiente mayor estabilidad del terreno.
Hidrogeología (HIDG)	Productividad	KPgu - Acuitardo Guaduas	2	Se le da calificación de 2 por ser unidades litológicas de muy baja productividad (0,01 l/s/m) e importancia hidrogeológica. En donde, de ser intervenidas no sufrirán ninguna alteración en su capacidad de oferta en el corto plazo y su recuperación se puede presentar por mecanismos naturales en el mediano plazo.
		Ksch – Acuifugo Chipaque	2	
		Qal – Depósitos aluviales Acuífero	3	Se le da calificación de 3 por ser una unidad litológica de mediana productividad (1,0 y 2,0 l/s/m) e importancia hidrogeológica. Que permite el almacenamiento y circulación de aguas debido a su porosidad primaria y permeabilidad. En donde, de ser intervenida se pueden ocasionar modificaciones considerables al acuífero.
Suelos (SUE)	Clases agrológicas	Clase IV	3	Se le da calificación de 3 por presentar limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos. Se pueden utilizar en ganadería con un manejo técnico de los potreros.
		Clase VII	5	Se le da clasificación de 5 por presentar limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos y ganadería. Este tipo de suelos solo pueden ser usados en bosques protectores y aptitud forestal.

<b>MEDIO FÍSICO</b>				
<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
Hidrología (HID)	Cruces cuerpos de agua	Quebrada Los Curies	5	Las fuentes hídricas son generadoras de servicios ecosistémicos de gran importancia tanto para la regulación y control de los elementos físico y bióticos como para las poblaciones que se benefician de forma directa de ellas, por lo tanto, se valora con la mayor calificación (5). Se toma un buffer de 30 metros que corresponde a la zona de protección de las rondas hídricas.
		Quebrada Boquerón	5	
Paisaje (PA)	Unidades del Paisaje: Porción del territorio caracterizadas por una combinación específica de componentes paisajísticos de naturaleza ambiental, cultural, perceptiva y simbólica; se determinaron según los usos del suelo, cobertura vegetal y extensión de visibilidad desde el punto de observación dentro del área del proyecto.	1 (Matriz de uso agropecuario)	3	Localizada al noreste del área actual de uso del proyecto. Este territorio presenta parcelaciones típicas de uso agropecuario con ocasionales viviendas alejadas entre sí hasta la cabecera municipal. Adicionalmente se encuentran elementos lineales naturales constituidos por las cercas vivas y bosques ribereños de cuerpos de aguas corrientes pequeñas.
		3 (Relictos del bosque y sub-páramo)	4	Localizado dentro del área del proyecto y al oeste de la misma. Posee vegetación sucesional temprana, ribereña y relictos de vegetación de sub-páramo con flora nativa. Representa la cobertura más densa del sector oeste del territorio a pesar que hacia el flanco este se encuentre el área de explotación minera.

Fuente: Autores

### 6.3.1.1. Resultados de sensibilidad obtenidos para el medio físico

La zonificación intermedia para el medio abiótico está dada por la siguiente ecuación:

- Sensibilidad abiótica =  $\sum G+GEO+HIDG+SUE+HID+PA$
- Sensibilidad abiótica = Geología (3) + Geomorfología (3.3) + Hidrogeología (2.3) + Suelos (4) + Hidrología (5) + Paisaje (3.5)

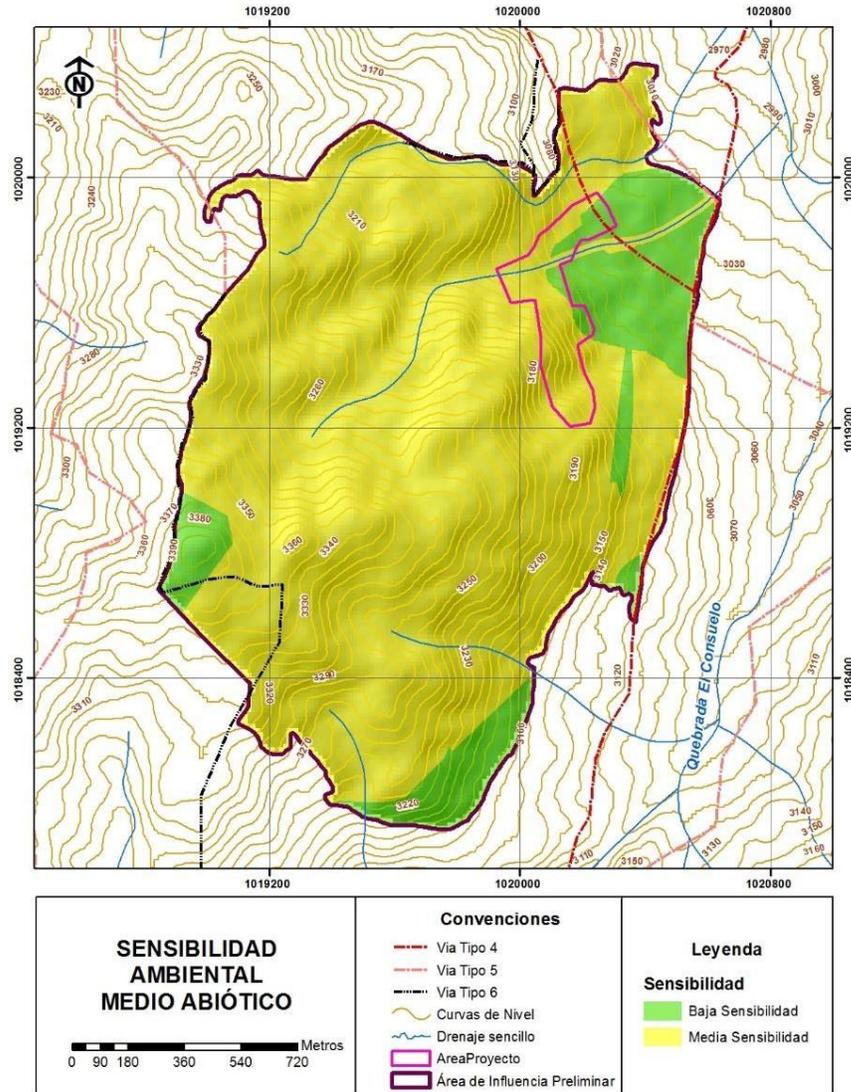
Se obtendrán valores entre 7 y 35, por lo anterior:

Clasificación	Valores
Alta sensibilidad	35 – 26
Media sensibilidad	25 – 17
Baja sensibilidad	16 - 7

Dando como resultado una sensibilidad: Media (21.1).

En la Figura 6.1 se presenta la zonificación intermedia con base en la calificación de la Tabla 6.2, donde el 13,8% del área presenta una baja sensibilidad y el 86,2% restante corresponde a una media sensibilidad. Es decir, no se presentaron calificaciones mayores a 25.

Figura 6.1 Zonificación ambiental intermedia – Medio abiótico



Fuente: Autores

### 6.3.2. SENSIBILIDAD DEL MEDIO BIÓTICO

Para determinar la sensibilidad del medio biótico se consideraron los siguientes elementos: ecosistemas terrestres, y coberturas.

Tabla 6.3 Calificación de sensibilidad por el medio biótico

<b>MEDIO BIÓTICO</b>				
<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
Forestal (F)	Sensibilidad de las coberturas de la tierra a los impactos de explotación minera en el área de influencia	Zonas industriales	1	Son zonas altamente intervenidas, con muy poca cobertura vegetal de carácter herbáceo
		Red vial	1	Son zonas altamente intervenidas, con muy poca cobertura vegetal de carácter herbáceo
		Zonas de extracción minera	1	Son zonas altamente intervenidas, con muy poca cobertura vegetal de carácter herbáceo
		Otros cultivos transitorios y terrenos en preparación	1	Las zonas de cultivos indican una transformación antrópica marcada, en la cual se ha perdido la cobertura natural existente
		Pastos limpios	1	Es una cobertura producto de la intervención antrópica, caracterizada por la introducción de especies no nativas que se encuentran en constante manejo tecnológico.
		Pastos enmalezados o enrastrados	2	Son coberturas compuestas por pastos y malezas, lo cual se debe principalmente a escasas prácticas de manejo o por abandono.
		Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4	Son bosques naturales donde hubo presencia de intervención humana y se encuentra en recuperación por lo tanto el bosque mantiene su estructura original.
		Bosque de galería y ripario	5	Son coberturas de vital importancia para las fuentes hídricas, su presencia indica la existencia de cursos de agua permanentes o temporales.
		Vegetación secundaria alta	4	Son coberturas principalmente arbóreas que se presentan después de un proceso de deforestación, se desarrolla luego de varios años de la intervención original.

MEDIO BIÓTICO				
Componente	Criterio	Elemento	Valor	Justificación
Ecosistemas (E)	Ecosistemas Terrestres	Orobioma andino y altoandino cordillera oriental	4	Estos ecosistemas se encuentran en el límite altitudinal continuo desde el bosque subandino al subpáramo en una distribución zonal que fluctúa por condiciones edáfico-climáticas. Estas fluctuaciones pueden deberse a factores antropogénicos y/o relacionados con el grado de exposición al viento. (IAvH, 2006)
		Orobioma de páramo altoandino cordillera oriental	5	Es un ecosistema altamente sensible, debido a las relaciones particulares entre factores físicos, bióticos y antrópicos, donde subsisten comunidades y especies con una adaptación singular a condiciones climáticas extremas.

Fuente: Autores

### 6.3.2.1. Resultados de sensibilidad obtenidos para el medio biótico

La zonificación intermedia para el medio abiótico está dada por la siguiente ecuación:

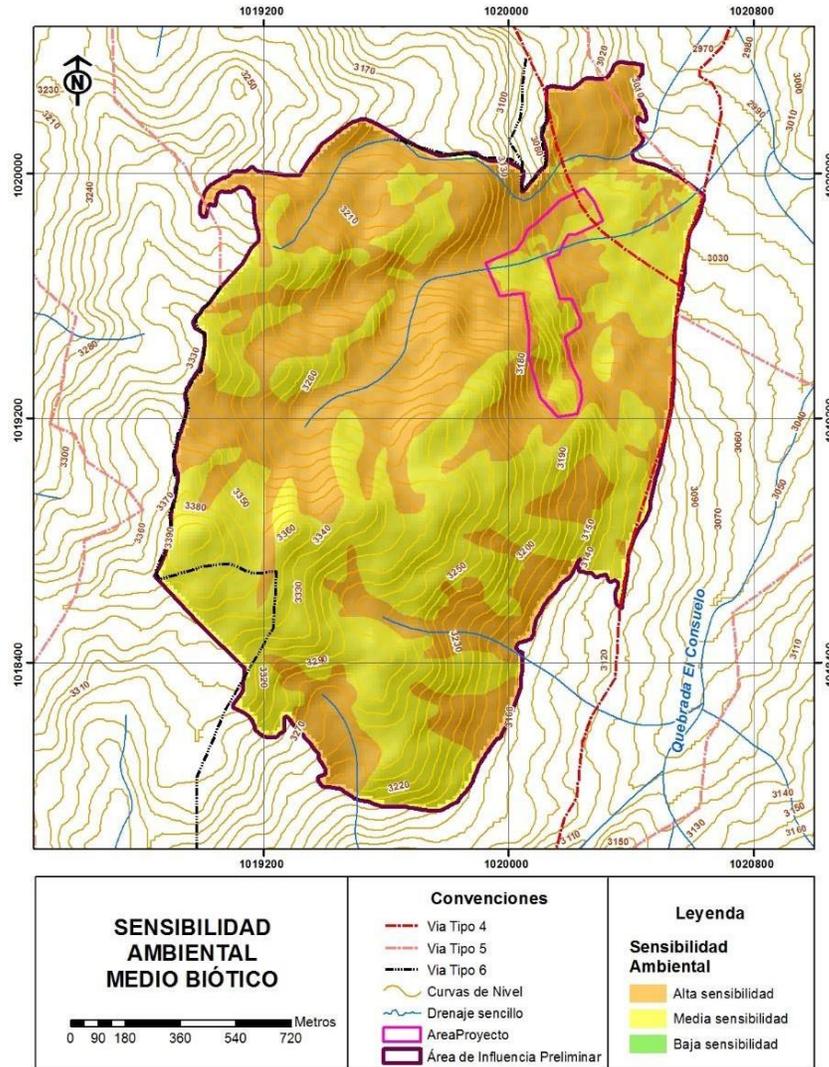
$$\text{Sensibilidad abiótica} = \sum F + E$$

Sensibilidad abiótica= Forestal (2) + Ecosistemas (4.5) Se obtendrán valores entre 2 y 10, por lo anterior:

Clasificación	Valores
Alta sensibilidad	10 – 8
Media sensibilidad	7 – 5
Baja sensibilidad	4- 2

Dando como resultado una sensibilidad: Media (6.5)

Figura 6.2 Zonificación ambiental intermedia – Medio biótico



Fuente: Autores

En la anterior figura se presenta la zonificación intermedia del medio biótico, con base en la calificación de la Tabla 6.3, donde el 50,84% del área presenta una alta sensibilidad, relacionada principalmente por el buffer sobrepuesto a los cuerpos de agua lotico en el área de estudio. Las áreas de mediana sensibilidad suman 49,14% y por ultimo las áreas de baja sensibilidad suma un mínimo porcentaje poco significativo de 0,002%.

Las áreas de alta sensibilidad se presentan principalmente por el tipo de ecosistema en el que se desarrolla el área de influencia del proyecto, el cual representa un elemento que es sensible a afectarse de manera negativa por las actividades del proyecto.

### 6.3.3. SENSIBILIDAD DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para determinar la sensibilidad del medio socioeconómico se considera el siguiente y único elemento: predios.

Tabla 6.4 Calificación de sensibilidad por el medio socioeconómico

<b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>				
<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
Económico (E)	Características que presenta la vereda Trinidad en el tamaño de los predios que incide en su capacidad de enfrentar proyectos que alteren su condición actual.	Minifundio	5	Predios menores a 2 Hectáreas. Son pequeñas propiedades que por su tamaño no pueden ser objeto de una explotación racional
		Pequeña propiedad	4	Predios entre 2 – 6 Hectáreas. Predios deficitarios que no obstante a las mejoras que se le incorporen no llega a rendir el mínimo necesario para subsistencia de una familia agraria
		Mediana propiedad	3	Predios entre 6 – 30 Hectáreas.
		Gran propiedad	2	Predios mayores a 30 Hectáreas. Es la gran extensión de tierra que se encuentra en manos de una sola persona natural o jurídica.

Fuente: Autores

#### 6.3.3.1. Resultados de sensibilidad obtenidos para el medio socioeconómico

La zonificación intermedia para el medio abiótico está dada por la siguiente ecuación:

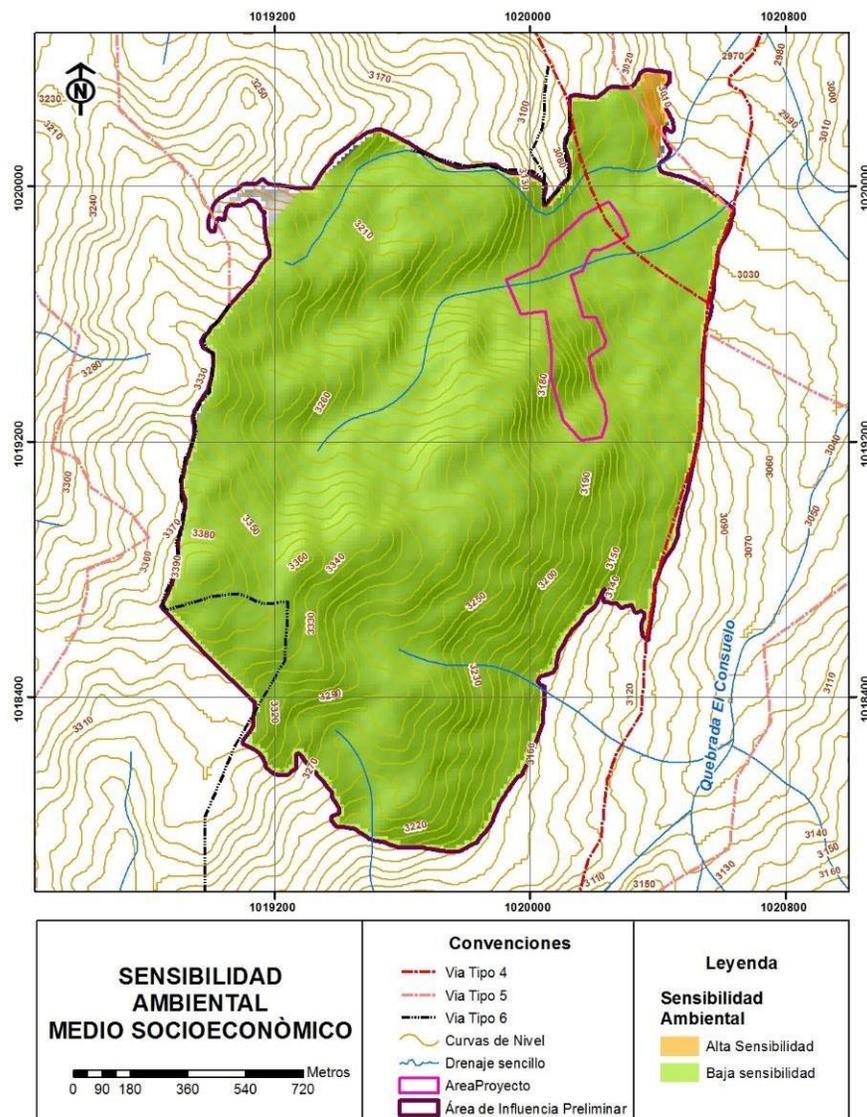
Sensibilidad socioeconómica =  $\sum E$  Sensibilidad socioeconómica = 3.5

Se obtendrán valores entre 1 y 5, por lo anterior:

Clasificación	Valores
Alta sensibilidad	5
Media sensibilidad	4 – 3
Baja sensibilidad	2 – 1

Dando como resultado una sensibilidad: Media (3.5)

Figura 6.3 Zonificación ambiental intermedia – Medio socioeconómico



Fuente: Autores

El área de influencia del proyecto presenta en su gran mayoría una baja sensibilidad ambiental, el 98,85% de las 282,15 ha que comprenden el área del proyecto son de baja sensibilidad, ya que corresponden respecto a la tenencia de la tierra en la vereda Trinidad corresponde en su mayoría a grandes propietarios.

#### 6.4. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Una vez evaluados en cada medio las sensibilidades resultado de cada calificación, se realizó la sobreposición de las tres zonificaciones intermedias, estableciendo las categorías presentadas en la Tabla 6.5, en la cual la categoría de sensibilidad más alta será la categoría dominante, por el carácter sensible que en cualquiera de los tres medios puede representar para el área de estudio.

Tabla 6.5. Categorías de zonificación ambiental

<b>Sensibilidad</b>			
<b>Abiótico</b>	<b>Biótico</b>	<b>Socioeconómico</b>	<b>Ambiental</b>
Media	Alta	Alta	Alta
Media	Alta	Baja	Alta
Media	Media	Alta	Alta
Media	Media	Baja	Media
Media	Baja	Alta	Alta
Media	Baja	Baja	Media
Baja	Alta	Alta	Alta
Baja	Alta	Baja	Alta
Baja	Media	Alta	Alta
Baja	Media	Baja	Media
Baja	Baja	Alta	Alta
Baja	Baja	Baja	Baja

Fuente: Autores

##### 6.4.1. SENSIBILIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Una vez realizada la sobreposición de las zonificaciones intermedias y aplicando las categorías mencionadas anteriormente en la Tabla 6.5, se genera la zonificación ambiental para el área de estudio, donde las sensibilidades alta y media presentan valores porcentuales similares (Tabla 6.6), la sensibilidad baja se encuentra concentrada, con un área de 26,92 hectáreas y representa el 9,54% del área (Figura 6.4) ubicadas en los extremos del área de influencia (Figura 6.5).

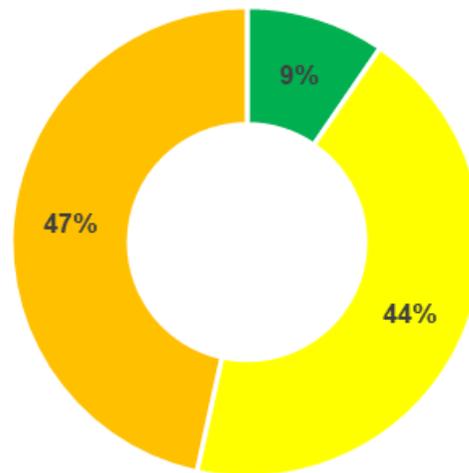
Tabla 6.6. Categorías de zonificación ambiental

Sensibilidad	Área (ha)	Porcentaje (%)
Baja	26,92	9,54
Media	123,82	43,89
Alta	131,39	46,57
<b>TOTAL</b>	<b>282,15</b>	<b>100</b>

Fuente: Autores

Figura 6.4 Distribución porcentual de la zonificación ambiental

■ Baja ■ Media ■ Alta

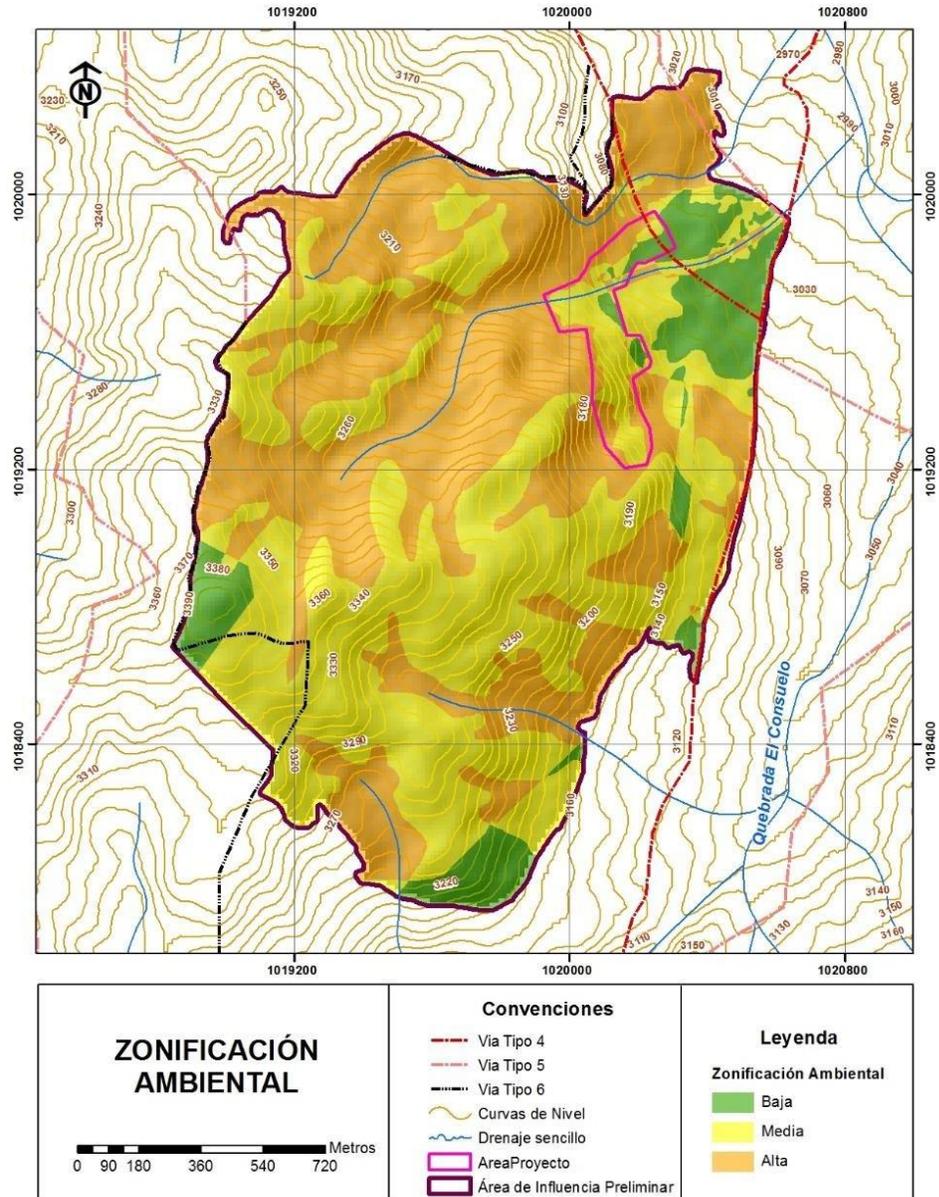


Fuente: Autores

Las áreas de sensibilidad alta responden a las áreas del medio biótico ubicadas en el Orobioma de páramo altoandino cordillera oriental, ecosistema de amplia distribución en el área de la vereda Trinidad, y representa el mayor el ítem calificado de mayor sensibilidad, pero que no se ubica significativamente en el área del proyecto, pues sus relaciones particulares entre factores físicos, bióticos y antrópicos, y la subsistencia de comunidades y especies con una adaptación singular a condiciones climáticas extremas condicionan su carácter de sensibilidad alta.

Las áreas de sensibilidad baja corresponden al área de sensibilidad baja en medio abiótico que sumado a la sensibilidad baja del componente socioeconómico. Las rondas de protección de las quebradas Los Curíes y Boquerón representan un área importante de sensibilidad alta por los servicios ecosistémicos que generan y el beneficio en las comunidades bióticas y sociales del área.

Figura 6.5 Zonificación ambiental del área de estudio



Fuente: Autores