

## ANEXO A.

### METODOLOGÍA

# ANÁLISIS ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA SUBESTACIÓN NORTE 110 kV Y OBRAS ASOCIADAS

**Bogotá D.C., 2015**

Av. Calle 26N°69D-91, Torre1, Piso 9º, Bogotá D.C.  
PBX (57) 1 222 06 01 FAX: 221 95 37  
Línea Gratuita Nacional 01800 911 729  
[www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)



**MinMinas**  
Ministerio de Minas y Energía



## ÍNDICE

METODOLOGÍA.....	3
------------------	---

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Variables de áreas relevantes.....</i>	14
<i>Tabla 2 Variables medio físico.....</i>	15
<i>Tabla 3 Variable clases agrológicas.....</i>	18
<i>Tabla 4 Variable zonificación sísmica.....</i>	19
<i>Tabla 5 Variable susceptibilidad de remoción en masa.....</i>	19
<i>Tabla 6 Variables medio biótico.....</i>	20
<i>Tabla 7 Variable ecosistemas.....</i>	20
<i>Tabla 8 Agrupación de los ecosistemas teniendo en cuenta el Nivel 2 de Corine Land Cover.....</i>	21
<i>Tabla 9 Variable susceptibilidad a incendios.....</i>	21
<i>Tabla 10 Variables medio socioeconómico.....</i>	22
<i>Tabla 11 Variable conflicto de uso del suelo.....</i>	23
<i>Tabla 12 Variable conflicto sociopolítico.....</i>	24
<i>Tabla 13 Grado de sensibilidad.....</i>	24

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Flujograma Metodología.....</i>	4
<i>Figura 2. Metodología de zonificación para los proyectos.....</i>	12

## METODOLOGÍA

### **ANÁLISIS ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA SUBESTACIÓN NORTE 110 kV Y OBRAS ASOCIADAS**

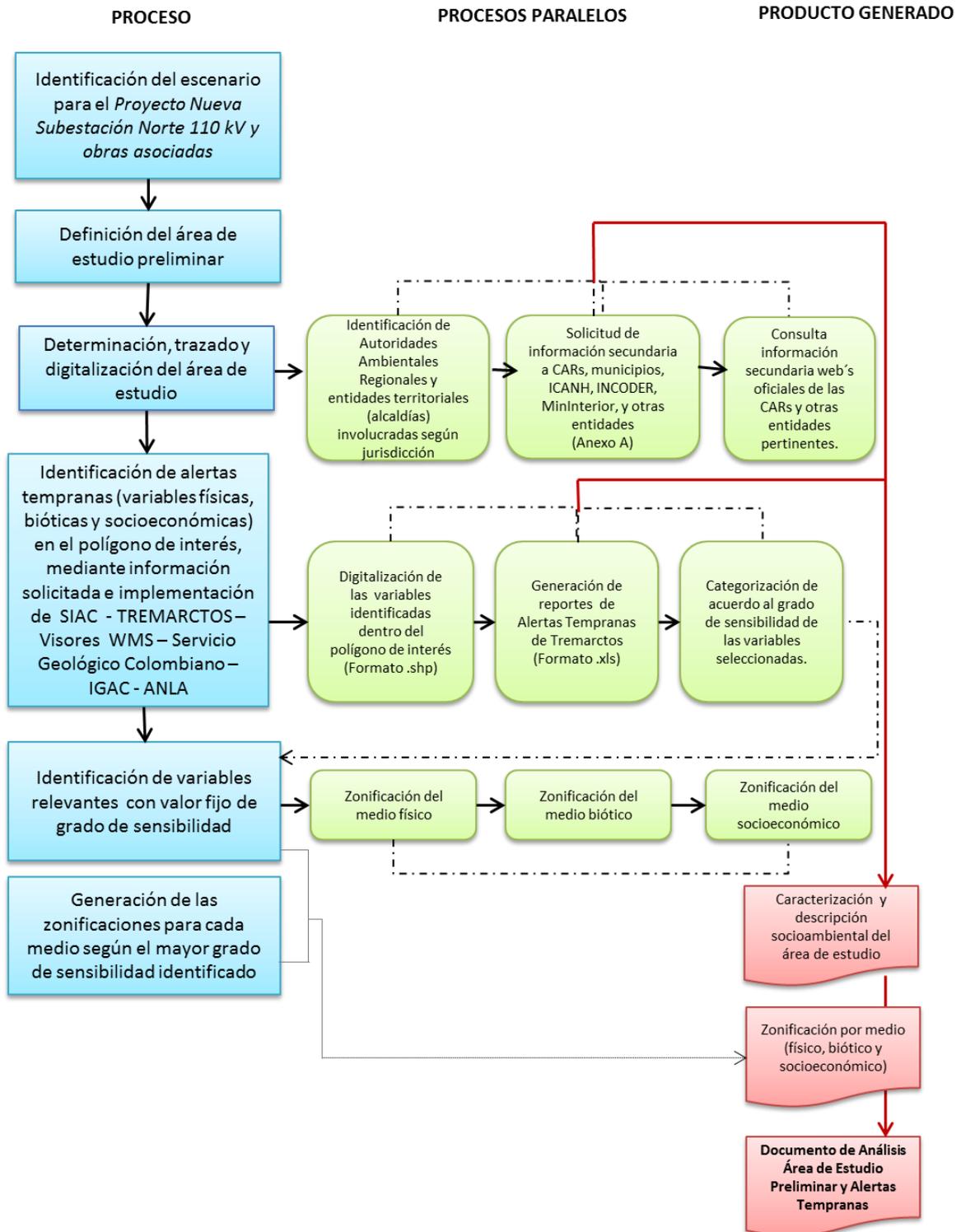
Para el análisis del área de estudio preliminar y alertas tempranas del Proyecto *Nueva Subestación Norte 110 kV y obras asociadas*, se utilizaron como herramientas básicas la normatividad relacionada con el POT vigente para la ciudad de Barranquilla y el PBOT vigente del municipio de Puerto Colombia, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, información de tipo técnico y los aplicativos del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC y el Tremarctos Colombia versión 3.0, con el objeto de describir y caracterizar el polígono que demarca el área estudio donde podría desarrollarse el proyecto.

Además de la información que brindan los aplicativos, se tuvo en cuenta información disponible de diferentes entidades nacionales como Parques Nacionales Naturales, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia (IAvH), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y de la Autoridad Ambiental de Orden Regional presente en el área de estudio Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA y el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente Barranquilla – DAMAB.

Con la información recopilada y disponible en las diferentes fuentes, se realizó un análisis de variables relevantes y por medio (físico, biótico y socioeconómico), lo que permitió generar una zonificación ambiental informativa para el inversionista.

El flujograma que se presenta en la Figura 1 permite comprender el proceso metodológico para la elaboración del presente documento.

Figura 1. Flujoograma Metodología



Fuente: Consultor, 2015.

Para el Proyecto, se realizó una caracterización preliminar ambiental del área de estudio, teniendo en cuenta principalmente los términos de referencia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) de proyectos lineales (DA-TER-3-01) expedidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2006, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; así como Anexos Ambientales desarrollados para las anteriores Convocatorias UPME.

La caracterización ambiental se desarrolló con base en la recopilación y análisis de información secundaria, así:

1. Inicialmente se definió, desde el área técnica y ambiental, un polígono que delimita preliminarmente el área de interés para desarrollar el proyecto, teniendo en cuenta criterios de cercanía a vías, topografía de la zona, presencia de servidumbres y con mínima afectación a centros poblados intermedios. Así mismo, se consideraron criterios de mínima afectación a áreas protegidas, zonas de expansión urbana y comunidades étnicas en caso de presentarse.
2. Se revisó la información publicada en el portal web oficial de los municipios de Barranquilla y Puerto Colombia, y de la autoridad ambiental con influencia en la zona; así como la cartografía ilustrativa de portales SIG (Sistema de Información Geográfica), o visores.
3. Se consultaron los visores geográficos, del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC y del Sistema de Información de Alertas Tempranas TREMARCTOS Colombia versión 3.0, herramientas que ayudan a la identificación del conjunto de áreas sensibles ambientales, sociales y culturales; y sirven como instrumento de apoyo previo en la toma de decisiones sobre el grado de complejidad en la gestión ambiental que requeriría el proyecto, obra o actividad en una zona geográfica de análisis.

La herramienta SIAC se sustenta en un proceso de concertación interinstitucional, intersectorial e interdisciplinario, liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y los Institutos de Investigación Ambiental: el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), así como las Unidades Administrativas Especiales, el Sistema de Parques Nacionales y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA<sup>1</sup>. En general esta herramienta proporciona la siguiente información:

<sup>1</sup>Disponible en <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=69&conID=261>.

- **Información SIAC**

Recurso agua

- Humedales.
- Oferta.
- Demanda.
- Calidad.

Biodiversidad

- Distribución de especies.
- Mapa de bosques.
- Mapas de ecosistemas.
- Mapas cobertura tierra (Amazonia).
- Portafolio de conservación.

Ordenamiento territorial

- Estado legal del territorio (Amazonia).
- Sistema Nacional Áreas Protegidas.
- Páramos.
- Zonas de Reserva Forestal Ley 2ª.
- Zonificación ambiental.

Clima, aire y océano

- Precipitación.
- Temperatura.

Amenazas, vulnerabilidad y riesgo

- Amenazas.
- Vulnerabilidades.

Monitoreo ambiental e indicadores

- Monitoreo glaciares.
- Calidad de agua.
- Degradación de Bosques.
- Estratos de intervención antrópica (Amazonia).
- Áreas transformadas (Amazonia).
- Praderización (Amazonia).

- Cambio coberturas.

#### Licencias ambientales

- Energía.
- Minería.
- Infraestructura.
- Hidrocarburos.

#### - **Otras Entidades**

#### Mininterior – INCODER

- Tierras de comunidades negras.
- Resguardos indígenas.
- Zonas Reserva Campesina.
- Consejos titulados.
- Resguardos titulados.
- Declaratoria rutas colectivas.

#### Títulos ANM

- Títulos Mineros 2012.
- Títulos Mineros 2013.
- Títulos Mineros 2014.

#### Tierras ANH

- Ronda 2012.
- Mapa de tierras 2012.
- Mapa de tierras 2013.

#### - **Político Administrativo**

- Límite departamental.
- Límite corporaciones.
- Jurisdicción SINCHI.
- Información base.

Con respecto a la herramienta TREMARCTOS, ésta se considera como un sistema que evalúa preliminarmente los impactos sobre la biodiversidad que producen las obras de infraestructura y minería "screening" y provee recomendaciones sobre las

eventuales compensaciones por pérdida de biodiversidad en ecosistemas terrestres que un determinado proyecto deberá asumir<sup>2</sup>.

El visor geográfico TREMARCTOS se alimenta de la información cartográfica que producen y actualizan entidades como la Unidad Administrativa de Parques Nacionales Naturales (UNASPNN), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), PROAVES, el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia (IAvH), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (INVEMAR), la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y Conservación Internacional (CI) - BIOCOLUMBIA.

Las variables cartográficas generadas por esta herramienta son:

#### Reporte Alertas Tempranas Biodiversidad

- Reservas Forestales de Ley 2da (Oficial - 1:100.000)
- Límite Parques Nacionales Naturales (Oficial – 1:100.000)
- Límite Áreas Sistema RUNAP (Oficial – multiescala)
- Límite Reserva Naturales de la Sociedad Civil (Oficial – multiescala)
- Complejos de Páramo (Oficial – 1:100.000)
- Áreas de Protección Regional (multiescala)
- Áreas de Protección Local (multiescala)
- Áreas de Distribución de Especies Sensibles (1:500.000)
- Parque Arqueológico (Oficial – 1:25.000)
- Resguardos Indígenas (Oficial – 1:500.000)
- Comunidades Negras (Oficial – 1:500.000)
- Hallazgos Arqueológicos por Municipio (1:100.000)

#### Vulnerabilidad y Susceptibilidad del Territorio frente al Cambio Climático

- Vulnerabilidad del Territorio 2011-2040 (Oficial – 1:500.000)
- Susceptibilidad a Inundación (Oficial – 1:500.000)
- Índice de Vulnerabilidad Hídrica (Oficial – 1:500.000)

#### Plataforma marina

- Áreas de Surgencia Productiva (Oficial – 1:100.000)
- Área de Anidación de Tortugas Marinas (Oficial - 1:100.000)

<sup>2</sup> Disponible en <http://www.tremarctoscolombia.org/>.

- Formación Arrecifal (Oficial – 1:100.000)
- Estuarios (Oficial – 1:100.000)
- Límite Parque Nacional Natural Marino (Oficial – 1:100.000)
- Límite otras áreas RUNAP marino (Oficial – 1:100.000)
- Áreas Significativas para la Biodiversidad Marina (Oficial – 1:100.000)
- Pastos Marinos (Oficial – 1:100.000)
- Áreas de Manglar (Oficial – 1:100.000)
- Paisajes Marinos (Oficial – 1:100.000)

#### Información de referencia

- Zonas de Importancia Biológica (@ CI y otros - 1:100.000)
- Título Minero (Oficial - multiescala)
- Mapa de Tierras ANH (Oficial - 1:100.000)
- Susceptibilidad a Incendios (Oficial - 1:500.000)
- Susceptibilidad por Remoción en Masa (Oficial - 1:500.000)
- Escenario de Precipitación 2011-2040 (Oficial - 1:500.000)
- Escenario de Temperatura 2011-2040 (Oficial - 1:500.000)
- Factor de Compensación (Oficial - 1:500.000)
- Prioridades de Conservación (Oficial - 1:500.000)
- Vías (Oficial - 1:100.000)
- Límite CARs (Oficial - 1:500.000)
- Límite CAR Cundinamarca (Oficial - 1:500.000)
- Límite Marítimo (Oficial - 1:500.000)

#### Relevancia en minería

- Zonificación Ley 2da
- Zona minera en comunidades indígenas
- Zona minera en comunidades negras

#### Variables socioeconómicas

- Departamentos
- Municipios
- IVS Índice de vulnerabilidad social por municipio
- IPM Índice de Pobreza Multidimensional
- IDI Índice de Desempeño Integral
- IDF Índice de Desempeño Fiscal
- Favorabilidad Demográfica

4. A través de la consulta de servicios web geográficos WMS (Web Map Service) que pueden ser visualizados a través de ArcGIS, se incluyeron y digitalizaron variables de análisis que no están contempladas en la herramienta SIAC, ni TREMARCTOS y que permitieron complementar la información de variables ya analizadas. Se consultaron los siguientes servidores:
- Cartografía Básica escala 1:100.000 (Cubrimiento Nacional): “WMS\_OGC Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC”, para este caso proporciona información de cartografía base, disponible en ArcInfo a través de [http://geocarto.igac.gov.co/geoservicios/cien\\_mil/wms](http://geocarto.igac.gov.co/geoservicios/cien_mil/wms)
  - Servicios WMS del Sistema de Información Geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial - SIG-OT: “*Temática Ambiental*” para este caso proporciona información cartográfica de Susceptibilidad a la Remoción en Masa\_IDEAM\_(2003), Zonificación Sísmica, Valores de Aceleración (Aa) y Amenaza Sísmica Relativa\_INGEOMINAS\_(2008), disponible en ArcInfo a través de [http://sigotnal.igac.gov.co/arcgis/services/WMS/Ambiental\\_03/MapServer/WMSServer](http://sigotnal.igac.gov.co/arcgis/services/WMS/Ambiental_03/MapServer/WMSServer)

Adicionalmente, se tuvo en cuenta la siguiente información:

- Para la identificación de las clases agrológicas y el conflicto de uso del suelo, se consultó el Geoportal-IGAC-SUELOS Disponible en: [http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga\\_sig/Agrologia.seam](http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam) y shape de clases agrológicas del Plan de Ordenamiento de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga Mallorquín.
- En la identificación de rasgos y fallas geológicas se consultó la(s) plancha(s) del Atlas geológico de Colombia, escala 1:500.000, que intercepta(n) el polígono de interés. Disponible en <http://www.sgc.gov.co/Geologia/Mapa-geologico-de-Colombia/Atlas-Geologico-de-Colombia.aspx>.
- La capa de susceptibilidad a incendios se obtuvo a partir de la digitalización del mapa de susceptibilidad de la vegetación a los incendios de la cobertura vegetal, escala 1:500.000. Disponible en [https://www.siac.gov.co/documentos/DOC\\_Portal/DOC\\_Bosques/Mapa%208\\_Susceptibilidad\\_Incendios\\_CV.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Bosques/Mapa%208_Susceptibilidad_Incendios_CV.pdf).
- El mapa de ecosistemas/distritos biogeográficos y el de factores de compensación por pérdida de biodiversidad se construyó a partir de las capas:

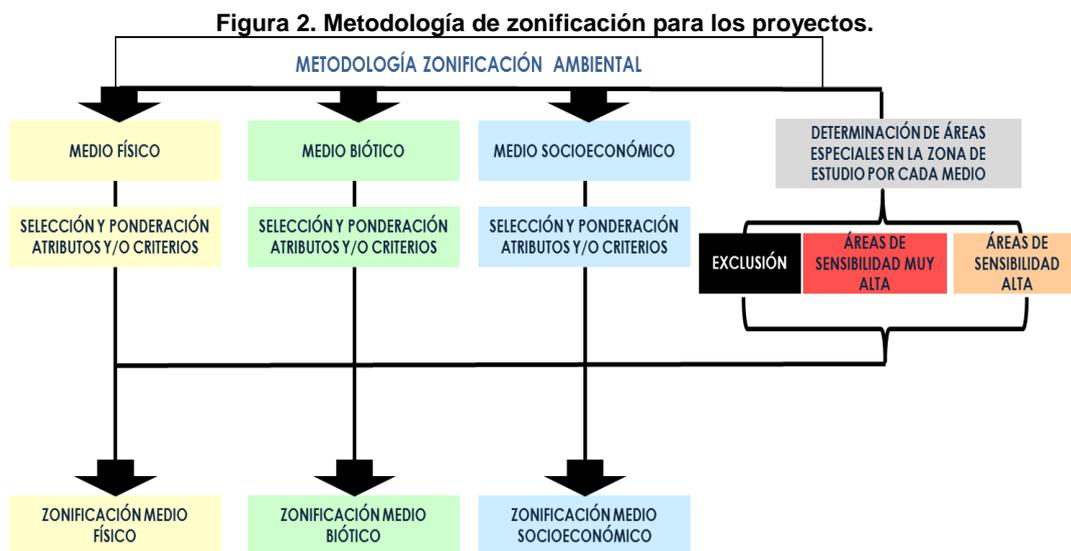
- Distritos biogeográficos, definidos por Corzo, G y G. Andrade en el 2010, esta capa fue suministrada en formato shape por la ANLA.
  - El mapa de biomas, consultado en formato WFS en el siguiente enlace, [http://sigotnal.igac.gov.co/arcgis/services/WFS/Dim\\_Ambiental/MapServer/WFSServer?](http://sigotnal.igac.gov.co/arcgis/services/WFS/Dim_Ambiental/MapServer/WFSServer?).
  - El mapa de ecosistemas de la tierra definidos por el IDEAM, 2010.
  - Finalmente se consultó el manual para la asignación de factores de compensación por pérdida de biodiversidad en los siguientes links: [http://www.anla.gov.co/documentos/Manual\\_compensaciones.pdf](http://www.anla.gov.co/documentos/Manual_compensaciones.pdf) y [http://www.anla.gov.co/documentos/13990\\_listado\\_nal\\_fact\\_compensacion.pdf](http://www.anla.gov.co/documentos/13990_listado_nal_fact_compensacion.pdf).
- o Para la capa de áreas importantes para la conservación declaradas y no declaradas, además de las reportadas en los portales Tremarctos y SIAC, se consultó mediante oficio la información cartográfica disponible en la Unidad de Parques Nacionales Nacionales y en el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia y se descargó de los sitios web oficiales la siguiente información:
    - Shapes de Parques Nacionales Naturales (PNN), de nuevas áreas y ampliaciones de PNN, escala 1:100.000; de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) y de áreas del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas, en el siguiente link <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/servicio-al-ciudadano/servicios-geograficos/>.
    - Shape de Bosque Seco Tropical, escala 1:100.000: previo registro ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en [https://docs.google.com/a/ramirezysabogal.net/forms/d/1QyOQiz41Oi4I\\_ZDKHZo\\_HshuXCEn2IECYA5pdjxHhlg/viewform?c=0&w=1](https://docs.google.com/a/ramirezysabogal.net/forms/d/1QyOQiz41Oi4I_ZDKHZo_HshuXCEn2IECYA5pdjxHhlg/viewform?c=0&w=1).
    - Shape de páramos, escala 1:100.000: previo registro ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en [https://docs.google.com/a/ramirezysabogal.net/forms/d/1EcTmi6p4VUTjM0XQ\\_6XrjxS66acFgAxKSjxpxkXl1Gk/viewform?sid&c=0&w=1&token](https://docs.google.com/a/ramirezysabogal.net/forms/d/1EcTmi6p4VUTjM0XQ_6XrjxS66acFgAxKSjxpxkXl1Gk/viewform?sid&c=0&w=1&token).
  - o La capa de hallazgos arqueológicos se consultó en el Atlas Geológico Arqueológico de Colombia, disponible en [http://www.icanh.gov.co/parques\\_asociados/atlas\\_arqueologico\\_colombia](http://www.icanh.gov.co/parques_asociados/atlas_arqueologico_colombia).
  - o La información sobre conflicto socio político se consultó en el sitio web oficial de la Presidencia de la República, correspondiente al Programa Presidencial de Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario

<http://historico.derechoshumanos.gov.co/Observatorio/Paginas/Sistema-de-Informaci%C3%B3n-Geogr%C3%A1fico---SIG.aspx>.

5. Una vez digitalizadas las variables socio ambientales de las diferentes fuentes y caracterizado el polígono de estudio, se procedió a desarrollar la zonificación ambiental informativa (Es de resaltar que el presente documento no incluye una zonificación de Manejo del proyecto, al carecer de información e investigaciones detalladas).

La metodología de zonificación que se presenta a continuación, fue definida en el marco de la Agenda Ambiental Interministerial de Energía - Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible realizada en el 2014:

La metodología corresponde a una adaptación de la planteada por Félix Delgado (Zonificación ambiental de áreas de interés petrolero), la cual consiste en una selección y ponderación de variables dentro de los medios físico, biótico y socioeconómico, y unas áreas relevantes que incluyen áreas de exclusión, de muy alta y de alta sensibilidad (Figura 2).



Fuente: Adaptación metodología de Felix Abraham Delgado Rivera

A cada variable a evaluar se le asigna un valor y un color de la siguiente manera:

- 4→Muy alto grado de sensibilidad (rojo)
- 3→Alto grado de sensibilidad (naranja)
- 2→Moderado grado de sensibilidad (amarillo)
- 1→Bajo grado de sensibilidad (verde)

Cada variable tiene un peso relativo de acuerdo al nivel de relevancia dentro del medio, es decir este valor puede variar de acuerdo con el proyecto.

La zonificación genera resultados por los diferentes medios, es decir, zonificación del medio físico, biótico y socioeconómico. No se obtiene una zonificación consolidada, teniendo en cuenta que los valores intermedios se diluyen al ser integrados, lo que no permite observar la sensibilidad de las zonas de importancia.

### *Áreas relevantes*

Dentro de las áreas relevantes están las de exclusión, las de muy alta y alta sensibilidad, las cuales se identifican por cada medio (físico, biótico y socioeconómico) (Tabla 1).

Las áreas de exclusión se representan con color negro, y son áreas donde el desarrollo de actividades tendría limitaciones significativas por los riesgos ambientales y/o sociales inherentes. Dentro de éstas se encuentran:

#### Medio biótico:

- Sistema de Parques Nacionales Naturales (Parque Nacional Natural -PNN- Santuario de Fauna y Flora -SFF-, Área Natural Única -ANU-, Reserva Nacional Natural -RNN- y Vía Parque).
- Parques Nacionales Regionales - PNR.

#### Medio socioeconómico:

- Zonas Urbanas y de expansión urbana intermedias, es decir, diferentes a Zonas urbanas y de expansión urbana de origen y destino de las líneas de transmisión, donde se ubican las subestaciones.

Entre las áreas de muy alta sensibilidad se definen:

#### Medio biótico:

- Áreas del RUNAP, diferentes a PNN y PNR ya incluidas en la categoría de exclusión.
- Ecosistemas estratégicos: complejo de páramos, humedales y humedales RAMSAR
- Otras áreas complementarias: Reservas de la Biósfera y Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICA's.

- Prioridades de Conservación: únicamente Bosque Seco Tropical.

Medio socioeconómico:

- Zonas urbanas y de expansión urbana de origen y destino de las líneas de transmisión, donde se ubican las subestaciones.

Dentro de las áreas de alta sensibilidad están:

Medio biótico:

- Prioridades de conservación, excepto Bosque Seco Tropical.
- Propuesta nuevas áreas protegidas y ampliaciones de áreas del sistema de PNN.
- Zonas con función amortiguadora de áreas protegidas.

Medio socioeconómico:

- Zonas con presencia de minorías étnicas y zonas de parcialidades definidas por el Ministerio del Interior.
- Áreas o sitios de hallazgos arqueológicos.

**Tabla 1 Variables de áreas relevantes**

VARIABLE	CUANTIFICACIÓN VARIABLE
Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales ( <b>PNN</b> )	EXCLUYENTE
Parques Regionales Naturales	EXCLUYENTE
Áreas Urbanas y de expansión urbana <b>intermedias (ZUyZEU)</b>	EXCLUYENTE
Áreas del Runap (diferentes a PNN y SIRAP), Ecosistemas Estratégicos (Páramos, Humedales, Humedales RAMSAR), Áreas Complementarias (Reservas de la Biósfera y AICA's), Prioridades de conservación (Bosque seco tropical)	4
Áreas Urbanas y de expansión urbana de <b>origen y destino</b> de las S/E ( <b>ZU y ZEU</b> )	4
Propuesta nuevas áreas y ampliaciones del sistema de PNN, Zonas con función amortiguadora de áreas protegidas, Prioridades de conservación (diferentes a Bosque Seco Tropical)	3
Grupos Étnicos ( <b>GrpEt</b> )	3
Hallazgos Arqueológicos ( <b>Arq</b> )	3

Fuente: Consultor, 2014.

*Variables de zonificación*

A continuación se presenta cada una de las variables por medio (físico, biótico, socioeconómico). Se hace la aclaración que para el caso en que alguna(s) variable(s) no sea(n) posible(s) incluirla(s) en la zonificación, porque no se presenta en la zona o porque no hay información de calidad disponible, el peso relativo asignado a ésta será dividido y asignado en igual proporción al resto de las variables con información en el área, a fin de tratar de mantener la proporción de los pesos asignados.

Medio físico:

Las variables y sus pesos relativos son los siguientes (Tabla 2):

**Tabla 2 Variables medio físico**

VARIABLES MEDIO FÍSICO	% PONDERACIÓN VARIABLE	CUANTIFICACIÓN VARIABLE
Clases Agrológicas ( <b>CIAgr</b> )	15%	VER DESCRIPCIÓN VARIABLES
Riesgo por fallamiento ( <b>RFall</b> )	25%	<b>3</b>
Zonificación sísmica ( <b>ZnSis</b> )	25%	VER DESCRIPCIÓN VARIABLES
Susceptibilidad de Remoción en Masa ( <b>RemM</b> )	25%	VER DESCRIPCIÓN VARIABLES
Susceptibilidad a Inundación ( <b>Inund</b> )	10%	<b>3</b>
<b>TOTAL MEDIO</b>	<b>100%</b>	-

Fuente: Consultor, 2014.

Estos pesos relativos se establecen teniendo en cuenta la sensibilidad, por ello los mayores pesos están asignados para: riesgo por fallamiento, susceptibilidad de remoción en masa y zonificación sísmica, dado que estas variables representan un mayor impacto ambiental para los recursos naturales si se presentan en la ejecución del proyecto, para las cuales se les da un peso del 25%.

Para las otras variables en caso de presentarse, el riesgo de impactos ambientales significativos se reduce, por lo cual se les dio un valor de 15% a las clases agrológicas y de 10% a la susceptibilidad a inundación.

No obstante, en el área de estudio no se identificó la variable riesgo por fallamiento. Por tanto se reasignaron los pesos relativos, como se muestra a continuación en la Tabla 3:

**Tabla 3. Variables medio físico para el proyecto**

VARIABLES MEDIO FÍSICO	% PONDERACIÓN VARIABLE
Clases Agrológicas ( <i>ClAgr</i> )	21,5
Zonificación sísmica ( <i>ZnSis</i> )	31,5
Susceptibilidad de Remoción en Masa ( <i>RemM</i> )	31,5
Susceptibilidad a inundación ( <i>Inund</i> )	16,5
<b>TOTAL MEDIO</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consultor, 2015.

- Descripción de las variables

A continuación se describen las variables a las cuales se les asignan valores diferentes de acuerdo con su caracterización (Tabla 4):

- Clases agrológicas<sup>3</sup>:

**Clase I:** Son suelos planos, ligeramente planos a casi planos, con pendientes entre 0 y 3%, con fenómenos de erosión entre el 0 y el 10% del área. Son profundos a muy profundos, sin piedras o muy pocas que no interfieren en labores de la maquinaria. La salinidad es del 0 al 10% del área fácil de corregir de forma permanente. Son suelos bien drenados, no se presenta inundabilidad, se presenta encharcamiento que no ocasiona daños en los cultivos. La retención de humedad es de alta a media. La permeabilidad es lenta a moderada y moderadamente rápida. El nivel de fertilidad es moderado a alto. La aptitud de estos suelos es amplia diversidad de cultivos transitorios y perennes. Su manejo requiere de empleo de fertilizantes, correctivos, abono verde, rotación de cultivos, prevención de erosión.

**Clase II:** Suelos moderadamente inclinados a ondulados, con pendientes entre el 3 al 12%, con fenómenos de erosión entre el 0 y 20% del área. Son moderadamente profundos a muy profundos, sin piedras o muy pocas que no imposibilitan las labores de la maquinaria. Son suelos salinos o salino sódico, no debe ser más del 20% del área y son fácilmente corregibles, aunque no sea permanente. El drenaje natural es bueno a moderado o imperfecto. Si se presenta inundabilidad dura entre 1 a 2 días, no producen daños de consideración. Si se presenta encharcamiento, la duración no es mayor a 15 días, por ciclo de invierno, no ocasionan mayores daños a los cultivos. La retención de humedad es de muy alta a mediana. La permeabilidad es lenta, moderadamente lenta, moderadamente rápida a rápida. El nivel de fertilidad es moderado, moderadamente alto a alto. La elección de cultivos transitorios y permanentes no es tan amplia como en la clase I. Las prácticas de manejo son más que en la clase I, aunque fáciles de aplicar. En ocasiones es necesario establecer drenajes, prevenir y controlar la erosión más cuidadosamente.

<sup>3</sup> <https://abraham1960.files.wordpress.com/2010/03/anexo-10-clases-agrolologicas-de-suelos.pdf>

**Clase III:** suelos fuertemente inclinados a fuertemente ondulados, con pendientes del 12 al 25%. La erosión que pueden presentar estos suelos es de tipo ligero del 0 al 30% del área, y moderado de 0 al 10%. La profundidad efectiva es superficial a muy profundo, sin piedras hasta pendientes del 12%, pedregoso en pendientes del 12 al 25%. En cuanto a salinidad no excede del 30% del área para suelos salinos o salinos sódicos. El drenaje natural es excesivo, bueno a moderado, imperfecto o pobre. Se presenta inundabilidad hasta por un máximo de 30 días acumulables por año. La retención de humedad es baja, mediana, alta y muy alta. La permeabilidad es lenta, moderadamente rápida o rápida. El nivel de fertilidad es alto a muy bajo. Presenta una o varias limitaciones más altas que la clase II que inciden en la selección de los cultivos. Requiere prácticas de manejo y conservación de aplicación rigurosa: control de erosión y de agua, drenajes, fertilización, recuperación de áreas salinas o salinos sódicas.

**Clase IV:** Son suelos fuertemente inclinados a fuertemente ondulados, con pendientes del 12 al 25%. La erosión que se presenta es ligera de hasta el 40%, moderada hasta el 20% y severa hasta el 10%. La profundidad efectiva es muy superficial a muy profunda, sin piedras hasta pendientes del 12%, pedregoso en pendientes del 12 al 25%. La salinidad es de hasta un 40% del área para suelos salinos sódicos. El drenaje natural es desde excesivo hasta pobremente drenados. La inundabilidad se presenta hasta por 60 días acumulados y en dos ciclos anuales. Los encharcamientos son ocasionales en dos ciclos por año, hasta por 60 días acumulados. La retención de humedad es excesivamente alta, muy alta, mediana, baja, muy baja. La permeabilidad es muy lenta, moderadamente lenta, moderada, moderadamente rápida, rápida, muy rápida. El nivel de fertilidad es muy bajo a alto. Por la limitación o limitaciones tan severas que pueden ocurrir, la elección de cultivos transitorios y perennes es muy restringida. Requieren prácticas de manejo y conservación más rigurosas y algo difíciles de aplicar.

**Clase V:** Son suelos planos, ligeramente planos, casi planos, con pendientes menores al 3%, sin erosión o muy poca erosión. La profundidad efectiva es significativa, suelos muy superficiales, excesivamente pedregosa y rocosa en la superficie que imposibilita el empleo de maquinaria. Son suelos de excesivo a muy pobremente drenados. La inundabilidad tiene una duración de 6 a 8 meses. La retención de humedad es de excesiva a muy baja. La permeabilidad es de muy lenta a muy rápida. El nivel de fertilidad es de muy bajo a alto. Está limitado principalmente a pastos, bosques o núcleos de árboles y de vida silvestre. Las limitaciones de esta clase son de tal severidad que no es práctica la habilitación de esas tierras.

**Clase VI:** En cuanto a relieve son suelos similares a la clase IV, o de relieve escarpado o fuertemente quebrado, con pendientes del 25 al 50%. La erosión es ligera hasta el 60% del área, moderada hasta el 30% y severa hasta el 20%. La profundidad

efectiva es muy superficial a muy profunda. Presenta pedregosidad y rocosidad de nula a excesiva. La salinidad es hasta de un 60% para suelos salinos y salinos sódicos. El drenaje natural es de excesivo a muy pobre. La inundabilidad se presenta entre 2 a 4 meses por año. El encharcamiento es de hasta 90 días acumulados por año. La retención de humedad es de excesiva a muy baja. La permeabilidad es muy lenta a muy rápida. El nivel de fertilidad es muy alto a muy bajo. Estos suelos tienen aptitud especial para pastoreo con buen manejo de potrero o cultivos permanentes y bosques. Se encuentran sectores para explotarlos con cultivos limpios de subsistencia. Por la limitación o limitaciones tan severas, las medidas de conservación y manejo deben ser especiales y muy cuidadosas.

**Clase VII:** En cuanto a relieve son suelos similares a la clase VI o también muy escarpado, con pendientes mayores al 50%. La erosión es ligera hasta el 100%, moderada hasta el 70% y severa hasta el 50%. Son muy superficiales a muy profundos. La pedregosidad y rocosidad es de nula a excesiva. La salinidad en suelos salinos o salinos sódicos es de hasta un 70% del área. El drenaje natural es de excesivo a muy pobre. La inundabilidad se presenta entre 4 a 6 meses por año, y el encharcamiento hasta 120 días acumulados por año. La retención de humedad es de excesiva a muy baja. La permeabilidad es muy lenta a muy rápida. El nivel de fertilidad es alto a muy bajo. Por las limitaciones tan graves que presentan, su uso se limita principalmente a la vegetación forestal y en áreas de pendientes menos abruptas a potreros con muy cuidadoso manejo. Se requiere un manejo extremadamente cuidadoso, especialmente en relación con la conservación de las cuencas hidrográficas.

**Clase VIII:** Son tierras muy escarpadas, con pendientes mayores al 50%, la erosión es severa hasta el 100% del área. Son suelos muy superficiales, con excesiva pedregosidad y rocosidad. Son suelos salinos, salinos sódicos, rocosos, playas de arena, manglares. Presentan inundabilidad por más de 8 meses al año. La aptitud de estos suelos está dirigida a la conservación de la cuenca hidrográfica y de la vida silvestre.

**Tabla 4 Variable clases agrológicas**

CLASES AGROLÓGICAS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
I	4
II	4
III	4
IV	3
V	3
VI	2
VII	1
VIII	1

Fuente: Estudios generales de suelos de los departamentos y Geoportal IGAC  
[http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga\\_sig/Agrologia.seam](http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam)

- Zonificación sísmica:

La zonificación sísmica se categoriza en (Tabla 5):

**Baja:** Aquellas regiones cuyo sismo de diseño no excede una aceleración pico efectiva (Aa) de 0,10 g. Aproximadamente el 55% del territorio Colombiano se encuentra incluido en esta zona de amenaza.

**Intermedia:** Regiones donde existe la probabilidad de alcanzar valores de aceleración pico efectiva mayores de 0,10 g. y menores o igual de 0,20 g. Alrededor del 22% del territorio se encuentra incluido en esta zona.

**Alta:** Aquellas regiones donde se esperan temblores muy fuertes con valores de aceleración pico efectiva, mayores de 0,20 g. Aproximadamente el 23% del territorio Colombiano queda incluido en la zona de amenaza sísmica Alta.

**Tabla 5 Variable zonificación sísmica**

ZONIFICACIÓN SISMICA	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Alta	3
Intermedia	2
Baja	1

Fuente: Servidor WMS "WMS\_Ambiental\_03 on sigotnal.igac.gov.co" [http://sigotnal.igac.gov.co/arcgis/services/WMS/Ambiental\\_03/MapServer/WMServer? V 1.3.0.](http://sigotnal.igac.gov.co/arcgis/services/WMS/Ambiental_03/MapServer/WMServer?V 1.3.0)

- Susceptibilidad de remoción en masa:

Los procesos de remoción de masas, son definidos como "procesos de transporte de material de movilización lenta o rápida de determinado volumen de suelo, roca o ambos, en diversas proporciones, generados por una serie de factores" (Hauser, 1993 en Martínez, 2009) y constituyen una de las formas más recurrentes de la evolución del relieve terrestre (Tabla 6).

**Tabla 6 Variable susceptibilidad de remoción en masa**

SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIÓN EN MASA	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Muy Alta	4
Alta	3
Moderada	2
Baja y muy baja	1

Fuente: [http://sigotnal.igac.gov.co/arcgis/services/WMS/Ambiental\\_03/MapServer/WMServer?](http://sigotnal.igac.gov.co/arcgis/services/WMS/Ambiental_03/MapServer/WMServer?)

Medio biótico:

Las variables y sus pesos relativos son los siguientes (Tabla 7):

**Tabla 7 Variables medio biótico**

VARIABLES MEDIO BIÓTICO	% PONDERACIÓN VARIABLE	CUANTIFICACIÓN VARIABLE
Ecosistemas / Distritos biogeográficos ( <i>Ecós</i> )	70%	VER DESCRIPCIÓN VARIABLES
Susceptibilidad a incendios ( <i>Ince</i> )	30%	VER DESCRIPCIÓN VARIABLES
<b>TOTAL MEDIO</b>	<b>100%</b>	-

Fuente: Consultor, 2014.

- Descripción de las variables

A continuación se describen las variables a las cuales se les asignan valores diferentes de acuerdo con su caracterización (Tabla 8):

- Ecosistemas / Distritos biogeográficos:

Los ecosistemas en general no se consideran dentro de las variables relevantes; de acuerdo a su intervención se aplicarán las correspondientes medidas de manejo. Es de resaltar que las áreas consideradas importantes para la conservación estarán representadas en las zonas identificadas como relevantes por ser áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y/o prioridades de conservación. A la variable ecosistemas se le da una ponderación del 70%.

El tipo de cobertura presente en cada ecosistema, según la metodología Corine Land Cover, es agrupada por sus características en el nivel 2, a excepción de la vegetación secundaria que se encuentra en el nivel 3, lo anterior para considerar el factor de compensación por pérdida de biodiversidad donde el caso requiera (Tabla 9).

**Tabla 8 Variable ecosistemas**

ECOSISTEMAS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Ecosistemas naturales	4
Vegetación secundaria	3
Agro - ecosistemas	2
Ecosistemas artificiales	1

Fuente: IDEAM, 2010.

**Tabla 9 Agrupación de los ecosistemas teniendo en cuenta el Nivel 2 de Corine Land Cover**

NIVEL 2 DE COBERTURA	AGRUPACIÓN ECOSISTEMAS
1.1 Zonas Urbanizadas	Ecosistema Artificial
1.2 Zonas Industriales o Comerciales y Redes de Comunicación	Ecosistema Artificial
1.3 Zonas de Extracción Minera y Escombrera	Ecosistema Artificial
1.4 Zonas Verdes Artificializadas. no agrícolas	Ecosistema Artificial
2.1 Cultivos Transitorios	Agro-ecosistema
2.2 Cultivos Permanentes	Agro-ecosistema
2.3 Pastos	Agro-ecosistema
2.4 Áreas Agrícolas Heterogéneas	Agro-ecosistema
3.1 Bosques	Ecosistema Natural
3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Ecosistema Natural
3.2.3. Vegetación Secundaria o en Transición	Vegetación secundaria
3.3 Áreas abiertas. sin o con poca vegetación	Ecosistema Natural
4.1 Áreas húmedas continentales	Ecosistema Natural
4.2 Áreas húmedas costeras	Ecosistema Natural
5.1 Aguas Continentales	Ecosistema Natural
5.2 Aguas marítimas	Ecosistema Natural

Fuente: Adaptado de Corine Land Cover, 2015.

- Susceptibilidad a incendios:

Esta variable hace referencia a la susceptibilidad de la vegetación, bajo condiciones normales de precipitación y temperatura, a los incendios de la cobertura vegetal. A esta variable se le da una ponderación del 30% (Tabla 10).

**Tabla 10 Variable susceptibilidad a incendios**

SUSCEPTIBILIDAD A INCENDIOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Muy alta	4
Alta	3
Moderada	2
Baja y muy baja	1

Fuente:

[https://www.siac.gov.co/documentos/DOC\\_Portal/DOC\\_Bosques/Mapa%208\\_Susceptibilidad\\_Incendios\\_CV.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Bosques/Mapa%208_Susceptibilidad_Incendios_CV.pdf)

### Medio socioeconómico:

Las variables son las siguientes con los pesos relativos (Tabla 11):

Tabla 11 Variables medio socioeconómico

VARIABLES MEDIO SOCIOECONÓMICO	% PONDERACIÓN VARIABLE	CUANTIFICACIÓN VARIABLE
Áreas de interés histórico y cultural/ Equipamiento social ( <i>IntHC</i> )	50%	3
Conflicto de uso del suelo ( <i>ConfU</i> )	30%	VER DESCRIPCIÓN VARIABLES
Conflicto Sociopolítico ( <i>CnfSP</i> )	20%	3
<b>TOTAL MEDIO</b>	<b>100%</b>	-

Fuente: Consultor, 2014.

El peso relativo para la variable de áreas de interés histórico y cultural y/o áreas de equipamiento social se define en 50% porque los impactos ambientales negativos generan medidas de manejo más específicas y costosas para el desarrollo del proyecto.

Para el conflicto de uso del suelo y conflicto sociopolítico se asignaron valores de 30% y 20% respectivamente, dado que su presencia implica medidas de manejo para la intervención de estas zonas.

- Descripción de las variables

A continuación se describen las variables a las cuales se les asignan valores diferentes de acuerdo con su caracterización:

• Conflicto de uso del suelo:

La clasificación de conflicto de uso del suelo fue tomada de los dominios determinados en el modelo de geodatabase de la ANLA adoptado mediante Resolución 1415 de 17/08/2012.

Las clases de conflicto son las siguientes (Tabla 12):

**Conflictos por subutilización:** Calificación dada a las tierras donde el agroecosistema dominante corresponde a un nivel inferior de intensidad de uso, si se compara con la vocación de uso principal o la de los usos compatibles. En estas áreas el uso actual es menos intenso en comparación con la mayor capacidad productiva de las tierras, razón por la cual no cumplen con la función social y económica, cuyo fin es el de proveer de alimentos a la población y satisfacer sus necesidades básicas. Se diferencian tres grados:

- Subutilización ligera. Tierras cuyo uso actual es muy cercano al uso principal, por ende a los usos compatibles, pero que se ha evaluado como de menor intensidad al recomendado.

- Subutilización moderada. Tierras cuyo uso actual está por debajo, en dos niveles de la clase de vocación de uso principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras.
- Subutilización severa. Tierras cuyo uso actual está muy por debajo, en tres o más niveles de la clase de vocación de uso principal recomendada.

**Conflictos por sobreutilización:** Calificación dada a las tierras donde el uso actual dominante es más intenso en comparación con la vocación de uso principal natural asignado a las tierras, de acuerdo con sus características agroecológicas. En estas tierras los usos actuales predominantes hacen un aprovechamiento intenso de la base natural de recursos, sobrepasando su capacidad natural productiva, siendo incompatibles con la vocación de uso principal y los usos compatibles recomendados para la zona, con graves riesgos de tipo ecológico y social. Se diferencian tres grados:

- Sobreutilización ligera. Tierras cuyo uso actual está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado y por ende al de los usos compatibles.
- Sobreutilización moderada. Tierras en las cuales el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles, de la clase de vocación de uso principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras. Es frecuente encontrar en estas zonas, rasgos visibles de deterioro de los recursos, en especial la presencia de procesos erosivos activos y el subsecuente deterioro de la base material para la actividad agropecuaria.
- Sobreutilización severa. Tierras en las cuales el uso actual supera en tres o más niveles la clase de vocación de uso principal recomendado, presentándose evidencias de degradación avanzada de los recursos, tales como procesos erosivos severos, disminución marcada de la productividad de las tierras, procesos de salinización, entre otros.

**Tabla 12 Variable conflicto de uso del suelo**

CONFLICTO DE USO DEL SUELO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Sobreutilización severa	4
Sobreutilización moderada	4
Sobreutilización ligera	3
Subutilización severa	3
Subutilización moderada	2
Subutilización ligera	1

Fuente de información de la capa: Estudios generales de suelos de los departamentos y Geoportal IGAC  
[http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga\\_sig/Agrologia.seam](http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam)

- Conflicto sociopolítico:

Esta variable incluye el análisis de la presencia de minas antipersona y de accidentes por Minas Antipersonal o Municiones Sin Explotar (MAP y MUSE) (Tabla 13).

**Tabla 13 Variable conflicto sociopolítico**

CONFLICTO SOCIOPOLÍTICO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Minas antipersona	3
Accidentes por Map y Muse (2001-2011)	
Presencia de Bandas emergentes	

Fuente: Programa Presidencial de Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario  
<http://historico.derechoshumanos.gov.co/Observatorio/Paginas/Sistema-de-Informaci%C3%B3n-Geogr%C3%A1fico---SIG.aspx>.

#### *Zonificación por medio*

Teniendo en cuenta la caracterización de cada variable por medio, se realiza con los pesos ponderados la zonificación por área para cada medio físico, biótico y socioeconómico, de la siguiente manera:

#### **Medio físico (ZMF)**

$$ZMF = (CIAgr*0,15)+(Rfall*0,25)+(ZnSis*0,25)+(RemM*0,25)+(Inund*0,1)$$

#### **Medio biótico (ZMB)**

$$ZMB = (Ecos*0,7)+(Ince*0,3)$$

#### **Medio socioeconómico (ZMS)**

$$ZMS = (IntHC*0,5)+(ConfU*0,3)+(CnfSP*0,2)$$

Con estos valores resultantes se asigna un valor (según la siguiente tabla) para cada área, obteniendo la zonificación por medio con las zonas de exclusión y grado de sensibilidad (Tabla 14).

**Tabla 14 Grado de sensibilidad**

GRADO DE SENSIBILIDAD	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Exclusión	
Muy Alta sensibilidad	4
Alta sensibilidad	3
Moderada sensibilidad	2
Baja sensibilidad	1

Fuente: Consultor, 2014.