

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrados

**Zonificación de manejo ambiental de la
microcuenca de la quebrada Hidráulica**

Omar Antonio Jojoa Chantre

Richard Resl Ph.D.(c), Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención
del título de Magister en Sistemas de Información Geográfica

Quito, abril de 2015

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Zonificación de manejo ambiental de la
microcuenca de la quebrada Hidráulica**

Omar Antonio Jojoa Chantre

Richard Resl, Ph.D.(c)

Director de Tesis

Emmanuelle Quentin, Ph.D.

Miembro del Comité de Tesis

Richard Resl, Ph.D.(c)

**Director de la Maestría en Sistemas
de Información Geográfica**

Stella de la Torre, Ph.D.

**Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales**

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, abril de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

OMAR ANTONIO JOJOA CHANTRE

C. I.: 97.471.549 de Sibundoy Putumayo

Quito, abril de 2015

DEDICATORIA

A Dios.

Por ser quien me da la vida, en mí caminar por este mundo de luchas y victorias, quien ha alumbrado cada minuto de mi existencia para no perder mi norte, gracias **MI DIOS**, porque a pesar de mis faltas siento tu gran amor reflejado en mi maravillosa familia, y gracias por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr este importante objetivo.

A mi hijo.

Omar David por la paciencia, comprensión y amor, además quien incentiva en mí el ánimo de brindarle buen ejemplo de vida.

A mi madre.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos.

Nelly, Elsy, Alba, Jesús, y Jaime, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mis amigos.

Gracias por todos los momentos maravillosos que he vivido y disfrutado con ustedes, Siempre los llevo en mi corazón.

“No hay nada imposible, porque los sueños de ayer son las esperanzas de hoy y pueden convertirse en realidad mañana”.

(Anónimo)

OMAR ANTONIO JOJOA CHANTRE
Geólogo; Esp. Gerencia Ambiental

AGRADECIMIENTOS

Se expresan los más sinceros agradecimientos por el apoyo recibido durante la planeación, ejecución y evaluación del proyecto de grado a las siguientes personas y entidades:

A la Universidad Salzburg, a su Programa UNIGIS MSc en el Z_GIS y a todo su cuerpo docente por el acompañamiento en el proceso de aprendizaje y desarrollo del presente estudio.

A la Ph.D. Emmanuelle Quentin, por su orientación y colaboración durante el desarrollo del presente Trabajo de Grado.

A las entidades como Alcaldía Municipal de Sibundoy Putumayo, a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía Colombiana-CORPOAMAZONIA y a la ONG ambientalista Fundación Cultural del Putumayo por facilitar información para el desarrollo del proyecto.

Y a todas las personas que de una u otra manera, me orientaron y apoyaron para el desarrollo de la Maestría y de este trabajo investigativo.

RESUMEN

El presente estudio analiza los componentes biótico, abiótico y socio-económicos que actúan en el área de la microcuenca de la quebrada Hidráulica, localizada al sur occidente de Colombia, en el Departamento del Putumayo, municipio de Sibundoy, que es parte de la cuenca alta del río Putumayo; tales componentes son de gran relevancia en la realización de la zonificación ambiental del territorio.

La realización de esta zonificación ambiental, se fundamenta en la determinación de un diagnóstico o línea base, siendo este el eje principal, que permite dar un contexto cercano a la realidad de la zona de estudio, permitiendo analizar las características físicas y socio culturales del área como son: el clima, la geología, la geomorfología, las características del suelo, la hidrografía, el uso y cobertura actual del suelo, la aptitud de uso del suelo o clasificación agrológica y las pendientes, como también la zonificación de las diferentes amenazas naturales y antrópicas a las que se encuentran expuestos los habitantes del área de estudio.

Como resultado del cruce de mapas (clima, geología geomorfología, suelo, agrológica, pendientes y zonificación de amenazas) utilizando las herramientas de ArcGis 10, se logra el mapa de conflicto de uso del suelo, el cual es cruzado con el mapa de uso y cobertura del suelo, se tiene como resultado final el mapa de zonificación ambiental, en el cual se identifican 5 unidades de Manejo y Gestión Ambiental. A cada unidad de acuerdo a la normatividad ambiental y al uso actual del suelo se le otorga un uso principal, un uso compatible, un uso condicionado y un uso prohibido.

Este trabajo de tesis más que tratar de incluir nuevos instrumentos para la planificación del territorio, pretende contribuir a realzar la poca importancia que se le ha dado al tema ambiental (relación territorio-comunidad) en los actuales instrumentos de planificación sobre ordenamiento territorial y además resaltar la necesidad de plantear alternativas que incluyan la dimensión ambiental en la planificación, como un camino para garantizar el desarrollo sostenible de los diferentes recursos naturales que actúan en el área de estudio.

ABSTRACT

This study analyses the biotic, abiotic, socioeconomic components which act in the area of the watershed of the Hydraulic Brook, located in the south west of Colombia, Putumayo Department, in Sibundoy town; this is part of the upstream of the Putumayo River. Those components are very relevant in the conformation of the environmental zoning of this area.

The conformation de this environmental zoning is founded in the determination of a diagnostic or baseline, been this one the principal axis which allows to give a close context of the reality of the study zone, allowing the analysis of the physics and sociocultural characteristics of the area, which are: the weather, the geologist, the geomorphology, the soil features, the hydrography, the current usage and coverage of the soil, the fitness of the usage or agrologic classification and the pendants, as well as the zoning of the different natural and anthropic treats to which the inhabitants are exposed in the area of study.

As a result of the maps crossing (climate, geology, geomorphology, soil, agrology, pendants and treats zoning) using the ArcGis ten tools, the conflict map of the soil usage is achieved, which is crossed with the usage and coverage maps, it gives as a final result the environmental zoning map, in which are identified five units of Environmental Management and Efforts. According to the environmental regulations and the current usage of the soil is granted a main usage, a compatible usage, a conditioned usage and a forbidden usage.

This work of thesis more than treat to include new instruments to the territory planning, claims to contribute to enhance the minor importance that is given to the environmental issue (relationship territory- community) in the current instruments of territorial system planning and also stand out the necessity of planning alternatives which include the environmental dimension into the planning as a route to guarantee the sustainable development of the diverse natural resources that act in the study area.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT.....	8
CAPÍTULO I.....	15
1.1 INTRODUCCIÓN.....	15
1.2 ANTECEDENTES	17
1.3 PROBLEMA.....	20
1.4 HIPÓTESIS	27
1.5 OBJETIVOS.....	29
1.5.1 General	29
1.5.2 Específicos	29
CAPÍTULO II.....	31
ALCANCE, METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	31
2.1 ALCANCE	31
2.2 METODOLOGÍA Y DISEÑO.....	33
CAPÍTULO III.....	40
ANÁLISIS DE DATOS	40
3.1 OFERTA AMBIENTAL - DIAGNÓSTICO	40
3.1.1 Componente Estructural del Territorio	40
3.1.2 Componente Físico	53
3.1.3 Fauna.....	121
3.1.4 Componente Social	124
3.1.5 Componente Económico.....	136
3.1.6 Componente Educativo y de Salud.....	145
3.2 DESARROLLO DEL MODELO CONCEPTUAL CARTOGRÁFICO.....	148
3.2.1 Fase I: De Preparación.....	148
3.2.2 Fase II: Diagnóstico	149
CAPÍTULO IV	161
ANÁLISIS DE RESULTADOS-FASE DE CONSOLIDACIÓN.....	161
4.1 CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA O APTITUD DE USO	161
4.1.1 Clases agrológica I, II.....	162
4.1.2 Clase Agrológica III	163
4.1.3 Clase Agrológica IV	163
4.1.4 Clase Agrológica V.....	164
4.1.5 Clase Agrológica VI.....	164
4.1.6 Clase Agrológica VII	165
4.1.7 Clase Agrológica VIII.....	165
4.2 AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS	167
4.2.1 Amenazas Naturales.....	169
4.2.2 Amenazas Antrópicas.....	181

4.3 CONFLICTOS DE USO DE SUELO	196
4.3.1 Conflicto alto.....	196
4.3.2 Conflicto medio.....	196
4.3.3 Conflicto bajo	196
4.3.4 Uso adecuado o Equilibrio	197
4.4 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	201
4.4.1 Consideraciones para la Zonificación Ambiental.....	203
4.4.2 Modelo de Ordenación	204
<i>CAPÍTULO V</i>	223
<i>CONCLUSIONES</i>	223
<i>RECOMENDACIONES</i>	229
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	231
<i>GLOSARIO</i>	236

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Estaciones hidroclimáticas del Valle de Sibundoy, promedio de datos, para obtener el Mapa de Balance Hídrico (2010).	55
Cuadro 2. Datos climatológicos de la Estación Michoacán. Fuente INCODER, sede Municipio de Colón.	56
Cuadro 3. Datos de precipitación, tomados de las cinco estaciones del Valle de Sibundoy, para el año de 1990.	58
Cuadro 4. Georreferenciación de los sitios de muestreo	74
Cuadro 5. Resultados del análisis fisicoquímico hídrico y bacteriológico de la Quebrada Hidráulica, municipio de Sibundoy.	75
Cuadro 6. Medición de Caudal en los sitios de muestreo en m ³ /s	78
Cuadro 7. Medición de Caudal en los sitios de muestreo para varios tiempos de retorno (T)	79
Cuadro 8. Clasificación de pendientes Fuente SoilSurveyStaff 1951	98
Cuadro 9. Especies arbóreas y arbustivas presentes en la microcuenca La Hidráulica, municipio de Sibundoy.	120
Cuadro 10. Listado general de las especies de mamíferos presentes en el Valle de Sibundoy.	122
Cuadro 11. Población de Sibundoy por grupos de edad y sexo	124
Cuadro 12. Población Indígena del municipio de Sibundoy.	125
Cuadro 13. Necesidad de Vivienda.	129
Cuadro 14. Acueductos Urbanos y Rurales	130
Cuadro 15. Historial de sismos registrados en el departamento del Putumayo; indicando que esta región está catalogada como amenaza sísmica alta.	170
Cuadro 16. Valorización cualitativa de amenaza naturales y antrópicas de manera general para el municipio de Sibundoy.	193
Cuadro 17. Clasificación del conflicto de uso del suelo	197
Cuadro 18. Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGA´s, que determinan la Zonificación Ambiental de la Microcuenca Hidráulica.	216

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flujo grama de las siete fases para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas de acuerdo al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2011).	34
Figura 2. Flujo grama de las tres (3) fases para la Zonificación Ambiental, teniendo en cuenta lo propuesto por el MAVDT (2011) y la guía técnica del IDEAM y GTZ (2006).	36
Figura 3. Localización de la microcuenca de la quebrada Hidráulica, en el Valle de Sibundoy-Cuenca Alta del río Putumayo.	41
Figura 4. Delimitación de la cuenca alta del río Putumayo, Valle de Sibundoy.	42
Figura 5. Geoforma del Valle de Sibundoy o Cuenca Alta del río Putumayo	43
Figura 6. Mapa 1. Localización del área en el municipio de Sibundoy.	43
Figura 7. Mapa 2. División Veredal de la Microcuenca Hidráulica	45
Figura 8. Mapa 3. Estado Legal del Territorio de la microcuenca Hidráulica.	53
Figura 9. Ejemplo de Rocas metamórficas, altamente fracturadas, permitiendo infiltración del agua lluvia, y como consecuencia deslizamientos.	81
Figura 10. Ejemplo de Rocas Ígneas intrusivas	82
Figura 11. Ejemplo de Rocas Ígneas extrusivas.	83
Figura 12. Depósitos aluviales formando terrazas en las márgenes de la quebrada Hidráulica. Hacia la parte plana, los depósitos predominantes son de tamaño arena y arcilla.	84
Figura 13. La fuerte tectónica a causa de la presencia de fallas en el Valle de Sibundoy, ha modelado el paisaje en dos partes, una en la parte alta, donde se puede observar las cicatrices de antiguos deslizamientos producto del levantamiento de la Cordillera Oriental, y la parte plana del Valle, que es donde se han depositado los materiales de la parte alta.	85
Figura 14. Imagen Landsat TM 1998 del Valle de Sibundoy y alrededores. Se observa la diferencia de relieve, el piedemonte y la parte plana que conforman el Valle de Sibundoy. Este relieve ha sido modelado por algunos lineamientos de fallas que bordean la parte plana como: 1) Sistemas de fallas San Francisco; 2) Falla Colón; 3) Falla Quinchoa y 4) Falla Sibundoy, y que en la actualidad están contribuyendo a la desestabilización de áreas de ladera.	86
Figura 15. Rasgos estructurales (fallas) que han modificado el relieve del Valle de Sibundoy (Plan Local de Emergencia y Contingencia-PLEC 2002, Alcaldía Municipio de Sibundoy).	88
Figura 16. Mapa 5. Geología.	88
Figura 17. La parte alta de la microcuenca se encuentra altamente afectada por cicatrices de procesos erosivos y que algunas se están reactivando, a causa de la litología (ceniza volcánica y lapilli) aunados a la deforestación y al sobrepastoreo.	92
Figura 18. Las altas pendientes, producto de la presencia de rocas cristalinas y complementadas por materiales permeables y la falla Sibundoy, han ocasionado desestabilización y represamiento.	93
Figura 19. La intercalación de rocas (metamórficas y volcánicas), generan un cambio en el paisaje, redireccionando los flujos de agua de escorrentía.	94
Figura 20. El cambio de pendiente de la parte de piedemonte a la parte plana del valle, genera la formación de abanicos, debido a que los materiales tienen más libertad para depositarse.	94
Figura 21. Los materiales transportados de la parte alta, son depositados en la parte plana, aumentando la tasa de sedimentación y disminuyendo la altura de los diques, causando en épocas de intensas lluvias desbordes e inundaciones.	95
Figura 22. Mapa 6. Geomorfología	96
Figura 23. La parte plana de la Microcuenca es utilizada para la ganadería intensiva y en menor proporción para agricultura (frijol, maíz y chagras).	98

Figura 24. El cambio de pendiente de piedemonte a plano, forma abanicos coluvio aluviales. _____	99
Figura 25. Los cambios de litología y la presencia de la falla Sibundoy, aceleran los procesos erosivos. _____	100
Figura 26. La presencia de rocas altamente permeables y el uso inadecuado del suelo, contribuyen a la presencia de deslizamientos. _____	101
Figura 27. Ejemplo de litología y la tectónica del valle de Sibundoy, contribuyen a agravar la situación de peligros naturales como deslizamientos, inundaciones y sismos. _____	102
Figura 28. Las fuertes pendientes contribuyen al aceleramiento de los procesos erosivos. _____	103
Figura 29. Mapa 7. Pendientes _____	103
Figura 30. Bosque presentes en la parte alta de la Microcuenca, con escasa intervención antrópica. _____	111
Figura 31. Zona de bosque en regeneración, microcuenca Hidráulica. _____	112
Figura 32. Páramo azonal El paramillo, sobre la parte alta de la microcuenca. _____	114
Figura 33. Humedales de la parte plana del Valle: Vereda Leandro Agreda, municipio de Sibundoy. _____	115
Figura 34. La actividad agropecuaria se refleja en monocultivos de maíz, frijol granadilla, tomate y ganadería intensiva. _____	117
Figura 35. Mapa 9. Uso y Cobertura del Suelo _____	118
Figura 36. Carnaval indígena o fiesta del Perdón (Clestrinyé) de la comunidad Kamentsá. _____	127
Figura 37. Registro fotográfico de Manzana variedad Anna producida en Sibundoy _____	139
Figura 38. Madre tierra, así llaman los indígenas de la comunidad Kamentsá a La Chagra tradicional. _____	141
Figura 39. Ganado lechero en la parte plana del Municipio de Sibundoy _____	142
Figura 40. Clásica explotación del cerdo en la zona rural _____	144
Figura 41. Mapa 10. Clases Agrológicas o Aptitud de Uso _____	166
Figura 42. Evidencia tectónica en la parte alta del municipio, se identifica con facetas triangulares y deslizamientos en zonas de lomerío. _____	173
Figura 43. Deslizamientos en la parte alta de la microcuenca que contribuye al aumento de sedimentos y por ende a inundaciones. _____	174
Figura 44. Cicatrices y reactivación de deslizamientos en la parte alta del municipio. _____	175
Figura 45. Reactivación de antiguas cicatrices de deslizamientos, afectan en temporadas de invierno las diferentes obras civiles. _____	178
Figura 46. Desbordamientos e inundaciones en la parte media y baja del municipio de Sibundoy y microcuenca hidráulica, generadas por las diferentes quebradas, en temporada invernal. _____	178
Figura 47. Antiguos focos volcánicos, constituidos en la actualidad como páramos, los cuales son los causantes del relieve del Valle de Sibundoy. _____	180
Figura 48. El sobrepastoreo, en zonas de alta pendiente genera pérdida de suelo y cobertura vegetal. _____	182
Figura 49. El uso agropecuario intensivo e inadecuado genera pérdida de flora y fauna, alterando la calidad de agua de las fuentes hídricas. _____	183
Figura 50. La deforestación se realiza para la ampliación de la frontera agropecuaria, y está acelerando procesos erosivos. _____	184
Figura 51. La deforestación ha conllevado al deterioro acelerado del municipio, Madre vieja del río Putumayo. _____	185
Figura 52. Construcción del Proyecto Putumayo 1, Distrito de Drenaje en la parte plana del Valle de Sibundoy en la década de los 60. _____	189
Figura 53. Desbordes e inundaciones los ríos San Pedro y Putumayo de la parte plana del Valle de Sibundoy a causa de los múltiples deslizamientos de las áreas de ladera, mayo de 2000. _____	192

Figura 54. Mapa 11. Zonificación general de amenazas naturales y antrópicas. ____	195
Figura 55. Mapa 12. Unidades de conflicto de uso del suelo. _____	200
Figura 56. Mapa 13. Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS _____	221

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El ordenamiento ambiental o zonificación que se quiere realizar a la microcuenca de la quebrada Hidráulica, localizada en el municipio de Sibundoy departamento del Putumayo-Colombia como propuesta de tesis, se enmarca en políticas que se orientan hacia la sostenibilidad y sustentabilidad en lo relacionado con **el Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas**, cuyo objetivo es tratar de ordenar el territorio a partir de la Teoría Regional del Desarrollo Sustentable y las disposiciones legales que para tal efecto, se estipula en los artículos 9 al 16 del Decreto 1729 de 2002 (MAVDT, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2002).

Sin embargo conceptualmente, la cuenca no será asumida como se define en el artículo 1 del Decreto 1729 "Entiéndase por cuenca u hoyo hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar", sino como una unidad territorial para la planificación de los recursos naturales, excluyendo al verdadero actor de las problemáticas prevalecientes.

La Constitución Política de Colombia de 1991, al considerar el proceso de ordenamiento territorial como política de Estado e instrumento de planificación, estableció los elementos constitutivos del proceso: el reconocimiento y protección de la diversidad étnica y cultural de la Nación, el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales, la puesta en marcha de formas de participación democrática

y la intervención del Estado en la racionalización de la economía con fines de desarrollo armónico y equitativo, de tal forma que se garanticen oportunidades, bienes, servicios y el desarrollo de estrategias y orientaciones de política económica, social y ambiental, que aseguren el adecuado desempeño de las entidades territoriales (Andrade, 1996).

Por ello, la cuenca hidrográfica se constituye en una unidad territorial donde existen relaciones permanentes entre la naturaleza y la sociedad, es decir, un proceso continuo y permanente de construcción social y, por ello, es más una práctica social. Así el ejercicio de planificación no será entendido como "propiedad exclusiva del Estado, sino también como una práctica social continua, en donde los grupos humanos van transformando sus condiciones de vida hacia aquellos propósitos que responden claramente a los intereses colectivos e individuales (Medellín, 1992).

En la teoría regional del Desarrollo Sustentable, los conceptos de ecología y ambiente son teóricamente diferentes. En ella, la ecología estudia las relaciones de los biosistemas y su medio ambiente, mientras que el ambiente estudia la relación Sociedad - Naturaleza a través de sus mediaciones recíprocas (Lozano, 1997)

Para el IDEAM y Corporación Técnica Alemana, GTZ(2006), Una forma de ordenar el territorio en el marco de las cuencas hidrográficas es la Zonificación Ambiental o Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGA's, que de acuerdo al decreto 1729 /02 consiste en "dividir la cuenca en áreas homogéneas de tal manera que se mantenga o restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social, económico y ecológico de los recursos naturales y las estrategias de conservación, preservación, recuperación, restauración y usos

sostenibles de la estructura y la función físico biótica de las zonas ambientales en que se divide la cuenca”.

Por lo anterior, la metodología que se presenta para realizar la Zonificación de Manejo Ambiental para la Microcuenca Hidráulica, hace alusión a los niveles de planificación, propuestos en los Decretos 1729 de 2002 y 1604 de 2002 (MAVDT, 2002), la guía técnica del IDEAM y GTZ (2006), fortalecida con la propuesta de lineamientos y directrices para la zonificación ambiental en cuencas hidrográficas (MAVDT, 2011), enmarcados en el Sistema Ecológico Regional – SER, metodología aplicada por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía Colombiana - CORPOAMAZONIA.

1.2 ANTECEDENTES

El municipio de Sibundoy se localiza en la parte nor-occidental del Departamento del Putumayo, y hace parte de la región conocida como Valle de Sibundoy, la cual conforman los municipios de Santiago, Colón y San Francisco. El origen del Valle de Sibundoy tectónicamente se explica como producto de la orogenia que causó el levantamiento de la Cordillera Oriental, la cual dio inicio a la formación de una variable topografía, controlada por una serie de fallas tectónicas (Fallas Sibundoy, San Francisco, Quinchoa) y modelada por diferentes focos volcánicos entre ellos: Bordoncillo y Patascoy (Ingeominas, 2000).

Igualmente la parte plana que hace parte del Valle de Sibundoy con 8500 hectáreas, en la década de los 60 fue intervenida mediante obras de canalización (Proyecto denominado Putumayo 01) con el objeto de drenar y adecuar dichos suelos, con el fin de posteriormente utilizarlos en la actividad agropecuaria; proyecto que no fue culminado dejando a medias las obras de canalización, afectando drásticamente el nivel freático de la parte plana que en su momento (antes de la década de

los 60 ´s) servía como zona de amortiguación y que en los últimos años ha ocasionado el fenómeno de subsidencia, conllevando a que en la parte alta o cabecera de las microcuencas que bordean la parte plana del valle y que conforman la cuenca alta del río Putumayo, se presenten procesos erosivos que ayudados por la acción humana (deforestación, inadecuado uso del suelo y sobrepastoreo), han generado como consecuencia múltiples áreas inestables y por lo tanto han ocasionado en épocas de lluvia desbordamientos e inundaciones en la parte plana del Valle de Sibundoy (Geoplan y Corpoamazonia, 2002).

Teniendo en cuenta que algunas microcuencas que hacen parte de la cuenca alta del río Putumayo son abastecedoras de acueducto, en la actualidad presentan un gran problema de inestabilidad de suelos de ladera, especialmente en la parte alta, lo que ha conllevado a aumentar el volumen de partículas (sedimento y materia orgánica) en sus corrientes de agua, alterando la calidad de la misma y afectando además (por inundación y socavación de taludes de orillas de ríos y quebradas) a los habitantes que viven en las riberas tanto de la parte alta como de la parte plana (Geoplan Y Corpoamazonia, 2002). Ingeominas (2000), encontró que la inestabilidad de suelos de ladera o erosión en el municipio de Sibundoy y en todo el Valle de Sibundoy, corresponde a deslizamientos de tipo rotacional y translacional, los cuales se han reactivado a causa de la deforestación, fenómeno de subsidencia, presencia de fallas, rocas y a la alta precipitación.

La mayoría de las microcuencas que bordean la parte plana del Valle de Sibundoy están deforestadas en un 80% aproximadamente y se las utiliza en su mayoría para la ganadería extensiva, quedando así amplias áreas expuestas a la acción de la precipitación e infiltración, que sumada al tipo de suelos arcillo-limosos generan sobresaturación del mismo, alterando los estados de esfuerzos en el terreno y

desfavoreciendo la resistencia al corte de los materiales; estos procesos son de carácter retrogresivo e involucran cada vez, más área, afectando de esta manera ambos márgenes de las diferentes quebradas (Geoplan, 2001 y FCP, Fundación Cultural Del Putumayo, 2004 y 2010).

En el municipio de Sibundoy, la Microcuenca Hidráulica es la fuente abastecedora de acueducto de la parte urbana del municipio de Sibundoy, suministrando agua a 1400 familias (7000 personas aproximadamente) y que en la actualidad es una de las microcuencas que presenta en su parte alta, el grave problema de erosión e inestabilidad de suelos de ladera; lo que ha provocado un aumento de partículas en suspensión, afectando significativamente la calidad del agua y que en las últimas tres décadas, en épocas de invierno ha presentado daños a cultivos y obras civiles a causa de los desbordamientos e inundaciones especialmente cuando la quebrada Hidráulica cambia de pendiente y pasa por el sector urbano hacia la parte plana del valle (FCP, 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, la Microcuenca de la quebrada Hidráulica es de vital importancia para el municipio de Sibundoy, porque ella surte de agua al Acueducto Urbano y según la información consultada y las visitas de campo realizadas se pudo constatar que es una microcuenca que está bastante afectada por la intervención antrópica y que en los últimos 10 años, la expansión de la frontera agropecuaria se ha incrementado, por lo que se hace necesario una Zonificación Ambiental, donde se realice un estudio detallado de los componentes y características tanto naturales como antrópicas que están afectando la estabilidad de los suelos, la cantidad y calidad del agua y además que se presenten medidas de uso del suelo, de acuerdo a las políticas ambientales y a las condiciones sociales de la comunidad asentada en la microcuenca.

1.3 PROBLEMA

La problemática ambiental en Colombia causada principalmente por la inadecuada utilización del suelo y de los recursos naturales, ha conducido a un deterioro paulatino de los mismos, que pone de manifiesto la necesidad de reorientar la relación paisaje - comunidad, como medida para garantizar su supervivencia. A esta problemática nacional no se escapa el Departamento del Putumayo, específicamente el Valle de Sibundoy, en donde la crisis ambiental ha tomado una connotación dramática reflejada especialmente en la sobreexplotación de los recursos y en el inadecuado uso del territorio, lo que está afectando los sectores económicos, sociales y políticos. Estos problemas ambientales son aún más relevantes a nivel municipal, en sus áreas urbana y rural, donde se hacen más evidentes y toman mayor importancia los conflictos generados por la escasez y contaminación del agua, el deterioro del suelo, la extinción de los recursos florísticos, faunísticos y minerales, y la contaminación del aire entre otros.

Es evidente que la calidad de vida de la comunidad está altamente influenciada por la problemática ambiental que puede ser controlada a tiempo desde la perspectiva municipal o de cuenca hidrográfica como eje del desarrollo nacional. A pesar de la crítica situación y de las intenciones políticas por generar soluciones al problema ambiental, no son claras las herramientas para orientar y planificar el desarrollo sostenible de los municipios aún en el marco de Cuenca Hidrográfica. A nivel local no existe claridad sobre la planificación del desarrollo sostenible y no se ha dado la importancia al ordenamiento ambiental a través de la zonificación como estrategia básica de solución.

Según La Ley 99 de 1993, es función principal de las Corporaciones Autónomas Regionales – CORPOAMAZONIA de proteger el medio ambiente del Sur de la Amazonia Colombiana, definida como área

especial de reserva ecológica, de interés mundial y como recipiente singular de la mega biodiversidad del trópico húmedo. En este sentido la Ley 99 de 1993, establece que le corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales ordenar y establecer normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro de su área de jurisdicción. La cuenca es el marco territorial en la cual deben concentrarse las acciones de planificación y gestión ambiental que busquen la protección, restauración y uso sostenible de la oferta ambiental de una región.

Entre las cuencas de especial interés para CORPOAMAZONIA se encuentra la cuenca del río Putumayo la cual nace al sur occidente de Colombia en el Macizo Colombiano (cuenca alta), corre por territorio colombiano hasta Cuembí (cuenca media), a partir de donde hace frontera entre Colombia y Ecuador desembocando luego de recorrer 1.800 km en el río Amazonas a la altura de la población de San Antonio de Ica, en Brasil. La cuenca alta-alta recorre al Valle de Sibundoy recogiendo las aguas de todas las fuentes hídricas que irrigan la llanura lacustre incluyendo los ríos San Pedro, Quinchoa, San Francisco, Tamauca y las quebradas Hidráulica, Carrizayaco, Marpujay, Sigüínchica y Afilangayaco, Mulachaque, Pejeyaco, Tacangayaco, Jacanamejoy, Guapanitayaco, Porotoyaco, Chinayaco, San Antonio, Secayaco, Chunga Caspi, San Miguel, Saladoyaco y las aguas colectadas en los canales A, B y D del Distrito de Drenaje. A través del uso que se le está dando a los recursos naturales la oferta de bienes y servicios ambientales están siendo amenazados por la intervención antrópica no planificada sobre los ecosistemas que sustentan y regulan los procesos ecológicos de esta importante cuenca hidrográfica (Asociación Ampora y Otros, 2008).

La intervención antrópica en la cuenca alta-alta del río Putumayo data de la época en que los Ingas llegaron al Valle de Sibundoy en el año

1000; por sus características ambientales favorables sirvió de asentamiento a los grupos Kamentsá e Ingas del Valle de Sibundoy, quienes desde sus inicios y hasta la actualidad han desarrollado principalmente modelos de subsistencia. Con la llegada de los colonizadores españoles en el siglo XVI se inició la presión sobre los recursos naturales y se pasó de un modelo de subsistencia a un modelo de desarrollo meramente extractivista de los recursos naturales. La adopción de modelos de desarrollo extranjeros en la región y las concepciones europeas del uso de los recursos naturales marcaron el deterioro de la oferta natural de la región (Incoplan, 2008).

Esta cuenca-región oferta diversos servicios ambientales entre los que se destacan el agua para consumo humano y actividades económicas, la regulación del clima, el mantenimiento de la biodiversidad, la regulación del ciclo hidrológico, el control de inundaciones, la captura y secuestro de carbono atmosférico, la producción de oxígeno y la belleza escénica. Esta región sirve de asentamiento a 34.486 habitantes de los municipios de Santiago, Colón, Sibundoy y San Francisco, en donde se desarrollan actividades de tipo ganadero y agrícola constituyéndose en una de las mayores despensas agrícolas del departamento del Putumayo, no obstante es necesario que los procesos de producción se revalúen y se ajusten en el marco de un desarrollo que mantenga la base natural que lo sustenta (Gobernación del Putumayo, 2008).

En las últimas cinco décadas el Valle de Sibundoy, en donde se enmarca la cuenca alta-alta del río Putumayo, ha sufrido los mayores cambios en su estructura ecológica, económica y social producto de la construcción a medias del Distrito de Drenaje en la década de los 60. La dinámica natural en la que sobresalen los componentes hidrográficos, edáficos, florísticos y faunísticos fue alterada tanto en su estructura como en su función ecosistémica. Con la desecación de la llanura lacustre con la

construcción del Distrito de Drenaje, la economía regional cambió sustancialmente, la adecuación de tierras aparentemente aptas para la agricultura dio inicio a la implementación de procesos productivos en estas zonas. Para esa época la producción agropecuaria era bastante incipiente. Con el paso de los años, los procesos agropecuarios se fueron consolidando bajo el modelo de desarrollo que imperaba; con la adopción de parte del paquete de la revolución verde: establecimiento de monocultivos, utilización indiscriminada de productos químicos, aceleraron la problemática ambiental de la cuenca (IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2005.).

Los impactos ambientales producidos por procesos de ocupación y deforestación masiva de áreas localizadas en paisajes de montaña incluyendo ecosistemas estratégicos como páramos y humedales vienen ocasionando la desestabilización de los suelos y de los sistemas ecológicos superando su capacidad de resiliencia. De esta manera se están generando efectos y consecuencias en algunos casos irreversibles que ponen en peligro a la población y sus actividades. Los procesos de entropía en la cuenca se vienen manifestando con mayor intensidad a través de una serie de amenazas como la deforestación y ampliación agrícola que sumado a la susceptibilidad natural que presentan estos paisajes de ladera, aceleran la aparición de procesos erosivos severos, aumentado la problemática de sedimentación del Distrito de Drenaje del Valle de Sibundoy. Adicionalmente existe una alta fragmentación de ecosistemas de importancia ambiental, pérdida de biodiversidad, disminución y contaminación de fuentes de agua, degradación y pérdida de suelos y en general, de toda la base natural, produciendo la pérdida de recursos naturales y ambientales de importancia. En este sentido el futuro de la población de la cuenca, en gran medida, está amenazado si las tendencias actuales de uso y manejo de los recursos naturales no son modificadas (FCP, 2010).

Según la Fundación Cultural del Putumayo-FCP (2004 y 2010), La Microcuenca de la quebrada Hidráulica, abastecedora de acueducto, está ubicada en el Municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo, cuenta con una extensión territorial de 2.477 hectáreas, en las cuales habitan la mayoría de población del municipio, debido a que ésta Microcuenca hace parte del sector urbano. La comunidad asentada en la Microcuenca, no cuenta con una adecuada planificación del suelo que permita un desarrollo socioeconómico y a la vez una adaptación a la nueva realidad cultural. El estado legal del terreno de la Microcuenca según la recopilación de información secundaria se encuentra en su mayoría dentro de la Reserva Central Forestal Protectora -Ley 2da de 1959 y dentro del Resguardo Indígena Kamentsá, parte alta (Fundación Cultural del Putumayo, EOT 2004); además el INCORA hoy INCODER, ha otorgado escrituras públicas en la mayoría de predios que hacen parte de la Microcuenca incluso dentro de las franjas de protección de las diferentes corrientes hídricas; factores que aumentan la problemática del uso del suelo, pero a la vez las familias beneficiadas que poseen escritura pública del predio pueden acceder a proyectos en conjunto para mejorar sus condiciones socioeconómicas (FCP, 2010).

Por información secundaria y algunas visitas de campo se evidencia que el estado social y económico de parte de la comunidad no es el más recomendable, algunos asentamientos están ubicados en zonas que presentan altas pendientes y sujetas a derrumbes; el suelo en algunos sitios de la parte alta de la Microcuenca presenta deslizamientos debido a que este terreno está siendo utilizado para ganadería extensiva y además presenta suelos limo arcillosos de alta permeabilidad, los cuales se reactivan o aumentan su área de degradación a consecuencia de las altas precipitaciones y al uso inadecuado del suelo (FCP, 2010). Algunos proyectos productivos implementados han carecido de factibilidad debido a que el terreno donde fueron ejecutados no es el adecuado

como es el caso de estanques piscícolas que no cuentan con el caudal suficiente para abastecerse (parte alta de la Microcuenca) y en otros para la implementación de cultivos pastoriles, silvopastoriles y agroforestales donde el nivel freático es muy alto (parte baja de la Microcuenca), lo cual genera encharcamiento; además los habitantes han intentado cultivar ciertas especies agrícolas en terrenos no aptos obteniendo resultados poco favorables (Corpoamazonia, 2002 y FCP, 2010).

En cuanto a saneamiento básico la comunidad asentada en la zona rural presenta necesidades insatisfechas como servicio de aseo, donde el manejo que realizan a los residuos sólidos es la quema, generando contaminación atmosférica, en cuanto al abastecimiento de agua lo hacen por recolección de aguas lluvias y por mangueras desde pequeñas fuentes hídricas (agua no tratada), además no poseen una adecuada disposición de aguas residuales (pozo séptico o vertimiento directo a fuentes hídricas) dando como resultado falencia en cuanto a salud pública (proliferación de vectores); el sector urbano cuenta con servicio de aseo, acueducto y sistema de alcantarillado que vierte sus aguas residuales a una Planta de Tratamiento de Agua Residual-PTAR, que en la actualidad se encuentra fuera de servicio por los altos costos de funcionamiento (Corpoamazonia, 2008).

Lo anterior hace ver que el principal problema no sólo en la Microcuenca sino en todo el Valle de Sibundoy, radica en el uso inadecuado del suelo, lo que está generando problemas erosivos, aumento de zonas deforestadas, aumento de la frontera agropecuaria y disminución de la oferta hídrica de la Quebrada Hidráulica, que en épocas de verano su caudal ha disminuido notablemente, presentando problemas de abastecimiento de agua al acueducto urbano; otro inconveniente se halla en que la comunidad solicita colaboración en la implementación de

proyectos productivos a las diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales, pero al no existir una zonificación ambiental acorde a la vocación del suelo, los proyectos presentados carecen de viabilidad y continuidad (Gobernación del Putumayo, 2008).

Teniendo en cuenta los factores que están sucediendo en el Valle de Sibundoy y en especial en la quebrada Hidráulica, es de vital importancia la Ordenación del territorio a partir de una Zonificación de Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS de la Microcuenca, apoyados fuertemente en los Sistemas de Información Geográfica-SIG, donde además de delimitar unidades, se identifiquen estrategias y alternativas que conlleven a brindar una solución a la problemática socio ambiental que se genera en el área de la microcuenca de la Quebrada Hidráulica, por lo que se propone realizar una delimitación, caracterización y zonificación de los diferentes usos del suelo según su vocación y que al finalizar el documento, se socialice a: Alcaldía de Sibundoy, Presidentes de Junta de la microcuenca, Corpoamazonia y otras instituciones con el fin de que se convierta en un Instrumento de Planificación dentro de sus políticas socio-ambientales, teniendo en cuenta que a la microcuenca en mención se le realizó el Plan de Ordenación y Manejo en el año 2001, pero de manera muy general (Geoplan, 2001), sin tener en cuenta ninguna metodología y desde este año hasta la fecha han pasado una serie de sucesos, incluyendo la normatividad (Decretos 1729 y 1604 de 2002, donde se establecen las fases para el desarrollo de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas), que están afectando el bienestar de la comunidad-entorno, los cuales hay que analizarlos, espacializarlos y validarlos, con el objeto que el documento resultante se convierta en un Instrumento de Planificación.

1.4 HIPÓTESIS

En el municipio de Sibundoy, la Microcuenca Hidráulica hace parte de la Cuenca Alta del río Putumayo o Valle de Sibundoy y es la fuente abastecedora de acueducto de la parte urbana del municipio de Sibundoy, suministrando agua a 1400 familias (7000 personas aproximadamente) y en la actualidad es una de las microcuencas que presenta en su parte alta, el grave problema de erosión e inestabilidad de suelos de ladera; y según la información consultada y las visitas de campo realizadas a esta microcuenca se pudo constatar que está bastante afectada principalmente por la intervención antrópica y que en los últimos años, la expansión de la frontera agropecuaria se ha incrementado, afectando gravemente la cantidad de agua o caudal de la microcuenca.

En las últimas cinco décadas la cuenca alta del río Putumayo ha sufrido los mayores cambios en su estructura ecológica, económica y social producto de la inadecuada construcción del Distrito de Drenaje en la parte plana del Valle de Sibundoy. La dinámica natural en la que sobresalen los componentes hidrográficos, edáficos, florísticos y faunísticos fue alterada tanto en su estructura como en su función ecosistémica. Con la construcción en los años 60's de los Cuatro Canales de Drenaje (Canal A, B, C y D), cuya finalidad era la desecación de la llanura lacustre en la parte plana del Valle, su economía regional cambió sustancialmente, la adecuación de tierras aparentemente aptas para la agricultura dio inicio a la implementación de procesos productivos en estas zonas. Para esa época la producción agropecuaria era bastante incipiente, con el paso de los años, los procesos agropecuarios se fueron consolidando bajo el modelo de desarrollo que imperaba; con la adopción de parte del paquete de la revolución verde: establecimiento de monocultivos, utilización

indiscriminada de productos químicos, acelerando la problemática ambiental de la cuenca (FCP, 2002).

A partir de los años 60's, los impactos ambientales producidos por procesos de ocupación y deforestación masiva de áreas localizadas en paisajes de montaña incluyendo ecosistemas estratégicos como páramos y humedales vienen ocasionando la desestabilización de los suelos y de los sistemas ecológicos superando su capacidad de resiliencia. De esta manera se están generando efectos y consecuencias en algunos casos irreversibles que ponen en peligro a la población y sus actividades (procesos erosivos e inundaciones que ocurrieron en mayo de 2000, afectando al 90% del Valle de Sibundoy, principalmente la parte plana). Los procesos de entropía en la Cuenca Alta del río Putumayo, se vienen manifestando con mayor intensidad a través de una serie de amenazas como la deforestación y ampliación agrícola que sumado a la susceptibilidad natural que presentan estos paisajes de ladera, aceleran la aparición de procesos erosivos severos, aumentando la problemática de sedimentación del Distrito de Drenaje del Valle de Sibundoy, que como consecuencia se inundan dos o tres veces al año, al menos 4.000 Has de las 8.500 has que componen la parte plana del Valle. Adicionalmente existe una alta fragmentación de ecosistemas de importancia ambiental, pérdida de biodiversidad, disminución y contaminación de fuentes de agua, degradación y pérdida de suelos y en general, de toda la base natural, produciendo la pérdida de recursos naturales y ambientales de importancia.

En este sentido el futuro de la población de la cuenca alta del río Putumayo y de aquellas microcuencas abastecedoras de acueducto de los cuatro municipios (Santiago, Colón, Sibundoy y San Francisco) que conforman al Valle de Sibundoy, en gran medida, están amenazadas a disminuir drásticamente su caudal si las tendencias actuales de uso y

manejo de los recursos naturales, principalmente el uso del suelo, no son modificadas.

Por lo anterior, si no se ordena el uso del suelo y se maneja ambientalmente la microcuenca hidrográfica de la quebrada Hidráulica abastecedora de acueducto urbano del municipio de Sibundoy, entonces se seguirá ampliando la frontera agropecuaria de forma desordenada y como consecuencia se disminuirá el caudal de abastecimiento, ocasionando racionamiento del consumo de agua en el sector urbano del municipio.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 General

Aplicar los Sistemas de Información Geográfica-SIG como herramienta de apoyo para obtener la Zonificación Ambiental-Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS (identificación y caracterización de zonas según su vocación ambiental) de la Microcuenca de la quebrada Hidráulica, abastecedora de acueducto del municipio de Sibundoy, departamento del putumayo, república de Colombia.

1.5.2 Específicos

- Identificar y analizar los aspectos biofísicos (geología, geomorfología, clima, usos del suelo, flora y fauna), sociales y económicos de la zona de influencia del proyecto, mediante la recopilación de información secundaria, corroborada con información de campo.

- Identificar las potencialidades, conflictos, restricciones y acondicionamientos de uso del suelo a partir del cruce de información (mapas obtenidos de la información biofísica, social y económica) utilizando diferentes software de SIG, con el fin de reorientar las prácticas de uso de suelo mediante la Zonificación de Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS.

- Diseñar medidas necesarias de Uso de Suelo de acuerdo a la Zonificación de Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS, a las políticas ambientales del territorio y con los objetivos estratégicos y las metas del Plan de Desarrollo Municipal de Sibundoy 2012 – 2015, del Plan de Desarrollo Departamental 2012-2015 y del Plan de Gestión Ambiental Regional 2012-2026 de Corpoamazonia.

CAPÍTULO II

ALCANCE, METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 ALCANCE

La ordenación de la Microcuenca Hidráulica a través de la Zonificación Ambiental-UMAGAS tiene como objeto la planificación del uso y manejo del suelo, teniendo como propósito mantener o restablecer el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de los recursos naturales y la conservación de la estructura físico – biótica de la cuenca en función del recurso hídrico.

De acuerdo a los Decretos 1729 y 1604 de 2002, y al IDEAM (2006) este documento contiene de manera sintetizada la Imagen Ambiental Actual de la Microcuenca, realizada a partir del Diagnóstico, para posteriormente avanzar en la construcción de la Imagen Ambiental Posible, proponiendo estrategias de uso y manejo de los recursos naturales y ambientales de la Microcuenca, que contribuyan a la restauración de la base ecológica de sustentación y el posterior restablecimiento del equilibrio entre el aprovechamiento económico de la oferta ambiental y la sostenibilidad de la estructura físico-biótica de la Microcuenca y particularmente de su recurso hídrico.

Y también que el documento resultante se convierta en un instrumento de planificación a Entidades como OIM, CORPOAMAZONIA, INCODER, PIU, ACCION SOCIAL, PASTORAL SOCIAL, ALCALDIA MUNICIPAL, BIENESTAR FAMILIAR, SENA, INVIAS, interesadas en realizar proyectos y además que se ejecuten de acuerdo a las potencialidades del terreno, garantizando así el sostenimiento de la comunidad y demás

instituciones; donde el ordenamiento ambiental del territorio (OAT) sea un componente fundamental, ineludible e indisoluble del ordenamiento territorial (OT). La orientación de los procesos de uso y ocupación del territorio deberá ser evaluada considerando los impactos e implicaciones en los ecosistemas; el OAT suministra al OT una síntesis de la estructura y dinámica de los ecosistemas, una valoración de los principales conflictos y potencialidades y las diferentes propuestas de alternativas de uso, actividades y programaciones en el marco de la sostenibilidad.

La UNIGIS con sede en América Latina, a través de su orientación profesional en Sistemas de Información Geográfica-SIG, busca la capacitación idónea de los estudiantes que propenden por un reconocimiento por parte de las instituciones de la región. Así, La zonificación ambiental (Zonificación de Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS) incorporando los Sistemas de Información Geográfica, contribuye a la formación integral de los estudiantes en las áreas de ordenamiento territorial, manejo de cuencas hidrográficas, identificación de áreas de amenaza natural y antrópica, y otras áreas a fines, en la búsqueda de soluciones a problemas reales que tienen que ver con el conflicto de uso del suelo.

Entonces, realizar un proyecto adecuado a la necesidad de la comunidad, buscando alternativas de solución a un problema existente, otorga credibilidad en la institución de educación superior y para este caso la zonificación ambiental apoyada en los SIG, se convierte en un instrumento de planificación para las diferentes instituciones y para la comunidad asentada en la Microcuenca de la quebrada Hidráulica, instrumento que les permitirá delimitar o zonificar áreas de manejo ambiental de acuerdo a la cobertura propuesta y al uso de suelo actual; además este trabajo se realiza en un área más pequeña que la que

tiene el municipio, lo que permite desarrollar una zonificación más detallada con respecto al uso prospectivo del suelo que propone el Esquema de Ordenamiento Territorial-2010, el Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015 y el PLAN PLURIANUAL de CORPOAMAZONIA 2011, plan que se realiza para definir los usos del suelo en los tres Departamentos Putumayo Caquetá y Amazonas.

2.2 METODOLOGÍA Y DISEÑO

El alcance de este trabajo se relacionan con el desarrollo de la metodología, la cual se basa en los marcos conceptual y jurídico, considerando principalmente los requerimientos de la Ley (Decreto 1729 de 2002, se refiere a los Lineamientos del Plan de Ordenación y Manejo de las Microcuencas-POMCA) y las políticas de participación y concertación realizadas por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía Colombiana-CORPOAMAZONIA y su experiencia en el manejo de Cuencas Hidrográficas.

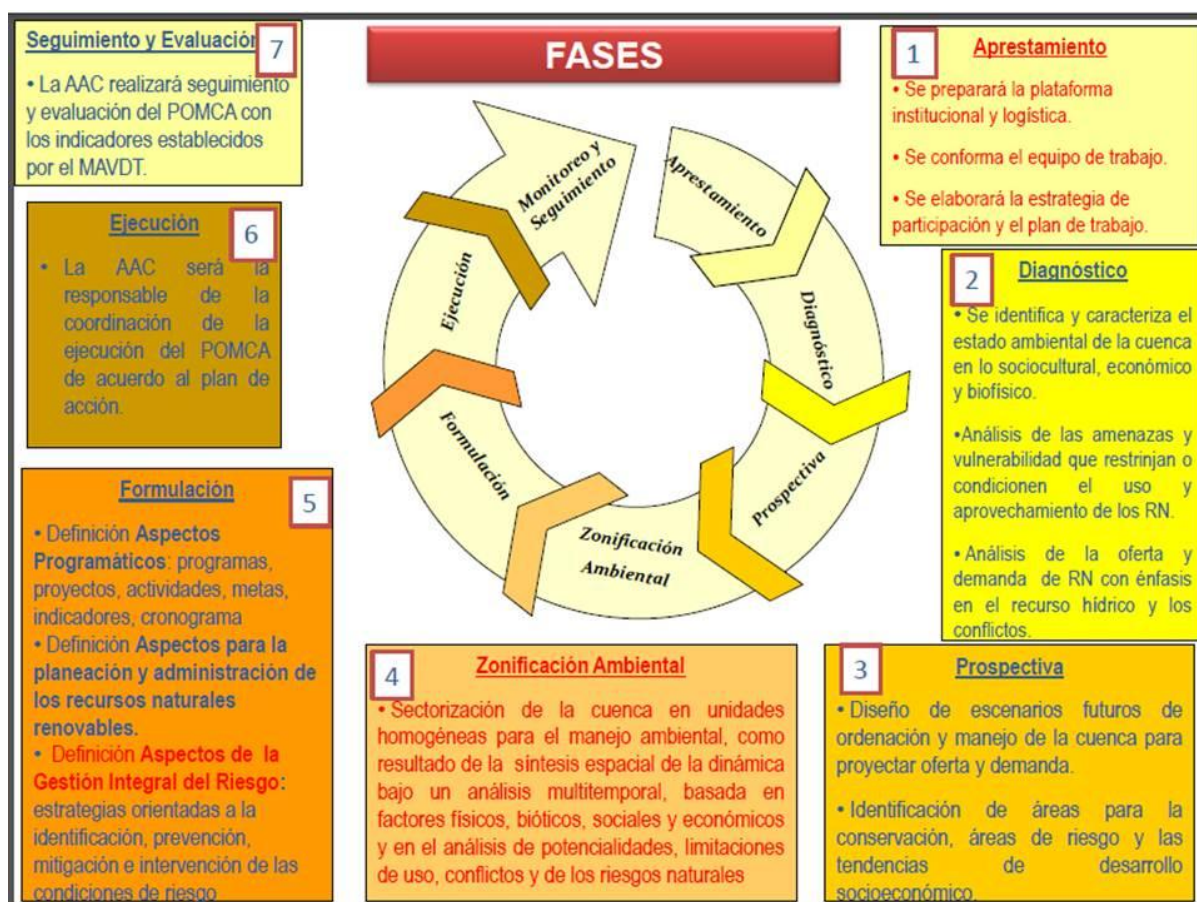
Antes de entrar a describir la metodología propuesta en este trabajo, el MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2011), hace algunas observaciones generales acerca de la metodología en la realización de la Zonificación Ambiental en Cuencas Hidrográficas:

- En general las metodologías aplicadas para la Zonificación Ambiental corresponden a Ecología del Paisaje, Estructura Ecológica Principal, Capacidad de Uso y Conflictos y Condición de Uso Actual y Evaluación de Tierras.
- Otras Corporaciones generan su propia metodología, es el caso de la Zonificación del POMCA del Río Hacha (CORPOAMAZONIA, 2008) diseñado por la Universidad de la Amazonia donde desarrolla la Zonificación como unidades de manejo de gestión

UMAGAS, incorporadas dentro del Sistema Ecológico Regional-SER.

- El 44% de los POMCAS analizados desarrollan una metodología no definida de manera explícita, considerando varios criterios que dan la orientación al proceso de zonificación, como: aspectos biofísicos del territorio (oferta) y aspectos antrópicos (demanda y conflictos, los cuales conducen a la determinación de pautas esenciales en el manejo de la cuenca.

Figura 1. Flujo grama de las siete fases para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas de acuerdo al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2011).



El MAVDT (2011), de acuerdo a los decretos 1729 y 1604 de 2002, y a La Guía Técnico Científica para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, propone siete fases:

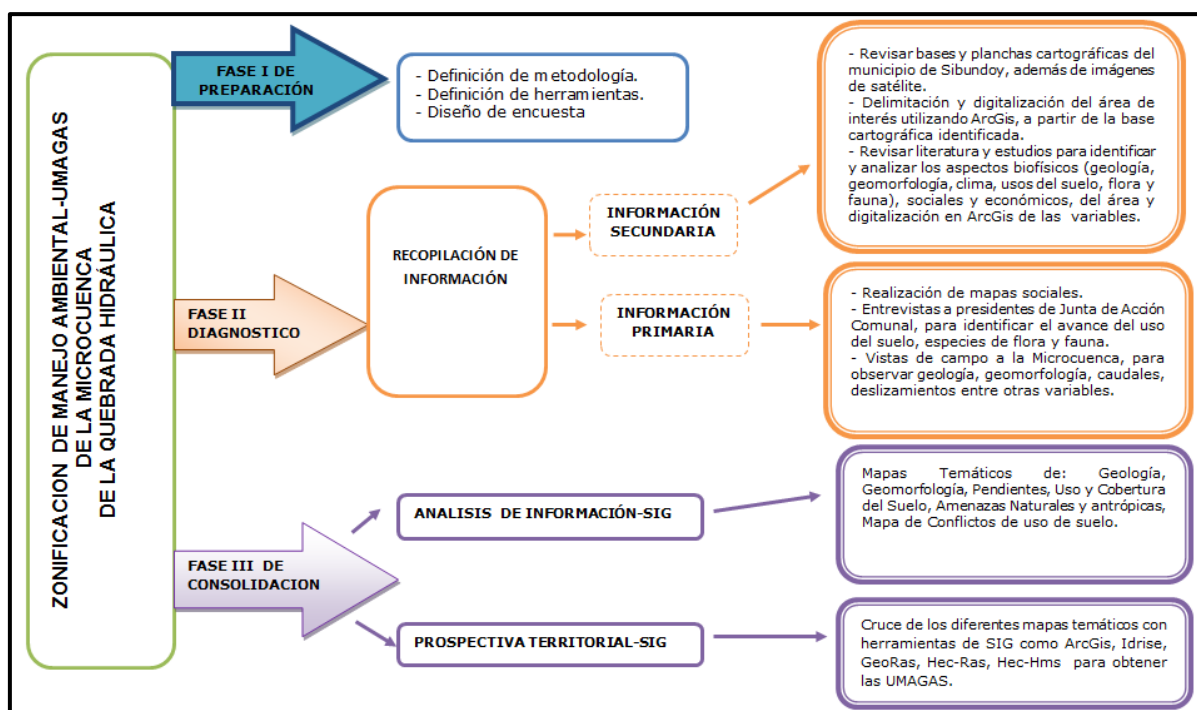
- Aprestamiento
- Diagnóstico
- Prospectiva
- Zonificación Ambiental
- Formulación
- Ejecución
- Seguimiento y Evaluación

Cada una de las fases del MAVDT (2011), las explica en la figura 1. Para el desarrollo de este Trabajo-Tesis, se tomará como base la metodología de las siete (7) fases, propuesta para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas de acuerdo al MAVDT (2011) y la guía técnica del IDEAM y GTZ (2006), con respecto a la Zonificación como unidades de manejo de gestión UMAGAS (2006); aclarando que sólo se llegará hasta la fase cuatro (4) Zonificación Ambiental, de las siete (7) fases anteriores. Teniendo en cuenta que las fases 5, 6 y 7 corresponde a la formulación de proyectos, a la ejecución y al seguimiento y evaluación; y son fases que dependen del presupuesto tanto de la alcaldía municipal como de CORPOAMAZONIA y de la Gobernación Departamental, principalmente en la formulación de proyectos.

La metodología que se presenta, frente al ORDENAMIENTO AMBIENTAL TERRITORIAL, mediante la ZONIFICACIÓN, pretende ser un instrumento de planificación frente a las instituciones y comunidad, el cual ayude a establecer con mayor claridad el proceso de ordenamiento territorial desde el nivel local.

La propuesta más que tratar de incluir nuevos instrumentos para la planificación del desarrollo, quiere contribuir a realzar la poca importancia que se la ha dado a lo ambiental (relación territorio-comunidad) en los actuales instrumentos de planificación, relacionados con el ordenamiento territorial y además resaltar la necesidad de plantear alternativas que incluyan la dimensión ambiental en la planificación, como un camino para garantizar la construcción del desarrollo sostenible de los diferentes recursos naturales.

Figura 2. Flujo grama de las tres (3) fases para la Zonificación Ambiental, teniendo en cuenta lo propuesto por el MAVDT (2011) y la guía técnica del IDEAM y GTZ (2006).



Como ya se mencionó, la metodología propuesta para este trabajo de tesis se fundamenta en lo propuesto tanto en la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas de acuerdo al MAVDT (2011) como en la guía técnica del IDEAM y GTZ (2006), ayudados fuertemente por el software ArcGis 10, la cual se describe en las siguientes figuras, donde La Fase I

de Aprestamiento, se la reemplaza por la Fase I de Preparación; La fase 2 se conserva y La Fase 3 y 4 se incluyen en la Fase III de Consolidación, señalando que la utilización de ArcGis es transversal en las tres fases, tal como se indica en las siguientes figuras.

Para obtener el mapa de Zonificación de Unidades de Manejo y Gestión Ambiental UMAGAS en la microcuenca propuesta, se realizó el siguiente modelo cartográfico, mediante la aplicación de las diferentes herramientas que tiene ArcToolbox del Software ArcGis 10, obteniendo los siguientes flujogramas:

Figura 2a. Modelo conceptual, utilizado para obtener Zonificación Ambiental

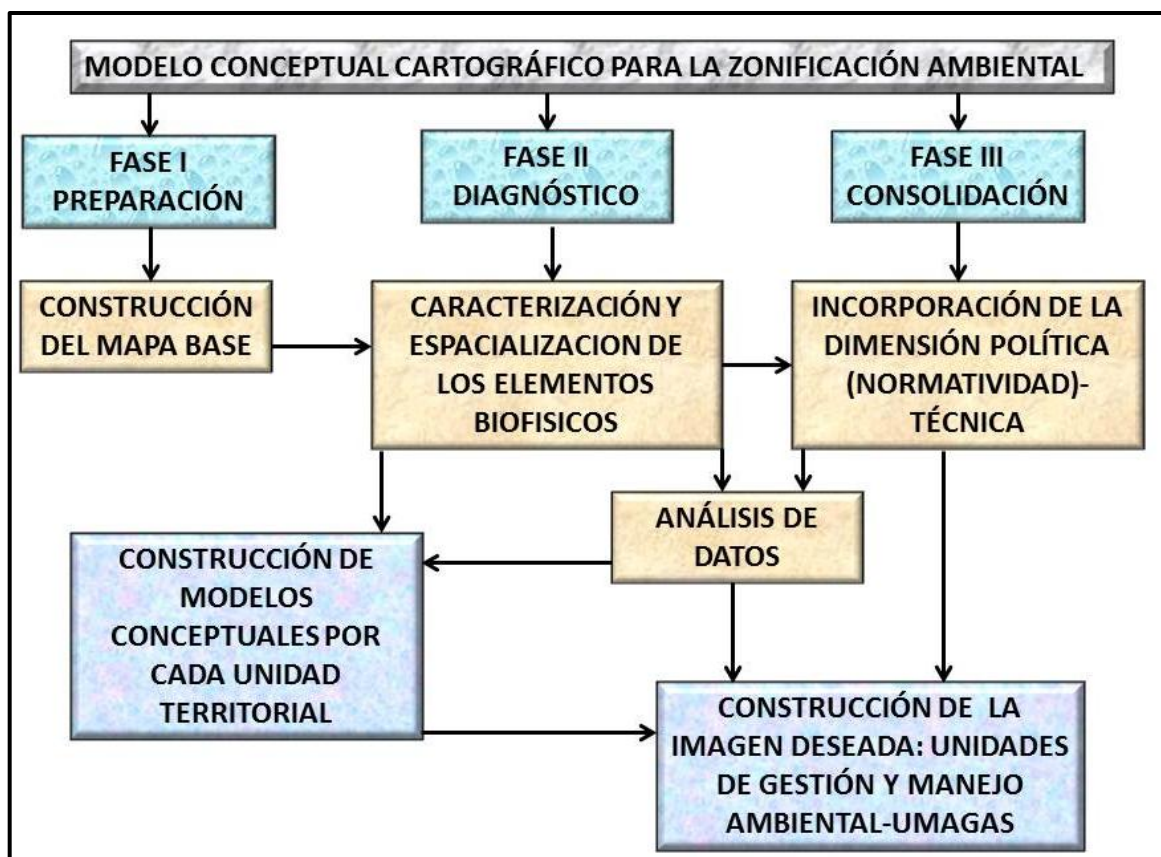
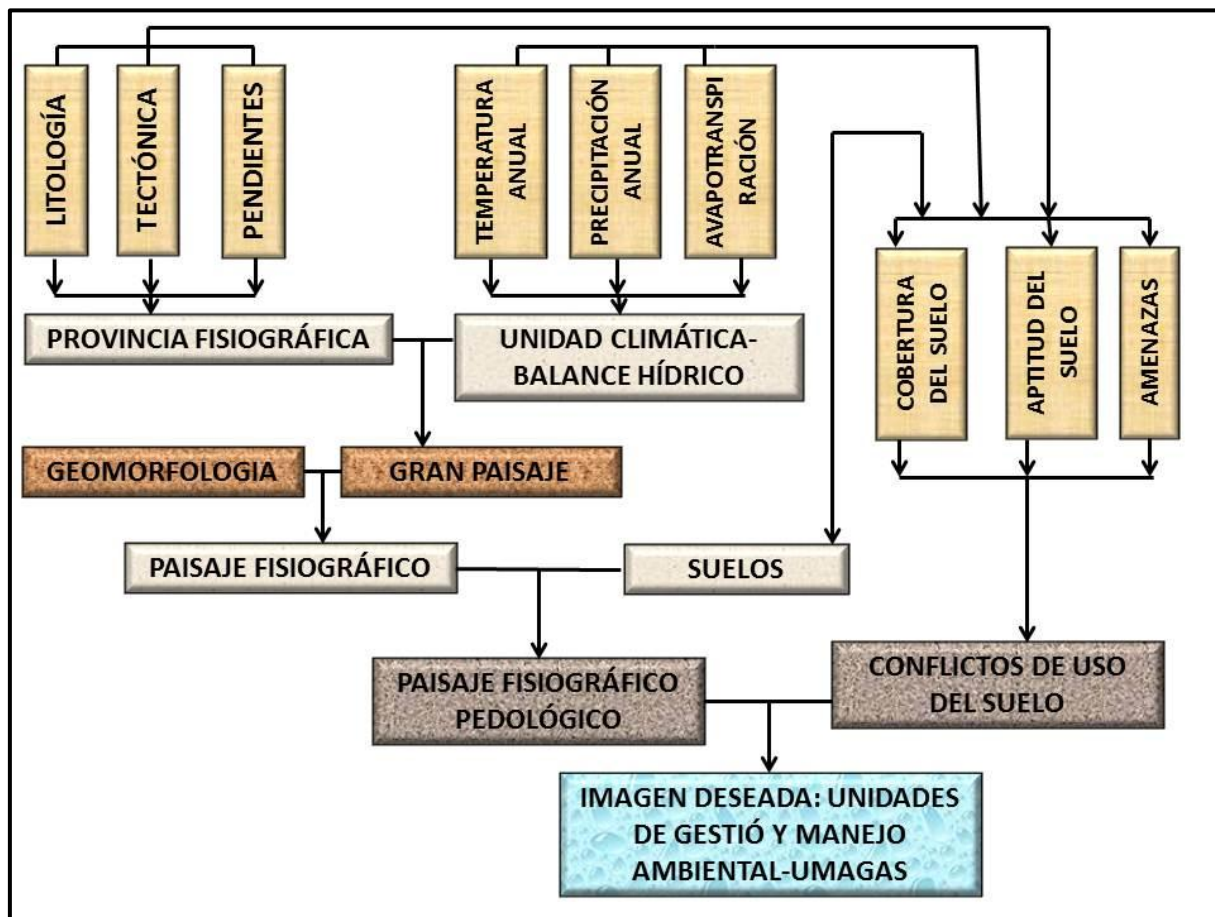


Figura 2b. Modelo conceptual cartográfico de la Imagen Ecosistémica de la Microcuenca Hidráulica



Las siguientes definiciones corresponden a cada una de las categorías fisiográficas (Incoplan y otros, 2008):

- **Provincia fisiográfica:** Es la primera categoría del sistema, aproximadamente correspondiente a una región natural (región morfológica) en la cual pueden prevalecer una o más unidades climáticas, estando constituida por conjuntos de unidades genéticas de relieve con relaciones de parentesco de tipo geológico, topográfico y espacial.

Las relaciones de parentesco de tipo geológico se refieren principalmente a la litología y estructuras dominantes en los relieves iniciales, ligadas a los procesos endógenos (tectodinámicos) que los originaron. Las relaciones topográficas se consideran al nivel de pendientes, es decir, en el ámbito regional; y las relaciones espaciales tienen que ver con la disposición de la unidad en el contexto medioambiental.

- **Unidad Climática:** Es la segunda categoría del sistema de clasificación fisiográfica que comprende aquellas tierras cuya temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y la humedad disponible son lo suficientemente homogéneas como para reflejarse en una génesis específica de los suelos y por ende, en su cobertura vegetal o en el uso actual de la tierra.

- **Gran paisaje o unidad genética de relieve:** Comprende asociaciones o complejos de paisajes con relaciones de parentesco de tipo climático, geogenético, litológico y topográfico.

El parentesco geogenético implica que la geomorfología general del relieve se debe a los procesos geomórficos endógenos y/o exógenos mayores que lo originaron, tales como: plegamiento, volcanismo, denudación, sedimentación, etc. El parentesco litológico se entiende al nivel de grupos de rocas: sedimentarias, volcánicas, plutónicas y metamórficas. Las relaciones topográficas se dan al nivel de meso-relieve y se refieren a la morfología general ligada a su origen.

- **Unidades de conflictos de uso:** Son aquellas unidades que se encuentran articuladas a todas las categorías anteriores, cobertura vegetal, aptitud de uso y amenazas.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE DATOS

Para realizar el análisis de datos, este capítulo se lo dividirá en dos partes: 1. Una denominada Oferta Ambiental-Diagnóstico y 2. Denominada desarrollo del modelo conceptual cartográfico para llegar a la Zonificación Ambiental. La fase diagnóstico se la subdividirá en cinco (5) componentes, con los cuales se construirá el modelo conceptual cartográfico. A continuación se explica cada una de las fases y sus respectivas subdivisiones:

3.1 OFERTA AMBIENTAL - DIAGNÓSTICO

3.1.1 Componente Estructural del Territorio

3.1.1.1 Localización

La microcuenca de la quebrada Hidráulica, hace parte del territorio denominado Cuenca alta del río Putumayo o Valle de Sibundoy, la cual tiene una geoforma de una depresión andina ubicada desde los 2100 m.s.n.m. de altitud en su parte plana hasta los 3700 m.s.n.m. en la parte más alta, conformada por los páramos Cascabel, Bordoncillo y Patascoy. La Cuenca Alta del río Putumayo se localiza al noroccidente del departamento del Putumayo sobre las estribaciones del sistema montañoso del macizo colombiano, conformando políticamente los municipios de Santiago, Colón, Sibundoy y San Francisco (ver figuras 3 a5). Este valle tiene forma de una gran elipse de aproximadamente 52.500 ha, de las cuales 8.500 ha están en la parte plana rodeadas por cerros y mesetas semi montañosas, producto de la presencia de fallas geológicas (ver figura 6).

Considerada también como una región megadiversa, coexistiendo con tal diversidad biológica, las comunidades humanas con raíces en las

etnias (Kamentsá, Inga, Quillasinga) y los grupos campesinos colonos de varias partes de Colombia, creando así una gran diversidad cultural, al poseer complejos conocimientos sobre su entorno y muchos secretos vitales para el desarrollo endógeno de éste Valle interandino, particular espacio de intersección del Pacífico, Andes y Amazonia.(Fundación Cultural del Putumayo, 2010).

Las siguientes figuras indican la localización de la microcuenca de la quebrada Hidráulica (ver Mapa Anexo 1. Mapa Base), objeto de estudio, en el Municipio de Sibundoy y en el contexto nacional, departamental y regional.

Figura 3. Localización de la microcuenca de la quebrada Hidráulica, en el Valle de Sibundoy-Cuenca Alta del río Putumayo.

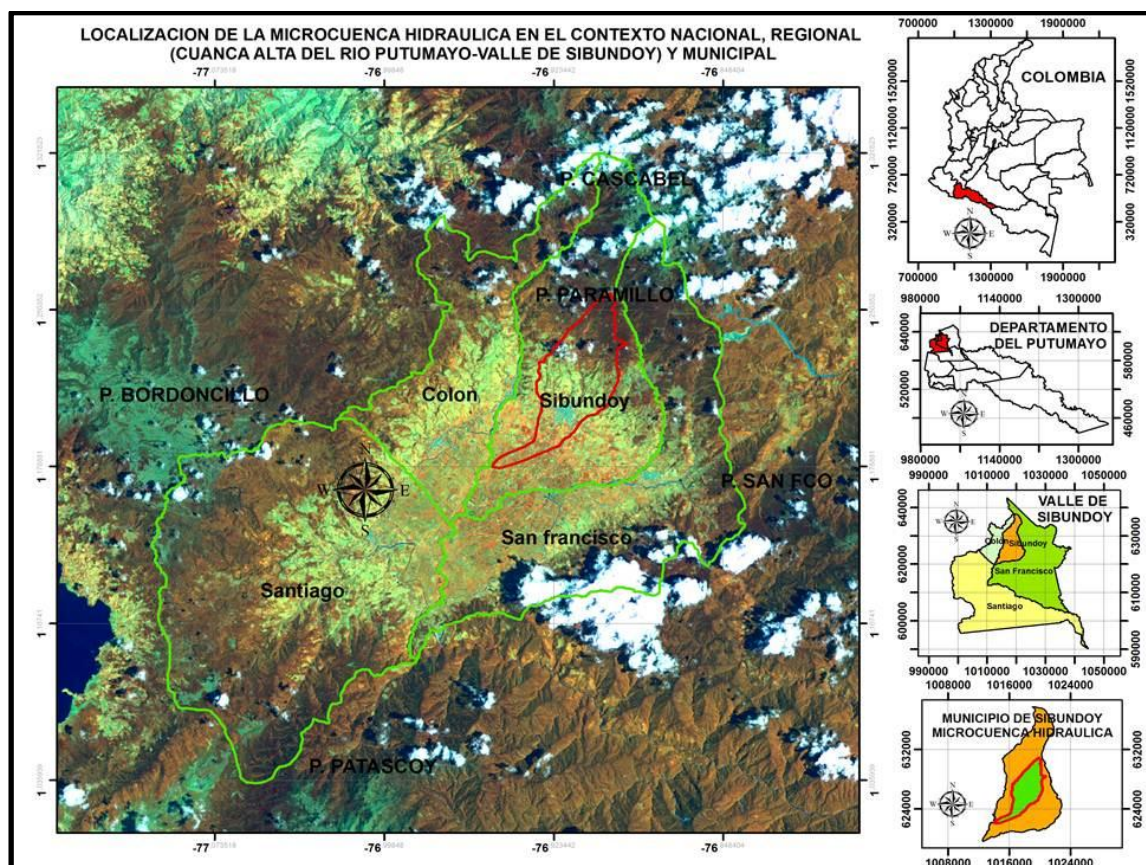
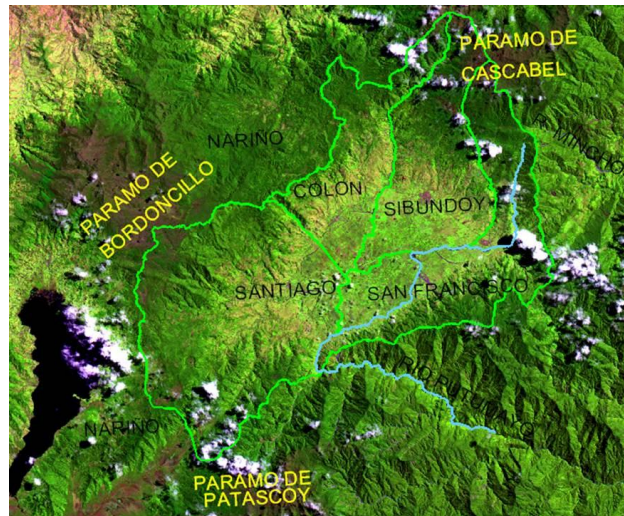


Figura 4. Delimitación de la cuenca alta del río Putumayo, Valle de Sibundoy.



Fuente. Imagen Landsat, 1995

La Cuenca Alta del río Putumayo o Valle de Sibundoy tiene un área de 45.987 Has, de las cuales el municipio de Sibundoy posee un área de 9.068,44 Has, es decir el 20% de su cobertura y la Microcuenca de la Quebrada Hidráulica posee un Área de 2.131,02 Has, es decir el 27.33% de la cobertura del municipio de Sibundoy, limita al Norte con microcuencas del río San Francisco y río San Pedro; al Sur con el cauce viejo del río Putumayo; al Oriente con la microcuenca de la quebrada Carrizayaco y al Occidente con microcuenca del río San Pedro, ver anexo mapa 1. Localización de la Microcuenca-Mapa Base y figura 6 (FCP, 2002 y 2010 y este estudio).

Figura 5. Geoforma del Valle de Sibundoy o Cuenca Alta del río Putumayo

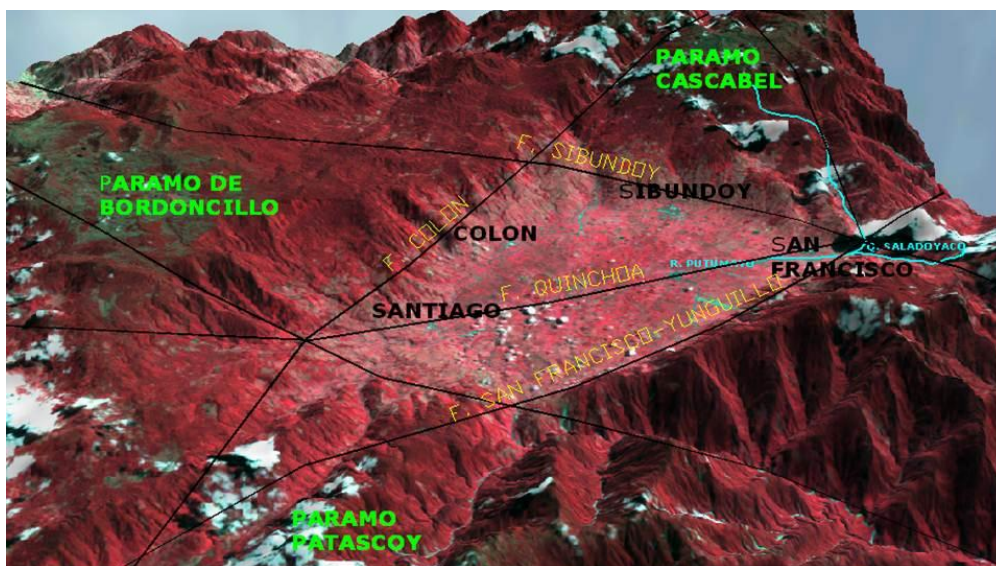
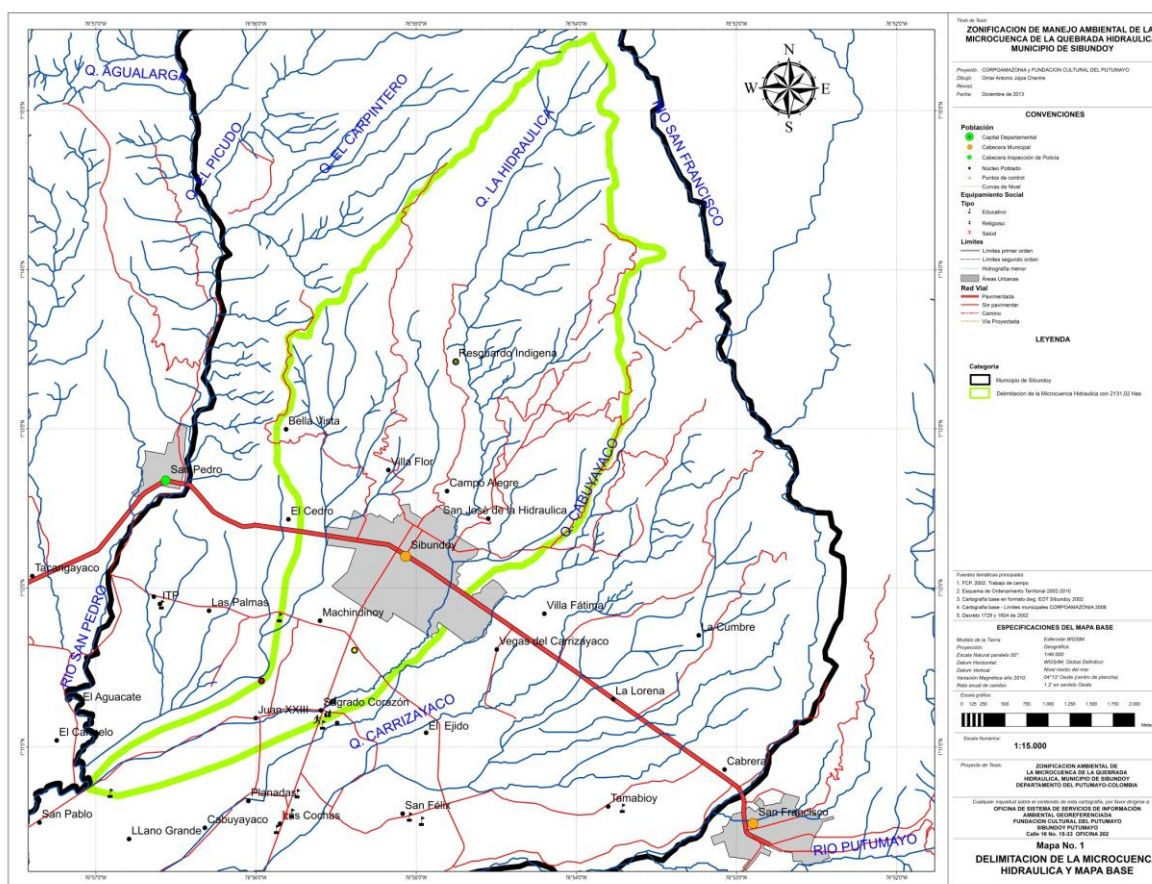


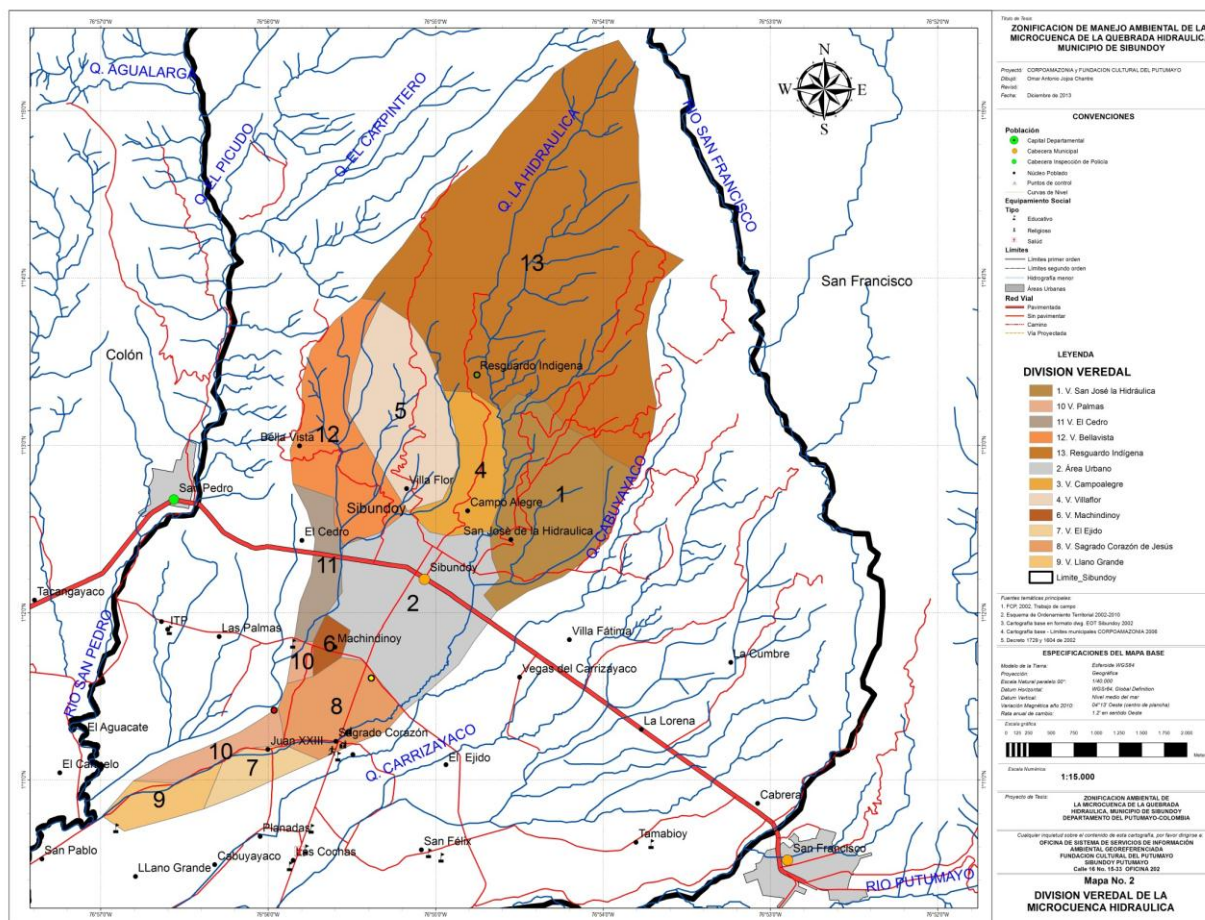
Figura 6. Mapa 1. Localización del área en el municipio de Sibundoy.



El municipio de Sibundoy se compone de 21 veredas, las cuales son: Bellavista, Villaflor, Resguardo parte Alta, Campo Alegre, San José de la Hidráulica, Fátima – Carrizayaco, La Cumbre, Cabrera, Tamabioy, San Félix, Las Cochas, Cabuyayaco, Leandro Agreda, Llano grande, Las Palmas, El ejido, Sagrado Corazón de Jesús, Machindinoy, El Cedro, Sinsayaco, Sotanjoy, y Zona Urbana, Ver Mapa anexo 2. División Política del municipio de Sibundoy y siguiente figura (FCP, 2002 y 2010, y este estudio).

Las siguientes veredas hacen parte de la microcuenca Hidráulica: Bellavista, Villaflor Resguardo parte Alta, Campo Alegre, San José de la Hidráulica, Llano Grande, Las Palmas, El Ejido, Sagrado Corazón de Jesús, Machindinoy, El Cedro, Sotanjoy, y parte de la Zona Urbana (FCP, 2002 y 2010, y este estudio), ver Mapa 2. División veredal y siguiente figura.

Figura 7. Mapa 2. División Veredal de la Microcuenca Hidráulica



3.1.1.2 Estructura Legal del Territorio

La estructura legal del municipio de Sibundoy, está representada por la presencia de: resguardos indígenas, Ley 2da Reserva Forestal Central, Predios adquiridos por el art. 111 de la Ley 99, Reservas de la Sociedad Civil y Reserva de la Biosfera (FCP, 2010). A continuación se presenta un análisis de la estructura legal del municipio (Ver Mapa 3. Estado legal del territorio de la microcuenca Hidráulica y siguiente figura):

❖ Resguardos indígenas

Según la Fundación Cultural del Putumayo 2010, en el EOT, El Resguardo indígena es una institución legal de carácter socio-político especial, conformada por una comunidad o parcialidad tribal, que con

un título de propiedad comunitaria (colectiva), posee un territorio en el cual se aplican las normas especiales de acuerdo con el llamado "Fuero" (derecho) indígena. Jurídicamente se diferencian dos clases de resguardos: 1) **Antiguos:** los cuales tienen su origen remoto en el tiempo, incluso vienen de la época colonial en virtud de una Cédula Real y otra norma jurídica hispánica y que como máximo fue constituido hasta el año 1.961. 2) **Nuevos:** creados a partir de 1.961 mediante resolución expedida por la Junta Directiva del INCORA.

De acuerdo con la documentación consultada para conocer el estado actual de los resguardos indígenas en el municipio de Sibundoy, se presenta el siguiente análisis:

Según El Cabildo Indígena Camentsa 2004, en su Plan Integral De Vida; mencionan que de acuerdo a la tradición oral e historia, el Gran Cacique Carlos Tamabioy heredó bajo testamento a las etnias Kamentsá e Inga una gran extensión del territorio del Valle de Sibundoy, la cual tiene buena parte del territorio del Valle de Sibundoy y que figura como área de resguardo; estas tierras heredadas han tenido un gran conflicto social entre los colonos e indígenas, teniendo en cuenta que son territorios ancestrales y en donde sólo se ubican familias indígenas.

De esta manera, se reconoce que el pueblo Kamentsá Biyá posee Resguardos legalmente constituidos en el área plana del Valle de Sibundoy, con una altitud promedio de 2050 m, ubicados en el municipio de Sibundoy y San Francisco. Mediante el decreto 1414 de 1956 se creó un Resguardo en la parte Plana con una extensión de 3.895 hectáreas, del cual según datos proporcionados por el Cabildo, aproximadamente 975 hectáreas fueron entregadas al Cabildo por el INCORA en 1964, que las compró y las entrego a familias Kamentsá en los municipios de Sibundoy y San Francisco. Además, algunas familias

Kamentsá tienen posesión de tierras, alrededor de 400 hectáreas en calidad de propiedad privada que han sido legados de sus mayores y otras compradas con esfuerzo propio. El resto del área del decreto 1414 está en posesión de familias colonas, creando en la actualidad un conflicto social, debido a que la mayoría de familias indígenas carecen de tierra.

Antes de del Decreto 1414, El Pueblo Kamentsá reconocía de forma clara la expropiación de su territorio, por las Misiones y los colonos, los primeros en defensa de su estatus como institución de autoridad y con poder sobre las tierras eclesiásticas y los segundos arrebatando los terrenos a través de compras, arreglos personales injustos y leyes en contra de los indígenas que los facultaban a arrebatárles sus derechos.

Al finalizar la primera mitad del siglo XX ya era latente la expansión de la población criolla, acrecentándose en cuarta parte de la población total debido a la acelerada modernización pecuaria a través de la explotación de ganado lechero. Tras un informe rendido por los funcionarios del Ministerio de Agricultura se concluyó, que se requería la creación de un Resguardo con el fin de que las parcelas que carecían de titulación y de explotación fueran ocupadas únicamente por indígenas, evitando de esta manera la invasión de personas extrañas a la comunidad. Por lo cual nace el Decreto 1414 de 1956 en donde los Pueblos Kamentsá e Inga reciben tierras en calidad de Resguardo.

Mediante este decreto presidencial el 21 de junio de 1956 se constituye el primer resguardo para indígenas del Valle de Sibundoy, con los mismos límites y linderos anunciados en el decreto 2104 de 1939. El Decreto 1414 en realidad solo sirvió para crear el Resguardo, pero no les devolvió las tierras a los indígenas, porque desde el momento de su creación, 4 familias "blancas", (entre las que están Prospero Herrera,

Gerardo Lara, y los Morenos) ya se habían apropiado de algunos predios de gran extensión, por los cuales pedía respeto el mismo decreto”, creando un conflicto social entre el estado y los cabildos indígenas.

La junta Directiva del Instituto Colombiano de Reforma Agraria, adjudicó al Pueblo Kamentsá en calidad de Resguardo 3.252 hectáreas, ubicadas en la zona montañosa de la parte alta del municipio de Sibundoy, delimitada a partir de la cota 2.500 m.s.n.m. mediante la Resolución No. 0173 del 28 de noviembre de 1979, la cual es aprobada por la resolución No. 24 del 12 de febrero de 1980. Existen actas de entrega provisionales de los predios denominados, Machindinoy, San Félix No. 2, San Félix (Res. 000570/04/82), San Javier, Las Delicias, El Retiro, El Retiro No. 2, El Diviso, El Moreno, La Esperanza, El Palmar, Villamar, La María, La Puritana, La Primavera, San Pedro, San Pablo de Tacangayaco, Santa Ana, Villa Franca, El Sauce (2), San Félix (3) El Mirador.

Los resguardos Indígenas de la comunidad Kamentsá que hacen parte de la Microcuenca de la quebrada Hidráulica con un área total de 1022,68 has, representan un porcentaje del 47,99% del área total de la microcuenca Hidráulica, la cual tiene un área de 2131,02 Ha; en el siguiente cuadro y Mapa 3. Estado Legal del Territorio, se presenta la distribución de los tres resguardos y la localización de los mismos.

Resguardos Indígenas que hacen parte de la Microcuenca Hidráulica.

RESGUARDO	NOMBRE	NORMA DE CREACIÓN	ÉTNIA	ÁREA(Ha)
1	Machindinoy	Res. 24 de 12/ 02/80	Kamentsá	17,99
2	Parte Alta	Res. 0173 de 28/11/79	Kamentsá	993,89
3	San Félix	Res. 000570/04/82	Kamentsá	10,80
Total				1022,68

❖ Reserva Forestal Central Ley 2da de 1959

De acuerdo a la ley 2ª de 1959, en el artículo 1 plantea: la "Zona de Reserva Forestal Central, comprendida dentro de los siguientes límites generales: una zona de 15 km hacia el lado Oeste, y otra, 15 km hacia el este del divorcio de aguas de la Cordillera Central, desde el Cerro Bordoncillo, aproximadamente a 20 km al este de Pasto, hasta el Cerro de Los Prados al Norte de Sonsón".

La Reserva Forestal Central, en el Valle de Sibundoy le corresponde 13.466 has, de las cuales el municipio de Sibundoy posee un área de 5.696,71 has, es decir un 42.3% del total; y a la microcuenca Hidráulica le corresponde un área de 1638,07 has es decir un porcentaje del 28.76% del área de Ley 2da del municipio de Sibundoy.

Con respecto al área de Ley 2da (1638,07 ha) dentro de la microcuenca de la quebrada Hidráulica (2131,02 ha), le corresponde un porcentaje del 76,89% (Ver Mapa 3. Estado Legal del Territorio); área que cubre gran parte del sector urbano del municipio de Sibundoy y que además cubre el 100% del resguardo Indígena de la Parte Alta, el cual tiene una extensión de 993,89 ha; creando así un conflicto de suelo (un mismo suelo no puede tener dos usos diferentes), teniendo en cuenta que la figura de los resguardos indígenas fue creada para cumplir un uso de suelo social y ambiental, mientras que la figura de uso de suelo de la Ley 2da es sólo para Forestal-Protectora, es decir de protección absoluta, donde no se puede realizar ningún proyecto ni productivo ni de infraestructura.

El decreto 2811 de 1974, hace referencia en su artículo 210 a que, si en área de reserva forestal, por razones de unidad pública o interés social, es necesario realizar actividades económicas que impliquen remoción de bosques o cambio en el uso de los suelos o cualquier otra actividad

distinta del aprovechamiento racional de los bosques, la zona afectada deberá, debidamente delimitada, ser previamente sustraída de la reserva. También se podrán sustraer de la reserva forestal los predios cuyas propiedades demuestren que sus suelos pueden ser utilizados en explotación diferente de la forestal, siempre que no se perjudique la función protectora de la reserva. En el municipio de Sibundoy, en su parte alta, aún es posible encontrar áreas con pendientes o superiores al 40% que hacen parte de la reserva forestal central y que sirven de abastecimiento de agua para consumo humano, tal es el caso de los acueductos municipales y rurales del Valle de Sibundoy, incluida la microcuenca Hidráulica.

Hasta el momento marzo de 2014, no se ha realizado ninguna sustracción de la Reserva Ley 2da, complicando así el desarrollo de la región Valle de Sibundoy, debido a que según el Ministerio de Ambiente, en ésta área de Ley 2da, no se puede desarrollar ningún proyecto productivo ni de infraestructura, ya que en el año de 1959 se la categorizó como de Reserva Forestal Protectora.

❖ **Predios adquiridos en el marco de la Ley 99 de 1993**

El artículo 111 de la Ley 99 de 1993 plantea: "Declárense de interés público las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua los acueductos municipales y distritales. Los departamentos y municipios dedicarán durante quince años un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos, de tal forma que antes de concluido tal período, haya adquirido dichas zonas. La administración de estas zonas corresponderá al respectivo distrito o municipio en forma conjunta con la respectiva Corporación Autónoma Regional y con la opcional participación de la sociedad civil".

En cumplimiento a esta normatividad, la alcaldía de Sibundoy ha adquirido un área 3.557 m², por un valor de \$13.000.000, localizándose en la vereda San José de la Hidráulica-Microcuenca Hidráulica, con número de escritura 001 de 2 enero de 2007.

❖ **Reservas naturales de la sociedad civil**

En el Valle de Sibundoy, según la Fundación Cultural del Putumayo 2010, existe una iniciativa privada de Conservación y Producción Sostenible en Reservas Naturales de la Sociedad Civil. Este proceso que tiene como base normativa la Ley 99 de 1993, agrupa a familias que desean fortalecer los lazos de unión y compromiso con el ambiente, basa sus acciones en promover actividades productivas bajo los principios de sostenibilidad y buenas prácticas agropecuarias, mediante los cuales aseguran una buena alimentación y las posibilidades de implementar sistemas productivos alternos en su fincas. Estas actividades productivas buscan de igual manera la recuperación del suelo y del agua, como elementos básicos de la producción. Estas reservas dentro del Valle de Sibundoy, se agrupan en el Nodo Quindicocha que hace parte de la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil - RESNATUR. En el Valle de Sibundoy, la Reserva Natural la Rejoya es la primera reserva que se articula al proceso a nivel nacional de Conservación de RESNATUR, posteriormente las Reservas Paz Verde, Santa Lucía, La Porra y el Naranja inician su proceso de articulación.

El promedio de área conservada desde las reservas naturales del Nodo Quindicocha tienen en total 1.132,25 ha dedicadas a la Conservación y Producción Sostenible, localizadas en todo el Valle de Sibundoy.

El acompañamiento y dinamización del Nodo Quindicocha, está a cargo de La Fundación Opción Putumayo como organización articuladora de

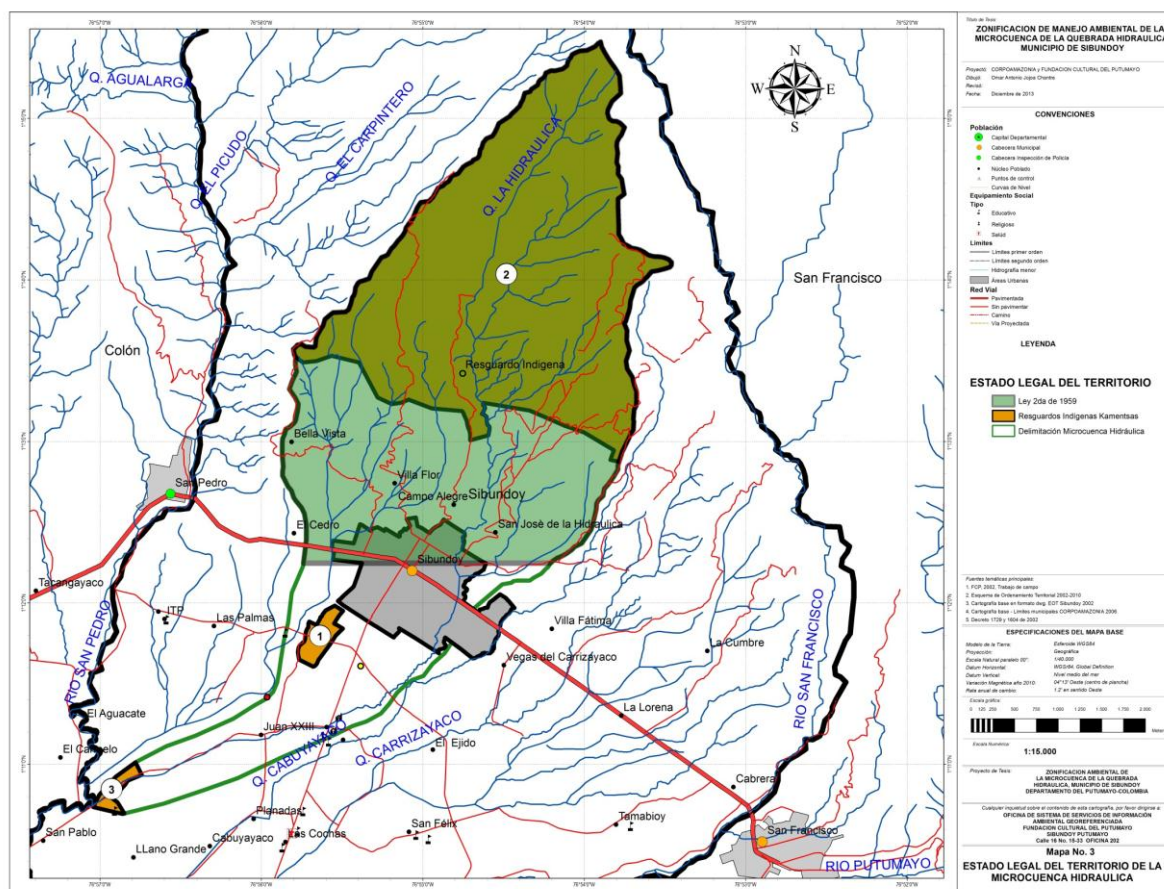
las reservas naturales del Nodo Quindicocha, viene promocionando las acciones necesarias para la conservación y producción sostenible en el Alto Putumayo. Desde sus inicios en el año 2001 se ha caracterizado por generar espacios con la comunidad, principalmente con las familias propietarias de reservas naturales, de tal manera que se complementen los conocimientos técnicos con los saberes locales.

❖ **Reserva de la Biosfera**

Según la Unesco 2000, las Reservas de Biosfera son zonas de ecosistemas terrestres o costeros/marinos o una combinación de los mismos, instituidas en el marco del Programa Internacional "El Hombre y la Biosfera" (MAB), de la UNESCO, las Reservas de la Biosfera representan uno de los instrumentos más importantes para la conservación de la Naturaleza y el desarrollo de las poblaciones locales. Más que una categoría de conservación, son una propuesta de ordenamiento ambiental del territorio, basada en la conjunción entre desarrollo sostenible y conservación, con la participación, educación ambiental e investigación básica y aplicada. Su objetivo principal es contribuir tanto a la conservación de la biodiversidad mundial, como al bienestar económico y social de la población local y regional a través de prácticas sostenibles.

El área total del municipio de Sibundoy, hace parte de la Reserva de la Biosfera Cinturón Andino, que según la UNESCO 2000, se localiza entre los 00° 51' y 03° 59' de latitud norte; 075° 16' y 077° 22' de longitud oeste. Sin embargo esta figura de ordenamiento ambiental del territorio ha sido desconocida y escasamente aplicada, es importante realizar acciones concretas que permitan consolidar a la región como Reserva de la Biosfera y que éste trabajo se refleje en una gestión sustentable de los recursos naturales que oferta la Microcuenca de la quebrada Hidráulica.

Figura 8. Mapa 3. Estado Legal del Territorio de la microcuenca Hidráulica.



3.1.2 Componente Físico

3.1.2.1 Climatología

Según la FCP (2004) y CORPOAMAZONIA (2008), el Clima se refiere a los flujos de energía en la capa de gases que rodea a la Tierra, o a los ciclos y pautas en las condiciones atmosféricas de una región. Aunque la Atmósfera (esfera de gas) "tiene" ciclos y fenómenos propios, toda su dinámica está relacionada con la de los océanos (hidrosfera), los continentes (litósfera), la vida (biósfera) y el cosmos en general. Su relación con nuestra vida es amplia. La forma de pensar, de hablar, el color de piel, cultivos, casas, salud, paisaje, comercio, vestido, rito, temor, comida y mito, todos son de un clima. No lo podemos cambiar, difícilmente predecir. Su estudio en la región, desde el punto de vista científico, tiene origen en la segunda mitad del siglo veinte, cuando

ingenieros colombianos y extranjeros empezaron a ver en este territorio una posible área de expansión agrícola. Conociendo las "nefastas consecuencias sociales, culturales y económicas debidas a la política agraria de la misión capuchina" y tal vez recordando la "gran fertilidad y desarrollo de otros valles recuperados del agua" en diferentes partes del mundo.

Durante las décadas del 50 y 60 estudiosos del IGAC y el entonces recién creado INCORA hoy INCODER, comenzaron a explorar el clima entre otros campos biofísicos de la zona y terminaron concluyendo que: "los 950 mm de exceso anual de la precipitación sobre la evaporación media, muestran que los requerimientos básicos del Valle de Sibundoy **son de drenaje controlado**", pero el sistema nunca se ha evaluado o corregido según nuestras necesidades. Posteriormente se ha realizado al menos 9 estudios usando estos datos con un espectro amplio de irresponsabilidad ("hay que trabajar con lo que se tiene!"), se ha hecho informes por cumplir contratos o ensayar metodologías y ha faltado criterio para decir NO HAY un aceptable monitoreo del clima en el **Valle de Sibundoy**. De esta manera, fue aprobado e implementado (en parte) el proyecto Putumayo 01 para la década de los 60's, que incluía un sistema de monitoreo hidroclimatológico con cerca de 20 estaciones de observación (prácticamente solo en el plan del Valle). Cuando se demostró inesperadamente que los suelos no eran muy fértiles y que muchos aún no se habían formado, se abandonó el distrito de drenaje a medio camino y consecuentemente se descuidó todo lo relacionado al monitoreo climatológico integral.

Como no se cuenta con un estudio hidrológico reciente de la zona, se tomó información de algunas de las estaciones meteorológicas manejadas por el IDEAM, ubicadas en cercanías al Valle de Sibundoy, dos estaciones en la Cocha y seis en el Valle de Sibundoy. Sobre la

cuenca del Río Putumayo se localizan varias estaciones climatológicas y pluviométricas, de las cuales, algunas sólo se tienen registros de precipitación máxima en 24 horas dificultando la estimación de precipitaciones máximas para diferentes períodos de retorno. Dichas estaciones son: La Primavera, Michoacán, Vichoy, Carrizal, Balsayaco y La Torre de TV San Francisco.

Los valores de los parámetros que regulan al clima como la precipitación, temperatura, brillo solar, humedad relativa, evaporación y vientos son fundamentales en el análisis del comportamiento físico y químico del relieve e influyen fuertemente en la desestabilización de suelos de ladera y generan desbordes e inundaciones; Dichos valores fueron tomados de la Estación Michoacán, localizada en el municipio de Colon, a continuación se nombran las estaciones meteorológicas del Valle de Sibundoy, aclarando que en la actualidad, la Estación Michoacán es la única activa:

Cuadro 1. Estaciones hidroclimáticas del Valle de Sibundoy, promedio de datos, para obtener el Mapa de Balance Hídrico (2010).

No.	Estación	Altitud	Precipita. en mm	Temp. °C	Coordenada X	Coordenada Y
1	Aponte	1800	1553	10	1.005.270	646.264
2	Sta. Isabel	2719	3761	9	996.011	600.183
3	Putumayo	2070	1559	15	1.016.420	618.613
4	Los monos	2100	5172	11	1.034.970	614.930
5	El chalet	2950	2593	12	996.011	618.613
6	Chorlaví	2370	3976	14	1.023.840	622.299
7	Bordoncillo	3280	4073	7	997.866	616.770
8	El pepino	2530	6155	23	1.045.730	611.560
9	Santa Inés	2720	2453	13	997.497	593.127
10	San francisco	2140	1776	16	1.021.610	620.772
11	Michoacán	2100	1770	16	1.014.190	624.247

No.	Estación	Altitud	Precipita. en mm	Temp. °C	Coordenada X	Coordenada Y
12	Carrizal	2300	2790	12	1.004.920	618.928
13	Minchoy	2300	3389	10	1.027.180	626.301
14	Patoyaco	1620	3635	12	1.036.450	620.773
15	San Antonio	2135	1797	16	1.019.760	618.929
16	Balsayaco	2070	1803	16	1.014.190	615.243
17	Chungacaspí	2100	2690	15	1.017.900	617.086
18	Quinchoa	2075	1735	15	1.008.630	618.928
19	San pablo	2065	1138	15	1.016.050	620.771
20	Vichoy	2280	1653	16	1.010.480	622.614
21	Torre de san francisco	3000	4618	8	1.027.180	622.615
22	El encano	2830	1328	12	988.222	618.928
23	La primavera	2067	1667	16	1.017.900	620.772
24	Cascabel	3050	4500	6	1.019.830	636.228
25	Cascajo	3000	4300	8	1.002.820	607.427

Para el análisis de los principales factores climáticos de la región se han consultado series históricas de treinta años (1881-2010) de la estación meteorológica del IDEAM, Michoacán, por ser la más cercana, representativa y activa, los cuales se describen a continuación para efectos de la caracterización climática del municipio, cuyos datos permiten de forma aproximada, comprender un modelo climático de la región andina ecuatorial.

Cuadro 2. Datos climatológicos de la Estación Michoacán. Fuente INCODER, sede Municipio de Colón.

Año	Precipitación en mm.	Temperatura °C	Humedad Relativa	Brillo Solar
1881	1485	15.4	87.3	965
1882	1470	15.7	83	970
1883	1471	15	83	953
1884	1418	15.2	88	1131

Año	Precipitación en mm.	Temperatura °C	Humedad Relativa	Brillo Solar
1885	1534	15	88	922
1886	1548	15.2	86	937
1887	1458	15.5	86	801
1888	1134	15	88	736
1889	1434	15.8	84	725
1990	1452	15.5	84	834
1991	1520	15.4	85	761
1992	1519	15.7	88	769
1993	1935	15.7	88	847
1994	2045	14.9	89	615
1995	1670	15.6	88	689
1996	1488	15.4	89	657
1997	1376	16	88	725
1998	1737	16.2	85	615
1999	1776	16	88	679
2000	1309	16.1	86	1030
2001	1686	16.5	85	751
2002	1537	16.3	85	700
2003	1751	16	85	871
2004	1785	15.2	86	820
2005	1952	15.6	88	707
2006	1532	15.6	86	793
2007	1256	15.6	86	711
2008	1401	15	88	579
2009	1492	14.8	90	423
2010	1675	15	88	802

❖ Precipitación

La precipitación está determinada por la situación geográfica y por la influencia de algunos factores importantes, tales como la circulación atmosférica, el relieve y el tipo de vegetación de la zona. En el Valle de Sibundoy, se presenta una precipitación promedio anual de 1.715 mm., en la estación Santiago, con una precipitación total anual de 1.692 mm.; Michoacán con 1.674 mm; Sibundoy con 1.586 mm; aumentando hacia la parte alta del municipio de San Francisco en el Alto Putumayo, con una precipitación promedio multianual de Chorlaví con 3098 mm, y La Torre con 4582 mm., como se observa en la siguiente tabla.

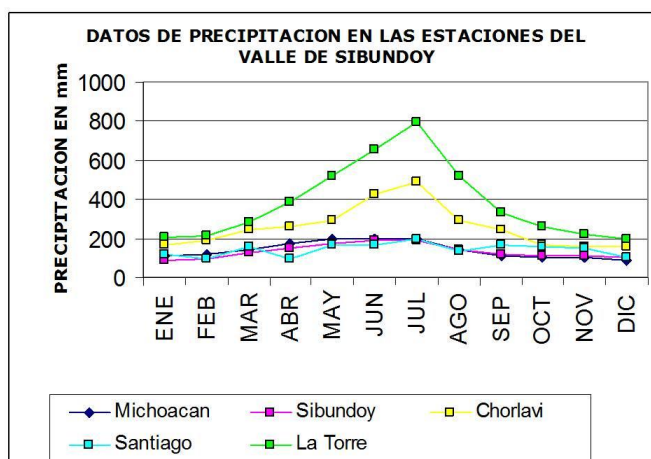
Cuadro 3. Datos de precipitación, tomados de las cinco estaciones del Valle de Sibundoy, para el año de 1990.

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PRMO	TOTAL
Michoacán	110	120	138	176	195	195	194	144	110	99	100	88	139	1674
Sibundoy	90	91	123	147	177	189	190	138	115	113	107	100	132	1586
Chorlaví	165	192	247	263	295	425	488	295	246	162	156	157	258	3098
Santiago	116	91	155	93	163	166	195	136	162	159	147	103	141	1692
La Torre	201	211	287	383	517	653	798	521	327	260	219	200	381	4582

Datos tomados del Plan de Manejo Integral y Sostenible del Corredor Andino Amazónico Páramo de Bordoncillo - Cerro Patascoy, Como Ecorregión Estratégica para los Departamentos de Nariño y Putumayo, 2001.

Según los datos, el período de estiaje en las estaciones de se presenta en los meses de diciembre a febrero con precipitaciones del orden de 96 mm y 97 mm respectivamente y en la estación Torre TV San Francisco se presenta en los meses de noviembre a febrero con una precipitación del orden de 204 mm. El régimen de distribución de las lluvias para el Valle de Sibundoy, presenta un comportamiento **UNIMODAL BIESTACIONAL**, con una época de intensas lluvias que empieza desde el mes de abril hasta agosto y una época de escasas lluvias en los meses de octubre a marzo, como se observa en la siguiente gráfica.

Figura 8a. Gráfica del Comportamiento de la Precipitación en el Valle de Sibundoy.



De la figura 8a., se puede observar que los meses de mayor precipitación van desde abril hasta agosto, coincidiendo con las épocas de inundación y presencia de áreas inestables en las partes altas de las microcuencas que bordean las cabeceras municipales del valle de Sibundoy. En mayo de 2000, debido a las altas precipitaciones, se presentó en todo el Valle de Sibundoy, alto grado de desestabilización de laderas ocasionando múltiples deslizamientos en la parte alta de las microcuencas por la presencia de litología, fuertes pendientes, presencia de fallas e intervención antrópica la reactivación de los mismos y como consecuencia de ello represamientos e inundaciones en la parte plana, dejando pérdidas en cultivos e infraestructura.

Según los habitantes del Valle de Sibundoy, han ocurrido inundaciones en los años de 1980, 1990 y 2000 y 2009 siendo el más catastrófico, el del mes de mayo del 2000, ratificando que los eventos de mayor peligro tienen un periodo de retorno de 10 años y que cada vez que se presentan dejan más daños a la comunidad, principalmente en el parte plana.

❖ **Temperatura**

La zona correspondiente al Valle de Sibundoy presenta temperaturas que oscilan entre los 14 y 17 °C, el promedio mensual anual es de 15.98 °C, el mayor valor es 16.5 °C en los meses de noviembre a enero y el menor valor 10.4°C siendo las temperaturas más bajas en los meses de julio y agosto. La estación Michoacán registra una temperatura promedio de 15.8°C y unos valores máximos de 16.9°C en el mes de noviembre y un valor mínimo en el mes de julio con 11.4 °C.

El ascenso de la temperatura se observa con el descenso de las lluvias y nubosidad entre los meses de agosto y diciembre. Este ritmo unimodal de distribución se presenta claramente en las precipitaciones que

muestran una época de invierno durante los meses de marzo a junio en coincidencia con las temperaturas más bajas e incremento de la nubosidad y la humedad atmosférica.

❖ **Humedad Relativa**

Representa la humedad atmosférica y es la relación expresada en tanto por ciento (%) entre la tensión real del vapor de agua y la tensión de saturación a la misma temperatura. Su relación con la temperatura es inversa: cuando ésta aumenta, la capacidad del aire para retener vapor de agua aumenta; si la atmósfera no recibe aportes nuevos de vapor de agua, la humedad relativa disminuye. Por el contrario, si disminuye la temperatura, la capacidad de retención disminuye y la humedad relativa aumenta, indicando de esta manera la relación explícita entre el bienestar climático y el crecimiento de las plantas.

En el Valle de Sibundoy, el promedio mensual multianual es de 81%, el mayor valor 89.9% en los meses abril, mayo y junio; y el menor valor se presenta en enero con 75.7%, entre los meses de agosto y febrero. El comportamiento de la temperatura en los meses de Agosto y septiembre no muestran una clara relación con la humedad relativa, ya que presenta valores bajos de temperatura y valores bajos de humedad relativa, por el contrario, en época con valores altos de temperatura de octubre a febrero la humedad relativa es alta, la estación Michoacán, registra una promedio mensual anual de 87 con el valor más alto en los meses de junio y julio con 97% y el valor más bajo en el mes de octubre con 78%.

❖ **Brillo Solar**

La radiación solar, medida mediante el brillo solar, es el proceso de

transmisión de energía por medio de ondas electromagnéticas y el modo por el cual llega la energía solar a la tierra. Su intensidad depende de la latitud, altitud, nubosidad y pendiente. La radiación más importante que imprime características climáticas es la calorífica, que a través de la temperatura manifiesta su grado de energía.

Para el Valle de Sibundoy, el brillo solar varía entre 500 y 700 h/año, con un valor anual de 669.9 h/año, con promedio mensual de 55.83 h/mes; el período de mayor expresión se presenta en el mes de enero 81.52 h/año, coincidiendo con la época de verano o de pocas lluvias y el menor registro en el mes de abril con 35.01 h/mes, en la época de intensas lluvias.

❖ **Evaporación**

Los datos obtenidos presentan valores medios máximos de 103.4 % en noviembre, lo cual coincide con la época de transición de lluvias y pico máximo de la temperatura. Los valores medios mínimos se registran alrededor de julio con 37.1% acordes a valores mínimos de brillo solar y de altos valores de humedad relativa.

❖ **Vientos**

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) con su desplazamiento hacia el hemisferio Norte a mitad de año, y hacia el hemisferio sur al final y comienzo del año determina el régimen de velocidad del viento, al igual que el de los otros elementos meteorológicos, y hace que los vientos Alisios del Sureste cobren fuerza a mitad de año, y que los Alisios del Noreste determinen muy precariamente la dirección del aire en los primeros meses del año.

El comportamiento anual del viento presenta una tendencia unimodal, marcada con un pico de velocidad media máxima de 606.8 m/s en el mes de noviembre. La velocidad media mínima alcanza 362.1 m/s en el mes de abril.

❖ **Variación multianual de los parámetros climáticos**

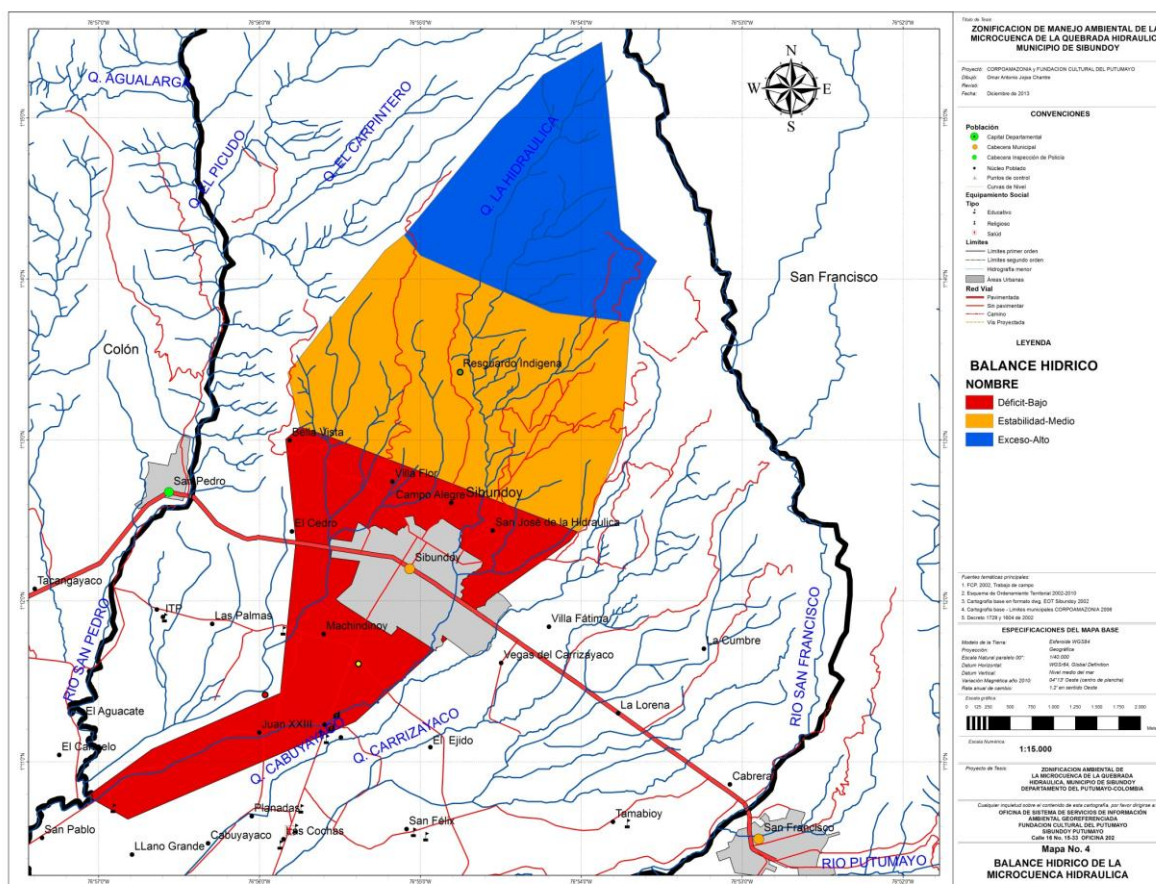
El análisis de los promedios multianuales de las estaciones presentes en el Valle de Sibundoy, han permitido determinar los períodos de precipitaciones extraordinarias con gran intensidad como en los años 1980, 1990 y 2000 (en 1980 con intensidad de 1857.8 mm, para el año 1990 con 4445.6 mm y en el 2000 con 1951.9 mm); el análisis de tendencia polinomial indica una frecuencia de eventos con alguna posibilidad de ocurrencia de aproximadamente una década (cada 10 años). Esto hace considerar estos eventos potencialmente peligrosos por presentar largos periodos de altas precipitaciones que desencadenan flujos de lodo y otros fenómenos naturales que ponen en riesgo vidas humanas e infraestructura y deterioran el ambiente catastróficamente.

Los promedios de la temperatura, presentan en su variación, igualmente ciclos de alrededor de una década, pero con ocurrencia de máximos valores con los mínimos de las precipitaciones. Se establece así una correlación inversa que se explica en la incidencia cíclica global del fenómeno de El Niño. Los valores multianuales de la humedad relativa y el brillo, están asociados a las condiciones de nubosidad, corroboran el comportamiento anteriormente identificado.

- **Balance hídrico**

El balance de agua está orientado a establecer el comportamiento espacial y temporal del movimiento del agua en el área de estudio y las zonas con excesos y déficit hídricos. Para el análisis, se tuvieron en cuenta las estaciones disponibles en el área de estudio considerando los valores medios mensuales multianuales de precipitación y temperatura. Para el factor de almacenamiento se contempló un valor de 100 mm máximos por mes de precipitación. De acuerdo con la información obtenida de precipitación se puede asumir que el recurso hídrico está lejos de convertirse en una limitante a la hora de establecer proyectos productivos en el área, ya que la cantidad de agua aportada por las lluvias a lo largo del año, permite satisfacer las demandas de evapotranspiración, mantener el suelo con una carga constante y además aportar el excedente a las fuentes de agua de la región por medio del escurrimiento, tal como se observa en el mapa 4. Balance Hídrico y siguiente figura.

Figura 8b. Mapa 4. Balance Hídrico de la microcuenca Hidráulica



El balance hídrico definido como la disponibilidad de agua o balance entre las lluvias y la evaporación potencial de un lugar es un instrumento básico para la definición de potencialidad climática para la agricultura y de la capacidad erosiva del agua en superficie, ambos conceptos indispensables para la formulación de propuestas de uso en la planificación. Tras el respectivo análisis de los datos se pudo determinar que en la totalidad del valle existe un superávit de humedad, siendo este una gran ventaja para el abastecimiento de las fuentes hídricas y para las actividades agropecuarias, aunque debe también considerarse como un factor que debe ser manejado de manera racional ya que en un determinado momento esta sobresaturación puede incidir potencialmente en la inicialización de movimientos en masa y avenidas torrenciales, convirtiéndose en un

factor de amenaza para el municipio y Valle de Sibundoy, si el régimen hídrico no es controlado adecuadamente por su cobertura boscosa.

Distribución del Balance Hídrico en la microcuenca Hidráulica.

No.	NOMBRE	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
1	Déficit Hídrica	797,87	37,83
2	Estabilidad Hídrica	813,25	38,56
3	Exceso Hídrico	497,77	23,60
Total		2108,89	100

Del mapa y cuadro anterior se puede concluir que aunque el territorio (Valle de Sibundoy-Cuenca Alta del río Putumayo) donde se encuentra localizada la microcuenca Hidráulica, presenta valores por encima de 1.2, es decir con exceso de agua, al hacer una reclasificación en tres zonas iguales, se puede notar que la parte plana presenta déficit de agua, y esto puede ser debido al Proyecto Putumayo 01, el cual quedó inconcluso, no se desarrolló completamente, afectando la dinámica natural de las diferentes fuentes y modificando principalmente el nivel freático, que es tema de otra tesis.

- **Caracterización Climática**

El municipio de Sibundoy pertenece a los climas de montaña o de las vertientes y valles por encima de los 2000 metros sobre el nivel del mar, de climas definidos básicamente por la altitud, siendo húmedos a muy húmedos. En efecto, la cantidad de precipitación puede variar mucho en función de la orientación del relieve con respecto a la circulación general de los vientos, como lo evidencian los datos pluviométricos de la estación consultada.

Dentro de la misma clasificación, se subdivide el clima en tres pisos climáticos así: 1) piso climático medio húmedo el cual se caracteriza por

presentar un promedio de lluvias de 1654 mm anuales, 16°C de temperatura, alturas de 1080 hasta 2300 msnm y una provincia de humedad húmedo; 2) piso climático frío húmedo, se caracteriza por presentar una precipitación de 2094 mm o sea 440 mm más que el anterior, la temperatura disminuye a 10°C, alturas de 2300 hasta 3000 msnm y la provincia de humedad es muy húmedo; y 3) finalmente se encuentra el piso bioclimático frío muy húmedo – páramo, este se despliega sobre las alturas máximas 3000 – 3600 msnm, con temperatura promedio de 7°C y la más alta precipitación pluvial de 2610 mm anuales, es en esta zona donde se almacena gran cantidad de agua la cual es regulada por la vegetación natural. El municipio por su posición geográfica pertenece a una zona ecuatorial en la que el relieve y la precipitación han caracterizado estos tres pisos bioclimáticos en una zona de alta humedad y climas fríos lluviosos. Las precipitaciones están determinadas por las corrientes de aire provenientes de la Región Amazónica, llamadas Alisios del Sur-Este (FCP, 2004 y Fundación Geoplan 2001 y 2002)

3.1.2.2 Hidrología

En las ciencias de la tierra ha sido reconocida la dependencia de la geomorfología en la interacción de la geología, el clima y el movimiento del agua sobre la tierra; esta interacción es de gran complejidad y prácticamente imposible de ser determinada con modelos determinísticos, y se debe tomar como un proceso de comportamiento mixto con un fuerte comportamiento estocástico, por la ausencia de datos de precipitación, caudales y niveles máximos en la microcuenca, es difícil estimar comportamientos de inundación y represamientos de las microcuencas.

Para tener una idea del comportamiento natural de la microcuenca de la quebrada Hidráulica, se han realizado algunos cálculos morfométricos

los cuales permitirán percibir de manera general y teórica la distribución y el comportamiento del agua superficial sobre el terreno. De esta manera es posible interpretar los procesos naturales de carácter hídrico que representan beneficios o perjuicios.

Los parámetros morfométricos analizados a través del software AutoCad 2013 y ArcGis 10 a la microcuenca Hidráulica, están definidos de la siguiente manera:

❖ **Dimensiones más usuales**

- **Área (A):** Medida de la superficie de la cuenca, encerrada por la divisoria topográfica. Se considera como la superficie fuente que contribuye a la captación de aguas lluvias que aportan la escorrentía superficial de una microcuenca; entre más grande sea el área de la cuenca, mayor tiempo necesitará el pico de crecida en pasar por un punto determinado y necesariamente sucede que las crecidas son menores cuando las cuencas aumentan en tamaño. En términos relativos y de acuerdo al área, una cuenca puede catalogarse como grande, mediana o pequeña.

$$\mathbf{A = 21,31 \text{ Km}^2 (2.131,03 \text{ ha})}$$

- **Perímetro (P):** Medición de la longitud de la línea envoltoria y divisoria de la microcuenca.

$$\mathbf{P = 25,67 \text{ km}}$$

- **Longitud Axial: (Lx):** Distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano aguas arriba de la cuenca; llamado también eje de la cuenca.

$$Lx = 12,56 \text{ km}$$

- **Ancho promedio (Ap) = A/Lx:** Cociente entre el área y la longitud axial de la cuenca. Su interpretación se hace relevante en el Factor Forma.

$$Ap = 1,68 \text{ km}$$

❖ **Forma de la Microcuenca**

Por la importancia de la configuración de la cuenca, se cuantifica sus características por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y la respuesta de la cuenca a tal movimiento. Además ofrece la posibilidad de comparar las cuencas de tamaño, localización y características geológicas similares.

La forma de la cuenca controla la velocidad con que el agua llega al cauce principal, cuando sigue su curso, desde el origen hasta su desembocadura. La forma de la cuenca difícilmente se puede expresar por medio de un índice numérico, sin embargo, se han propuesto varios coeficientes que enseñan en gran parte la organización del drenaje dentro de la cuenca y otros factores que afectan la hidrología de la corriente:

Los índices utilizados en el presente trabajo para su reconocimiento e interpretación son:

- **Factor forma (Ff)= Ap/Lx:** Expresa la relación entre el ancho promedio y la longitud axial. Este índice da alguna indicación de la tendencia de la cuenca hacia las crecidas. Así, las cuencas con factores forma bajos, son menos propensas a tener lluvias intensas y

simultáneas sobre su superficie que un área de igual tamaño con un factor de forma mayor.

$$\mathbf{Ff = 0,13}$$

Siendo el factor forma de 0,13, o sea un factor forma muy bajo, se deduce que esta microcuenca no es susceptible a las crecidas, contradiciendo los eventos que se han generado en las últimas dos décadas y que han dejado grandes pérdidas, especialmente en viviendas, puentes, cultivos y áreas de pasto para ganado.

- **Coficiente de Compacidad (Kc) = $P/2\sqrt{\pi \cdot A}$** : Es el valor resultante de dividir el perímetro de la cuenca por el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca. Este coeficiente está relacionado estrechamente con el tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana de la cuenca hasta el desagüe; en este momento ocurre la máxima concentración de agua en el cauce, puesto que están llegando gotas de lluvia de todos los puntos de la cuenca. Se distinguen tres clases de forma:

- Kc1 rango de 1 a 1.25 de forma casi redonda a oval redonda
- Kc2 rango de 1.25 a 1.5 de forma oval redonda a oval-oblonga
- Kc3 rango de 1.5 a 1.75 de forma oval-oblonga a rectangular-oblonga

A medida que el Kc tiende a 0, o sea cuando la cuenca tiende a ser redonda, aumenta la peligrosidad de la cuenca a las crecidas, porque las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central, no presenta diferencias mayores y el tiempo de concentración se hace menor; por lo tanto será mayor la probabilidad de que las crecidas sean continuas.

$$\mathbf{Kc = 1,57}$$

El valor de Kc de 1,57 corresponde al Kc3; por lo tanto la microcuenca de la quebrada Hidráulica tiene una forma oval-oblonga a rectangular-oblonga, lo que significa que el grado de susceptibilidad a las crecidas es bajo, ya que el resultado se aleja de 0, igualmente contradiciendo a los eventos que han ocurrido en las últimas dos décadas y que han causado graves consecuencias tanto en la parte de infraestructura como en áreas de cultivo.

-Densidad de drenaje (Dd)= Lt/A: Es la relación existente entre la sumatoria de la longitud de todos los cauces de una cuenca (Lt) con la superficie total de la cuenca (A). Las cuencas son caracterizadas habitualmente por una red suelta o densa según estén densos o sueltos los cursos de agua; gracias a su determinación se obtiene información de las características físicas de los materiales sobre los cuales se han desarrollado.

$$\mathbf{Dd = 2,84 \text{ km/km}^2}$$

El anterior resultado deduce que posee una densidad de drenaje de 2,84 km de cauce por km². Esta densidad de drenaje es baja; significando que por unidad de superficie hay un número insuficiente de elementos de drenaje. Esta densidad pone de manifiesto que el manejo de la cuenca debe de ser cuidadoso e intenso, para evitar el deterioro de los cauces y el desequilibrio de la microcuenca.

- Patrón de Drenaje (Pd): Se determina a través del reconocimiento del tipo de ramificación de la red de drenaje, es decir, de la forma como los tributarios se unen a la corriente principal, teniendo en cuenta el ángulo de incidencia de los tributarios de menor orden hacia los de mayor orden; corresponde a la distribución estructural de los hilos de agua sobre la superficie de la cuenca, indicando la información relevante de la roca madre, materiales del suelo y subsuelo y

geomorfología con la cantidad de agua que circula sobre la superficie de la cuenca.

Para la microcuenca se han identificado los patrones de drenaje que relacionan el componente estructural con el componente litológico bajo la pendiente pronunciada en la zona de laderas. La microcuenca muestra un desarrollo de fuertes pendientes en terrenos constituidos por materiales cristalinos y por materiales sedimentarios grano grueso, donde sus corrientes se ordenan formando ángulos agudos y distribuidos de manera arborescente, conformando un drenaje dendrítico a subdendrítico. La quebrada Hidráulica en su parte plana presenta un patrón de drenaje paralelo a subparalelo indicando el abrupto cambio de pendiente, reflejando la estructura geológica y el paso de las fallas Sibundoy, San Francisco, Quinchoa y Sistemas de fallas del río Suaza.

- **El Índice Asimétrico (Ix):** se obtiene de la relación entre el área de la vertiente mayor o más extensa y la vertiente menor o menos extensa. Como el índice resultante es un número bastante separado de la unidad, se da a entender que la cuenca es altamente asimétrica, o sea que el talweg principal no se encuentra en el centro de la cuenca, presumiéndose un recargo de la red de drenaje hacia una de las vertientes. Generalmente la vertiente menor presenta mayor pendiente y por tanto, mayores problemas de erosión.

Para la microcuenca Hidráulica el índice resultante es 21,58, se da a entender que la cuenca no presenta una forma asimétrica, o sea que el talweg principal no se encuentra en el centro de la cuenca, presumiendo que la recarga de agua se encuentra hacia la parte plana, pero en temporadas de invierno, la recarga también se da hacia la parte media y alta, ocasionando múltiples áreas inestables.

De lo anterior se deduce que los parámetros morfométricos indican que la microcuenca presentan amenaza por eventos torrenciales, conclusión que refleja la situación de la presencia de amenazas naturales que ha sufrido no sólo la microcuenca en estudio sino todas las microcuencas que hacen parte del Valle de Sibundoy, y que en las últimas tres décadas la amenaza por inundación ha sido la que más ha causado daños como consecuencia de la alta pluviosidad, presencia de suelos permeables (capas de ceniza y lapilli), presencia de fallas (alteran la estructura de las rocas fracturándolas y diaclasándolas) y a la alta intervención antrópica (deforestación y uso inadecuado del suelo).

3.1.2.3 Limnología

❖ Sitios de Muestreo

Para conocer el análisis físico-químico de la microcuenca hidráulica, se realizó un muestreo en cinco sitios, para luego llevar las muestras al laboratorio especializado de aguas de la Universidad de Nariño ubicada en la ciudad de San Juan de Pasto, debido a que este es un laboratorio certificado; a continuación se describe cada uno de los sitios.

- **Sitio 1:** Ubicado 200 metros arriba de la bocatoma. En este sitio de muestreo la quebrada presenta lecho pedregoso con abundancia en perifiton y musgos, dinámica hídrica alta, color aparentemente transparente. Con respecto a su vegetación ribereña tiene predominancia de gramíneas, helechos arbóreos y ejemplares de la familia *Melastomataceae*. No se observó presencia de asentamientos humanos en la zona, ni otra actividad antrópica agropecuaria. En el transcurso del canal de la quebrada se presentan deslizamientos que incrementan los sólidos suspendidos y disueltos del agua, principalmente cuando llueve.

- **Sitio 2:** Se ubica en la bocatoma de la quebrada la Hidráulica, tiene características muy semejantes al sitio 1. Su bosque de galería tiene predominancia de pastos, hierbas y algunos arbustos. Su dinámica hídrica es muy alta por el lecho pedregoso que presenta. No existe ningún tipo de actividad antrópica en la zona que pueda aportar carga orgánica o algún tipo de sustancia que altere la calidad del agua.

- **Sitio 3:** Ubicado a 100 metros después de la PTAR, sus aguas presentan alta turbiedad y un olor fuerte por la descomposición de materia orgánica, esto se debe a la gran cantidad de vertimientos de aguas residuales domésticas de las que es receptora. Presenta un lecho pedregoso y limoso, y dinámica hídrica muy baja. En sus orillas predominan los pastos y las herbáceas como el picantillo *Polygonum punctatum*, arbustos y junciales.

- **Sitio 4:** Se localiza frente a la escuela Juan XXIII, vereda Llano Grande. Presenta fuertes olores debido a la carga orgánica que está en descomposición. Son aguas someras, lentas y con un color aparente café o turbio. Su lecho es arenoso y pedregoso. Con respecto a su bosque de galería se observa que hay predominancia de pastos, y representantes de las familias *Verbenaceae*, *Polygonaceae* y *Melastomataceae*.

- **Sitio 5:** Localizado 50 metros antes de la desembocadura de la quebrada la Hidráulica en la madre vieja del río Putumayo; este sitio presenta un lecho arenoso, aguas someras y una dinámica hídrica muy baja. En su bosque de galería predomina el picantillo *Polygonum punctatum*, herbáceas, gramíneas y helechos. Posee una alta intervención antrópica, ya que en su recorrido atraviesa por varios asentamientos humanos como el casco urbano del municipio de Sibundoy, las veredas Sagrado Corazón de Jesús, Llano Grande y

Leandro Agreda, de las cuales recoge todos los vertimientos de aguas residuales domésticas y actividades agropecuarias.

Cuadro 4. Georreferenciación de los sitios de muestreo

MUNICIPIO	MICROCUENCA	SITIO DE MUESTREO	COORDENADAS	
			NORTE	OESTE
SIBUNDOY	Quebrada la Hidráulica	1. 200 metros antes de la bocatoma	01° 12` 51.6"	76° 54` 48.1"
		2. Bocatoma	01° 12` 44.2"	76° 54` 49.8"
		3. 100 metros después de la PTAR	01° 11` 33.8"	76° 55` 24.0"
		4. Después de la bocatoma (Frente a la escuela Juan XIII).	01° 11` 21.3"	76°56` 11.1"
		5. 50 m antes de la Desembocadura	01° 09` 37.6"	76° 58` 08.7"

❖ Análisis de Resultados

Después de realizar el muestreo se procede a hacer el análisis de los parámetros medidos teniendo en cuenta el Decreto 1575 de mayo 9 de 2007 del Ministerio de la Protección Social, por medio del cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano; y la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos.

Cuadro 5. Resultados del análisis fisicoquímico hídrico y bacteriológico de la Quebrada Hidráulica, municipio de Sibundoy.

PARÁMETROS	Límite máx. Resolución 2115/07	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5
pH	6.5 – 9.0	6.77	6.86	6.34	6.9	6.61
Turbiedad NTU	2	1.3	1.6	20.8	5.7	10.4
Conductividad µMhos/cm	1000	21.7	23.4	62.3	60.2	89
Alcalinidad mg/L	200	13.6	15.6	34.0	23.6	38
Dureza mg/L	300	9.6	11.2	22.8	22	32
Cloruros mg/L	250	2.7	2.7	4.5	3.0	8.5
Nitritos mg/L	0.1	0.005	0.004	0.02	0.002	0.002
Nitratos mg/L	10	0.7	0.7	1.9	0.4	0.8
Fosfatos mg/L	0.5	0.07	0.17	0.14	ND	0.80
Sulfatos mg/L	250	10.2	6.1	15.3	9.9	10.4
Hierro mg/L	0.3	0.7	0.4	3.7	1.4	1
Oxígeno disuelto mg/L		7.3	7	4.5	6.1	5.1
DBO ₅		0.8	0.7	4.3	7.7	11.5
DQO		1.6	3.1	23.6	18.8	17.3
Coliformes Totales/ ml	0	<3	3	460	75	>1100
Coliformes Fecales/ml	0	<3	3	460	20	>1100

La quebrada la Hidráulica es abastecedora del acueducto municipal de Sibundoy y en los primeros sitios de muestreo ubicados antes y en la bocatoma del municipio se puede observar que existe una carga orgánica muy baja, evidenciada en los valores de conductividad, DBO₅,

DQO, alcalinidad, dureza y cloruros, los cuales se van incrementando en el transcurso de la quebrada debido a que esta corriente es receptora de otras quebradas como la Lavapiés que en sus aguas trae gran cantidad de vertimientos de aguas residuales domésticas del municipio de Sibundoy, además recibe directamente gran cantidad de vertimientos de aguas servidas provenientes del mismo municipio y de veredas aledañas, por otra parte recibe aportes alóctonos de actividades antrópicas como las agrícolas y ganaderas que se llevan a cabo en la parte baja del municipio.

A partir del sitio 3 en adelante la quebrada incrementa su turbiedad causada por los aportes alóctonos que llegan a la quebrada. Estos valores superan lo establecido por la Resolución 115 de 2007, por lo cual después del sitio 3 son aguas no aptas para consumo humano. El hierro se reporta con valores muy altos con respecto a lo estipulado por el Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial para aguas de consumo humano, estas cantidades desde el punto de vista biológico son muy bajas, puesto que según Vásquez 2001 en aguas tropicales las concentraciones pueden aumentar hasta valores cercanos a 5.0 mg/L.

Las cinco muestreos realizados indican que hay una diferencia de calidad biológica muy marcada a través del cauce de la quebrada Hidráulica, observándose que en los dos primeros sitios de muestreo (200 metros antes de la bocatoma y en la bocatoma), donde no hay vertimientos de aguas residuales domésticas, presenta una cantidad menor de microorganismos con relación a los demás sitios de muestreo (Ver anterior cuadro), y según la clasificación de aguas establecida por la OMS (1978), la calidad bacteriológica de estas aguas requiere la aplicación de métodos habituales de tratamiento como coagulación y

filtración; y según los criterios para uso del agua, éstas son aptas para baño, natación y pesca pero no es aceptable para consumo, porque hay presencia de coliformes totales y fecales que son perjudiciales para la salud humana.

El sitio de muestreo 3 y 4 según los criterios de calidad bacteriológica utilizados por la OMS, este tipo de aguas pertenecen a la clase III: contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos; y el sitio 5 pertenece a la clase IV: contaminación extrema, que hace inaceptable el agua a menos que se recurra a tratamientos especiales.

En estos sitios de muestreo esta fuente hídrica no es admisible para baño y natación por estar por encima de 200 NMP de coliformes por cada 100 ml; tampoco es aceptable para recreo (remo y pesca) ya que el límite es de 1000 NMP microorganismos/l; tampoco es aceptable para la acuicultura por estar por encima de las 230 coliformes totales por cada 100 ml admisibles y para agricultura se admite hasta 5000 coliformes totales/100 ml y 100 coliformes fecales/100 ml, por lo que esta agua tampoco es apta para este fin.

En general, la microcuenca abastecedora, presentan una aceptable condición fisicoquímica y microbiológica que con los tratamientos adecuados las hacen óptimas para consumo humano y doméstico, aunque actualmente las caracterizaciones demuestran que los requisitos de tratamiento para consumo humano y domestico no requieran de procesos de tratamiento con costos muy elevados; pero en la parte media y en la parte baja, es muy fácil determinar por qué las caracterizaciones muestran parámetros tan elevados de contaminación, esto se debe a que esta corriente hídrica recibe las aguas servidas producidas por la comunidad asentada en el área de influencia.

❖ Medición de Caudales

Para obtener datos de caudales, se hizo mediciones en cada uno de los sitios de muestreo, utilizando el método de flotación (para calcular la velocidad se utilizó una bola de icopor, un palillo y una hoja seca en una longitud de 10 metros, luego se promedió tiempos) y aplicando la fórmula de $\text{Caudal} = \text{velocidad} \times \text{área}$. Los resultados fueron los siguientes.

Cuadro 6. Medición de Caudal en los sitios de muestreo en m³/s

MICROCUENCA	SITIO DE MUESTREO	m ³ /s
Quebrada Hidráulica	1. 200 metros antes de la bocatoma	0.46
	2. Bocatoma	0.51
	3. 100 metros después de la PTAR	0.65
	4. Después de la bocatoma (Frente a la escuela Juan XIII).	0.75
	5. Desembocadura	1.0

Con el dato de caudal promedio calculado en cada uno de los sitios, se obtiene los caudales esperados para los tiempos de retorno de 5, 10, 15, 20 y 50 años; aplicando la fórmula de Gumbel y Fuller, para cuencas menores a 200 km², se tiene: $Q_t = Q_m \cdot (1 + 0.8 \cdot \text{Log}T)$, donde:

Q_t = es el caudal esperado para un tiempo de retorno (T) en m³/s

Q_m = es el valor del caudal máximo calculado

T = es el tiempo de retorno en años

LogT = es el logaritmo en base 10 de T

Cuadro 7. Medición de Caudal en los sitios de muestreo para varios tiempos de retorno (T)

SITIO DE MUESTREO	CAUDAL (m ³ /s)					
	T=0 años	T=5 años	T=10 años	T=15 años	T=20 años	T=50 años
1. 200 metros antes de la bocatoma	0.46	0.54	0.57	0.59	0.60	0.65
2. Bocatoma	0.51	0.60	0.63	0.65	0.67	0.62
3. 100 metros después de la PTAR	0.65	0.76	0.81	0.83	0.85	0.92
4. Después de la bocatoma (Frente a la escuela Juan XIII).	0.75	0.88	0.93	0.96	0.98	1.06
5. Desembocadura	1.0	1.17	1.24	1.28	1.31	1.41

Con los datos de caudales calculados y con observaciones de campo, se puede comprobar que a partir del sitio 3, la microcuenca ha sufrido desbordes y por ende ha inundado amplios sectores; el tema de inundación será explicado en el tema de Amenazas Naturales y Antrópicas.

3.1.2.4 Geología

El estudio geológico es necesario para establecer la estructura y composición del material rocoso que compone el suelo y subsuelo; a partir de este conocimiento se valora los recursos minerales e hidrogeológicos, así como los procesos geológicos que han afectado al área de estudio y que pueden representar amenaza natural en un momento dado.

Para describir la geología del área de estudio, se tuvo en cuenta la información que reposa en Corpoamazonia, Fundación Cultural del Putumayo y Alcaldía Municipal de Sibundoy, corroborada con visitas de

campo a la microcuenca, fotografías aéreas, mapa base IGAC a escala 1:10.000 e imagen LANDSAT. Geológicamente se reconocieron tres unidades, cuyo orden cronológico de más antigua a más reciente, es como sigue: a) la era Precámbrica está representada por el Complejo Migmatítico La Cocha-Río Téllez; b) suprayaciendo las rocas anteriores se encuentran intercalaciones de capas de ceniza y lapilli pertenecientes al Terciario y c) rocas del Cuaternario representadas por depósitos aluviales y coluvio – aluviales. Teniendo en cuenta la información secundaria y primaria, las principales características de estas unidades geológicas presentes en el área de estudio, son las siguientes (ver mapa 5. Geología):

❖ **Complejo Migmatítico La Cocha-Río Téllez (P_{em})**

Descrito originalmente por PONCE (1979) y luego por INGEOMINAS (1980) como migmatitas originadas por metasomatismo potásico de antiguas rocas metasedimentarias y meta volcánicas. La edad de las migmatitas según GALVIS Y HUGUETT (1979) (en FONADE 1999) posiblemente esta entre 1.620 y 1.430 millones de años. Teniendo en cuenta a INGEOMINAS (1980) litológicamente esta unidad es similar al Macizo de Garzón, por lo cual, propone ser una prolongación meridional de este cuerpo rocoso hacia el nor-orient. En el Municipio de Sibundoy, en la parte alta, este cuerpo, está superpuesto por rocas volcánicas del Terciario.

En la microcuenca se compone principalmente de rocas metamórficas especialmente esquistos micáceos (macroscópicamente se observan cristales de moscovita, feldespatos y cuarzo), las cuales se encuentran fuertemente fracturadas y diaclasadas con una dirección de buzamiento hacia al SE y una inclinación aproximada de 50°, en algunas partes se

observa venas de cuarzo y diques de color verde oscuro (diques básicos) y claros (diques ácidos).

Hacia el norte del área de estudio, las rocas intrusivas se acuñan sobre las rocas metamórficas, aflorando solamente los esquistos micáceos, preservando la misma dirección de buzamiento (SE). Según INGEOMINAS los esquistos micáceos y las cuarcitas encontradas en la parte norte del Valle de Sibundoy y al occidente de La Laguna de la Cocha son correlacionables con rocas del Complejo Migmatítico de La Cocha – Río Téllez (P ϵ m).

Figura 9. Ejemplo de Rocas metamórficas, altamente fracturadas, permitiendo infiltración del agua lluvia, y como consecuencia deslizamientos.



❖ Rocas Volcánicas del Terciario (Tsve)

Según algunos estudios realizados por INGEOMINAS (2002), esta secuencia volcánica se divide en el municipio de Sibundoy y en todo el valle, en dos unidades bien definidas, en rocas extrusivas y rocas intrusivas.

Las rocas intrusivas se caracterizan por originarse a partir de un magma, el cual se enfría muy lentamente y forma cristales. En el área de estudio este tipo de roca se lo encuentra en forma de diques y venas cortando a las rocas metamórficas del Precámbrico; se identificaron dos tipos de rocas intrusivas, una de color claro con minerales oscuros de tamaños arena media y gruesa y que analizando de forma macroscópica corresponden a granitos y que por la acción del esfuerzo de las fallas presentes en el valle, las han transformado reorientando los cristales (transformando la roca original en gneis), además de fracturarlas y diaclasarlas, ocasionando desestabilidad de los suelos. El otro tipo de diques corresponde a rocas de color verde oscuro, de composición básica y de cristales finos. Estos fluidos hidrotermales son transportadores de una gran variedad de minerales metálicos y no metálicos, entre ellos cobre, oro y plata, entre otros.

Figura 10. Ejemplo de Rocas Ígneas intrusivas

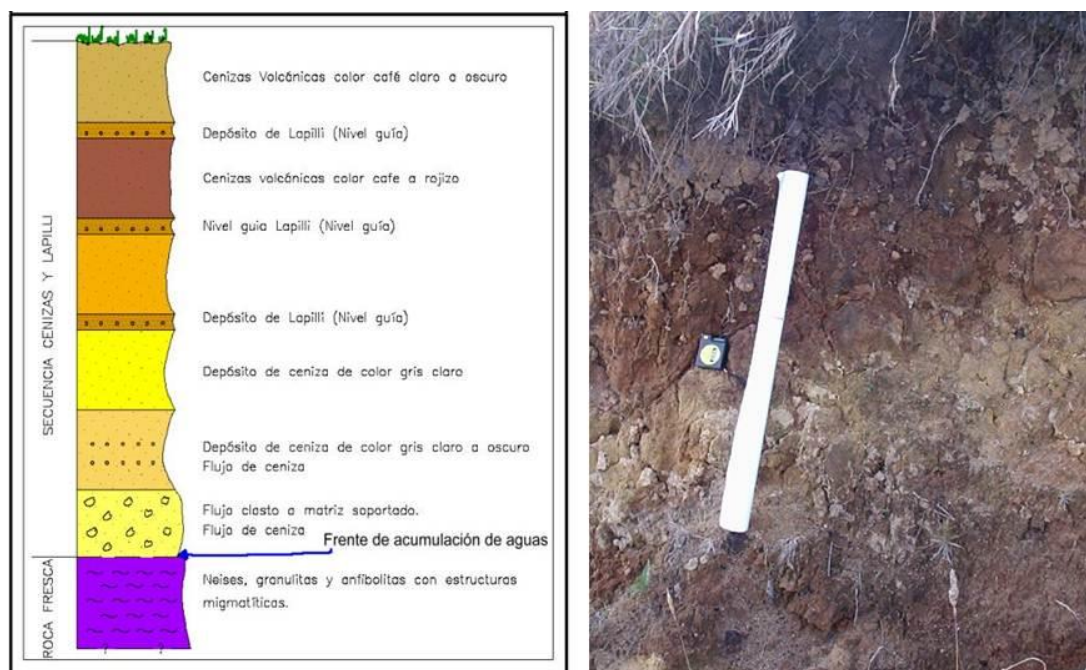


Roca intrusiva de color claro (granito) Roca intrusiva de color oscuro (roca con algunos minerales de colores básicos) con minerales en su mayoría oscuros como biotita y moscovita máficos.

Las rocas extrusivas han tenido su origen en los volcanes extinguidos que aún se encuentran en los alrededores del Valle de Sibundoy como

son el Patascoy, Bordoncillo, Cascabel y otros focos que se encuentran bordeando la parte plana del Valle. En la microcuenca se observan intercalaciones de ceniza volcánica (de colores café, rojizo y en algunas partes gris) con lapilli; los espesores de este tipo de depósitos son variables, van desde 2 metros hasta capas y láminas de pocos centímetros, los cuales se encuentran suprayaciendo a las rocas Precámbricas. Teniendo en cuenta que los depósitos volcánicos de rocas extrusivas son muy permeables, ha conllevado a que en ciertos sitios de la microcuenca, se presenten deslizamientos de tipo rotacional, debido a que acumulan gran cantidad de agua en los poros sobresaturando el material; además la presencia de fuertes pendientes, fallas estructurales y el uso inadecuado del suelo han acelerado los procesos erosivos en la microcuenca.

Figura 11. Ejemplo de Rocas Ígneas extrusivas.



Columna estratigráfica generalizada Intercalaciones de ceniza volcánica (color (INGEOMINAS, 2000), intercalaciones de café) con lapilli (color amarillo). ceniza volcánica y lapilli.

❖ Cuaternario

- **Depósitos aluviales (Qa):** Son depósitos que se encuentran asociados a las márgenes de ríos y quebradas, cuya composición corresponde a guijos, guijarros y cantos de tamaños que varían de metros a centímetros (dependiendo de la cercanía a la roca fuente, en la parte plana se observan tamaños guijos, arenas y arcillas), de composición heterogénea que han sido transportados desde la parte alta de la microcuenca cuya composición revela un amplio aporte de rocas ígneas y metamórficas con presencia local de restos vegetales.

Figura 12. Depósitos aluviales formando terrazas en las márgenes de la quebrada Hidráulica. Hacia la parte plana, los depósitos predominantes son de tamaño arena y arcilla.



- **Depósitos coluviales (Qc):** Se forman por fenómenos de remoción en masa, cuya composición depende de la litología presente en cada sector, generalmente forman conos de deyección y algunos están asociados al paso de la Falla Sibundoy. Los depósitos coluviales se componen de gravas, arenas, limos y arcillas asociadas en su mayoría a los desprendimientos por gravedad a causa de la sobresaturación de agua en el material volcánico extrusivo. Estos depósitos se encuentran en el cambio de pendiente, donde la quebrada Hidráulica deposita sus materiales en forma de abanico.

Figura 13. La fuerte tectónica a causa de la presencia de fallas en el Valle de Sibundoy, ha modelado el paisaje en dos partes, una en la parte alta, donde se puede observar las cicatrices de antiguos deslizamientos producto del levantamiento de la Cordillera Oriental, y la parte plana del Valle, que es donde se han depositado los materiales de la parte alta.

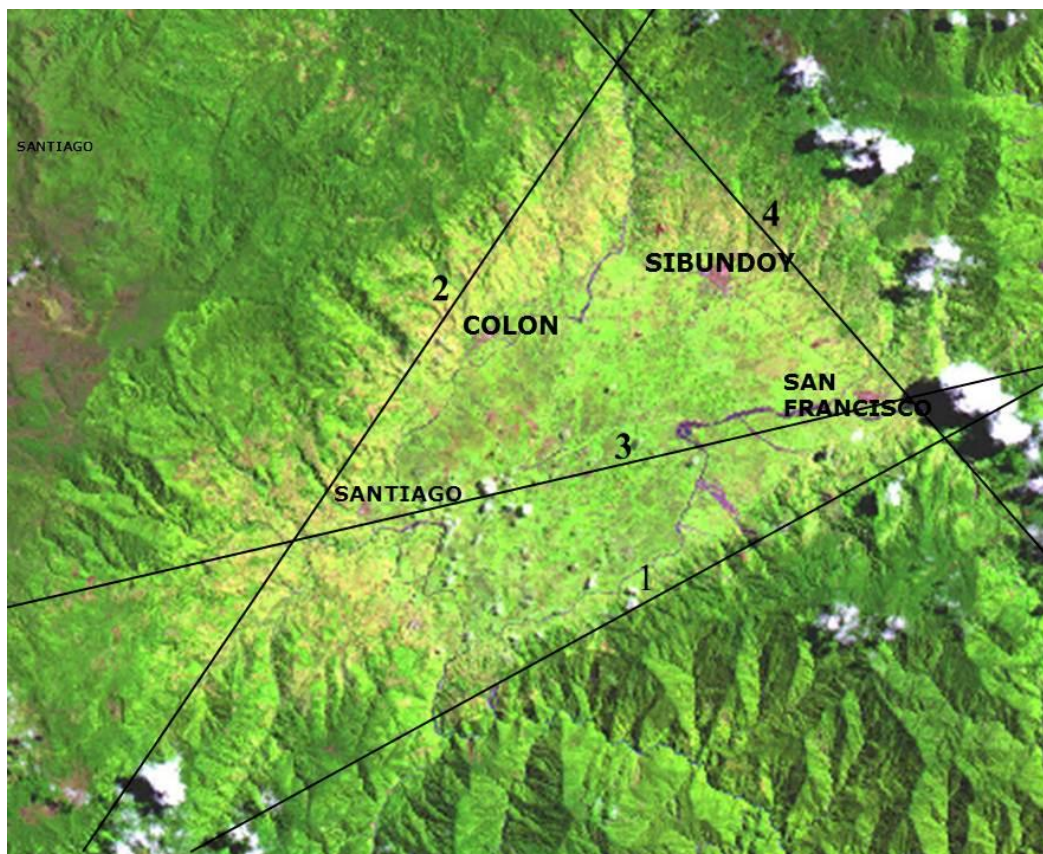


3.1.2.5 Geología Estructural

La tectónica de Colombia ha sido objeto de numerosos estudios en los cuales se han cartografiado y caracterizado las principales estructuras tectónicas, tales como fallas y pliegues que se han observado en el territorio colombiano (Ingeominas, 2001).

Colombia hace parte de una zona orogénica relativamente ancha situada entre tres grandes placas litosféricas: La Sudamérica, Caribe y Nazca, las cuales están constituidas por rocas basálticas de tipo oceánico. El movimiento relativo entre estas placas durante el período Cenozoico originó el relieve y la estructura actual de las tres cordilleras colombianas.

Figura 14. Imagen Landsat TM 1998 del Valle de Sibundoy y alrededores. Se observa la diferencia de relieve, el piedemonte y la parte plana que conforman el Valle de Sibundoy. Este relieve ha sido modelado por algunos lineamientos de fallas que bordean la parte plana como: 1) Sistemas de fallas San Francisco; 2) Falla Colón; 3) Falla Quinchoa y 4) Falla Sibundoy, y que en la actualidad están contribuyendo a la desestabilización de áreas de ladera.



Estos movimientos de tipo convergente han generado un contexto compresivo caracterizado por grandes fallas de cabalgamiento y de

rumbo (presencia de tres sistemas de fallas que regulan la dirección de las cordilleras como son Romeral, Río Magdalena y del Borde Llanero); los movimientos a lo largo de estas fallas son los responsables de la actividad sísmica de Colombia y están íntimamente relacionadas con relieves de alturas que superan los 5000 msnm (Ingeominas, 2001).

En el Departamento del Putumayo y en especial en el Valle de Sibundoy se pueden observar gran cantidad de lineamientos (ver figuras 9 y 10), algunos de los cuales corresponden a fallas cubiertas por las rocas sedimentarias del Cuaternario y que han modelado el paisaje del valle a través del tiempo, el cual se refleja en dos partes bien demarcadas, una correspondiente a la parte plana y la otra, parte alta o área de piedemonte y que bordean la parte plana.

Aunque no existe una teoría de amplia aceptación sobre la formación del Valle de Sibundoy, en la siguiente figura, se presenta las características estructurales (fallas) que han moldeado el Valle, y algunas de estas, están incidiendo en la inestabilidad de laderas, y que son las causantes del fracturamiento de las rocas cristalinas y metamórficas, y además de la presencia de los múltiples deslizamientos de la parte alta, los cuales han causado represamiento en la parte alta y desbordes e inundaciones en la parte plana, especialmente en períodos de intensas lluvias.

Figura 15. Rasgos estructurales (fallas) que han modificado el relieve del Valle de Sibundoy (Plan Local de Emergencia y Contingencia-PLEC 2002, Alcaldía Municipio de Sibundoy).

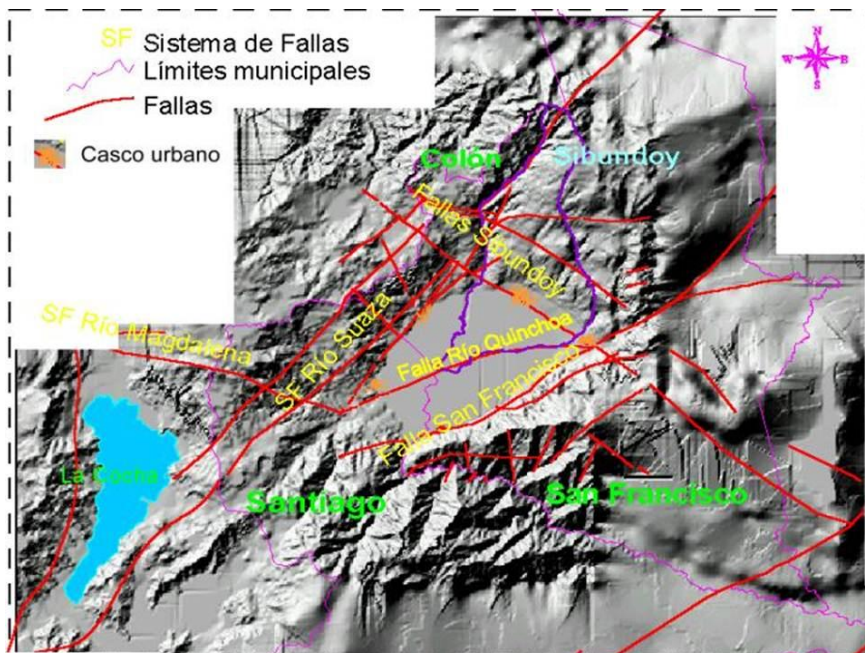
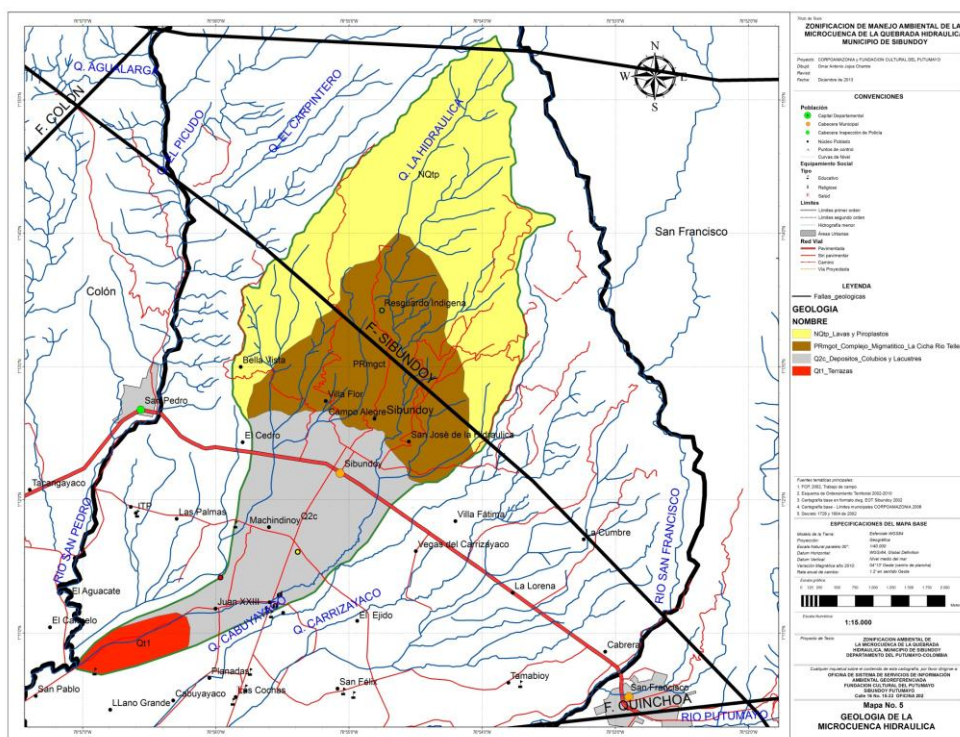


Figura 16. Mapa 5. Geología.



El siguiente cuadro resume la litología o geología que conforma la microcuenca de la quebrada Hidráulica.

Resumen de la litología presente en la microcuenca Hidráulica

NOMBRE	SÍMBOLO	PERÍODO	ERA	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
Complejo Migmatítico La Cocha Rio Téllez	PRmgct	Proterozoico	Precámbrica	556	26,09
Lavas y Piroclastos volcánicos	NQtp	Cenozoico	Terciaria	912	42,80
Depósitos Coluviales y Lacustres	Q2c	Cenozoico	Cuaternaria	536	25,15
Terrazas	Qt1	Cenozoico	Cuaternaria	127	5,96
TOTAL				2.131	100,00

Del cuadro anterior se puede concluir que la mayoría de la geología presente en la microcuenca corresponde en su parte alta a depósitos volcánicos extrusivos correspondientes a Lavas y Piroclastos (ceniza y lapilli), dichas rocas (42,80%) se caracterizan por ser permeables y en conjunto con la presencia de fallas geológicas (Falla Sibundoy) generan fracturas y acompañadas con las altas precipitaciones ocasionan sobresaturación del suelo y por ende deslizamientos, aumentando sedimentos en las diferentes fuentes de la microcuenca, generando en la parte plana desbordes e inundaciones, conformando a través del tiempo depósitos coluviales y lacustres (25,15%).

3.1.2.6 Geomorfología

El Valle de Sibundoy está situado al sur-oeste del territorio colombiano y corresponde a la parte nor-oeste del Departamento del Putumayo, constituyendo la zona denominada "Alto Putumayo". Esta región ha sido sometida tanto a efectos compresivos como distensivos, generando

cuencas alargadas que posteriormente se deformaron y desarrollaron pliegues y fallas inversas. La hipótesis de la formación del Valle de Sibundoy es que, a partir de la transtención generada por el cabalgamiento y la componente dextral de las Fallas Sibundoy, San Francisco, Quinchoa, Sistemas de Fallas del Río Suaza y Río Magdalena se formó la Cuenca del Valle de Sibundoy, la cual es alargada en dirección NE-SW y se encuentra encajonada y rodeada por un relieve abrupto y montañoso.

La morfología del relieve en la microcuenca Hidráulica es el resultado de la interacción de procesos acumulativos, denudativos estructurales y climáticos que sumados a la composición litológica del subsuelo, determinan las formas del relieve que se observan en el presente, conformada por colinas suaves hacia las partes bajas evidenciando la presencia de depósitos de cenizas volcánicas. La pendiente de las laderas aumenta hacia las partes altas y los valles en V tienden a profundizar, aumentando su régimen torrencial.

Para caracterizar las geoformas de la microcuenca, se empleó la metodología y nomenclatura internacional establecida por la International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (I.T.C) de Holanda, complementada por los libros Breviario de Geomorfología y Principios de Geomorfología.

En el área de estudio se observaron las siguientes unidades geomorfológicas (ver mapa 6. Geomorfología).

❖ **Unidades de Origen Denudativo (UOD1)**

- Montañas Denudadas (Md)

Corresponde al relieve montañoso cuyo modelado ha sido producto de la acción de procesos denudativos como erosión hídrica: fluvial y pluvial (concentrada y difusa), combinados con fenómenos de remoción en masa como deslizamientos activos e inactivos, caída de bloques y flujos de lodo; caracterizada por presentar pendientes altas y valles angostos. Tanto la condición de impermeabilidad de las rocas cristalinas como las de semipermeabilidad de los suelos areno-arcillosos que se desarrollan sobre aquellas han conducido a que la escorrentía esculpa una red de drenaje densamente ramificado, dendrítica a dendrítica rectangular, según la profundidad del manto de meteorización y la incidencia del diaclasamiento. El cauce principal es ensanchado y sinuoso, bastante profundo con laderas empinadas. Los suelos residuales alcanzan considerable espesor, en general son jóvenes y en algunos sitios presentan buena cobertura vegetal; el uso agrícola es restringido, pero en la microcuenca se dedica mayormente al pastoreo, que ha deformado las laderas con pendientes mayores al 30% en forma de terracedo o patas de vaca.

Figura 17. La parte alta de la microcuenca se encuentra altamente afectada por cicatrices de procesos erosivos y que algunas se están reactivando, a causa de la litología (ceniza volcánica y lapilli) aunados a la deforestación y al sobrepastoreo.



- Laderas Coluviales (Lc)

Son formas del relieve que se originan en pendientes topográficas fuertes, donde el material arrancado es depositado en las partes bajas de laderas por acción gravitacional e hidrogravitacional principalmente, formando represas, que en épocas de intensa lluvia ocasiona daños en la parte plana y en el acueducto veredal. El drenaje superficial es ausente, el perfil del suelo es delgado, presentándose saturación en los materiales heterogéneos que los componen.

Figura 18. Las altas pendientes, producto de la presencia de rocas cristalinas y complementadas por materiales permeables y la falla Sibundoy, han ocasionado desestabilizad y represamiento.

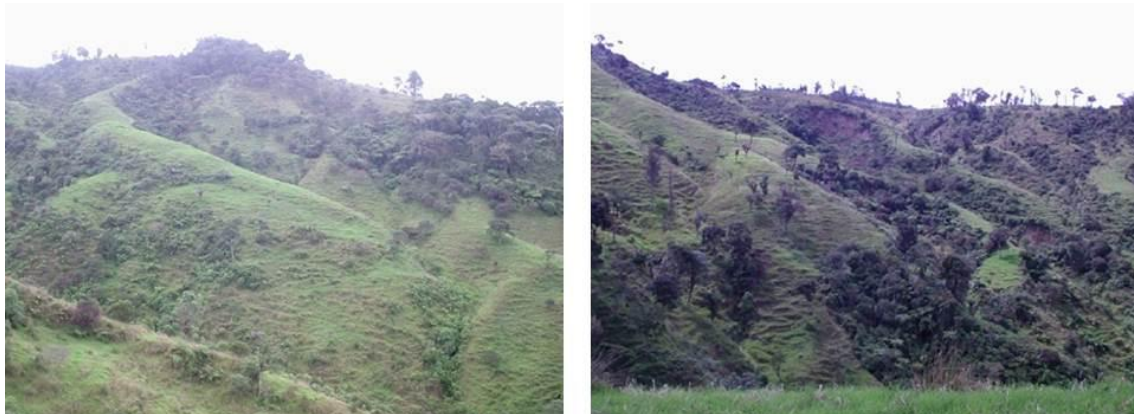


❖ **Unidades de Origen Estructural**

- Unidad de Cuesta Estructural (Uce)

Estas se encuentran dispuestas en una ladera estructural con un patrón escalonado de crestones paralelos alargados, con escarpes abruptos en la contrapendiente y separados por depresiones igualmente paralelas, prolongándose linealmente siguiendo un rumbo más o menos rectilíneo. El patrón de drenaje es subparalelo consecuente en la dirección de la pendiente estructural, por la resistencia que ofrece las rocas más duras y subdendrítico obsecuente en la dirección de la contrapendiente, por la presencia de las rocas blandas. La densidad de drenaje se puede catalogar como de moderada. La meteorización en general es moderada y no se tiene una cobertura vegetal completa.

Figura 19. La intercalación de rocas (metamórficas y volcánicas), generan un cambio en el paisaje, redireccionando los flujos de agua de escorrentía.



❖ Unidades de Origen Fluvial

- Abanicos (A)

Corresponde a la planicie inclinada que se extiende desde la parte montañosa y que se ha formado como producto de la sedimentación de corrientes de agua torrenciales que emergen de las zonas más elevadas hacia las zonas más bajas y abiertas. La red de drenaje es subparalelo, el horizonte del suelo es joven con cobertura de pastos.

Figura 20. El cambio de pendiente de la parte de piedemonte a la parte plana del valle, genera la formación de abanicos, debido a que los materiales tienen más libertad para depositarse.



- Llanura aluvial (Lla)

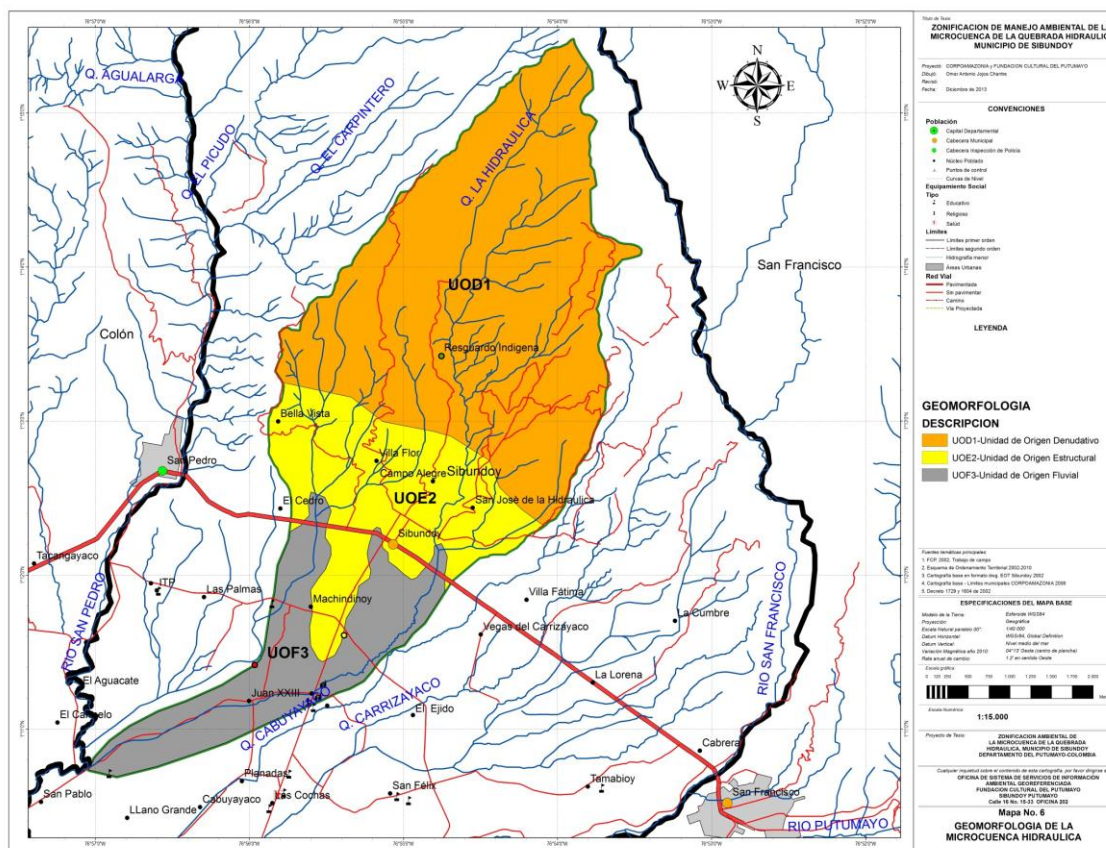
Está constituida por las antiguas llanuras de inundación; es la zona más baja topográficamente, inmediatamente adyacente al cauce de la quebrada Hidráulica. Los materiales depositados son producto de la alteración de las rocas ígneas intrusivas, metamórficas y suelos de origen lacustre. Las suaves pendientes y la exposición de esta unidad a las aguas de las quebradas, especialmente en la parte plana, la hacen por naturaleza susceptible a desbordes e inundaciones periódicas durante períodos de intensas lluvia.

Figura 21. Los materiales transportados de la parte alta, son depositados en la parte plana, aumentando la tasa de sedimentación y disminuyendo la altura de los diques, causando en épocas de intensas lluvias desbordes e inundaciones.



A continuación se delimita las unidades geomorfológicas encontradas en la microcuenca hidráulica, al igual que un cuadro resumen con las respectivas hectáreas y porcentaje.

Figura 22. Mapa 6. Geomorfología



Resumen de las unidades geomorfológicas

NOMBRE	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
Unidad de Origen Denudativo	UOD1	1.248,36	58,58
Unidad de Origen Estructural	UOE2	491,63	23,07
Unidad de Origen Aluvial	UOF3	391,03	18,35
TOTAL		2.131,02	100,00

Del cuadro anterior se pueden concluir que la Unidad de Origen Denudativo posee el 58,58% y según las visitas de campo es el área donde se generan los mayores deslizamientos; los cuales se represan en la Unidad de Origen Estructural, aumentando los caudales de la quebrada hidráulica y depositando los sedimentos en la Unidad de Origen Fluvial.

3.1.2.7 Pendientes

La pendiente en el sentido estricto, se basa en el cálculo del gradiente de la inclinación del terreno respecto al plano horizontal. Bajo este enfoque se han agrupado en este estudio los valores de inclinación en clases, calculados por el software SIG (ArcGis 10). Los valores de inclinación fueron calculados en el SIG por un procedimiento basado en las distancias entre las curvas de nivel previamente digitalizadas; estos valores pueden ser expresados en grados de inclinación o en porcentaje (ver mapa 7. Pendientes).

En la elección de clases se tuvo en cuenta tanto la delimitación de áreas homogéneas como la potencialidad o limitación para el uso agrario. La utilización del mapa base topográfico a escala 1:10.000, editado por el IGAC y digitalizado en este trabajo, además de la equidistancia de curvas de nivel cada 10 m presentes en esta cartografía conducen a un alto grado de exactitud en el cálculo de las pendientes que han sido sometidos a un procesamiento de interpolación y se pueden obtener áreas mejor manejables en su representación cartográfica.

❖ Clasificación de pendientes

La clasificación de pendientes del presente estudio se basa en las recomendaciones del Soil Survey Staff (1951) del estado de Kansas de los EE.UU, que establece seis clases que dependen de la asignación de actividades a desarrollar y del impacto de estas sobre el territorio. Dentro de estas clases de uso agropecuario se intenta dar más información sobre el grado de pendiente y su concepto de pendiente simple (en una dirección) o compleja (en varias direcciones).

A continuación se presenta una caracterización de éstas con sus respectivas recomendaciones de manejo.

Cuadro 8. Clasificación de pendientes Fuente Soil Survey Staff 1951

Clase	Pendientes medias %	Relieve
A	0 – 3	Plano
B	3 – 7	Inclinado
C	7 – 12	Ondulado
D	12 – 25	Acolinado
E	25 – 50	Montañoso
F	Mayor de 50	Escarpado

- A. Plano de 0-3%

Este tipo de relieve se encuentra localizado hacia el interior del valle geográfico propiamente dicho, de 2040 a 2100 m.s.n.m., aproximadamente, es una superficie plano – cóncava, que sufre fuertes inundaciones durante los meses de invierno, presentándose además acumulación de sedimentos orgánicos, así como limos, arenas y arcillas que son de tamaño fino y que permanecen saturados de agua durante gran parte del año.

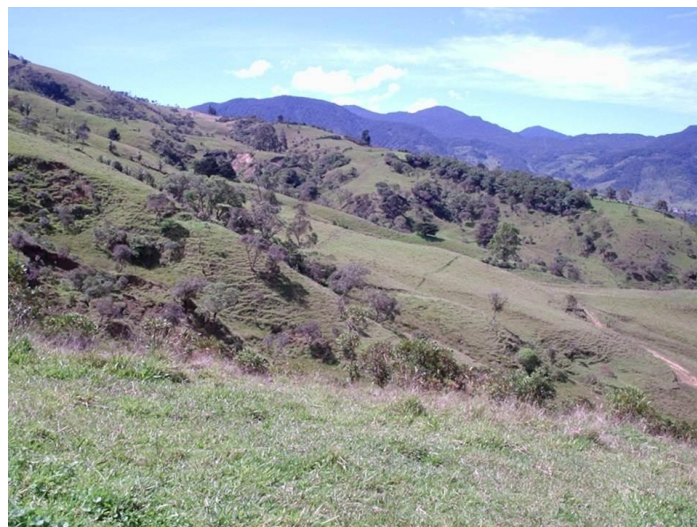
Figura 23. La parte plana de la Microcuenca es utilizada para la ganadería intensiva y en menor proporción para agricultura (fríjol, maíz y chagras).



Para evitar estas inundaciones y encharcamientos producidos por ríos y quebradas se construyó un sistema de drenaje (canales A, B C y D) que por una parte ha contribuido a la incorporación de tierras para la explotación agropecuaria y por otra ha conllevado a la alteración de las características físicas y químicas de los suelos presentándose como resultado el fenómeno de subsidencia o hundimiento y como consecuencia de este fenómeno se han generado múltiples deslizamiento en zonas de ladera.

- B. Inclinado de 3-7%

Figura 24. El cambio de pendiente de piedemonte a plano, forma abanicos coluvio aluviales.



Entre alturas comprendidas de 2100 a 2200 m.s.n.m., se encuentra este tipo de pendientes ubicado en la zona de pie de monte, generalmente hacia los abanicos aluvio - coluviales que están constituidos por la acumulación de diferentes materiales ígneos intrusivos y metamórficos los cuales se encuentran suprayacidos por capas de rocas volcánicas extrusivas (ceniza volcánica y lapilli). En zonas de pie de monte con

pendientes de estas características generalmente se encuentran los suelos de mayor productividad del Valle de Sibundoy.

Hacia la parte alta de la microcuenca también se presenta este tipo de relieve en la cual prosperan los biosistemas del paramillo donde abundan las gramíneas y frailejones, presentándose además la acumulación de abundante materia orgánica a consecuencia de factores como bajas temperaturas, saturación de agua y mínima acción microbiana descomponedora. Esta zona es de vital importancia porque cumple la función de regular los caudales hídricos que bañan las zonas bajas.

- C. Ondulado de 7-12%

Figura 25. Los cambios de litología y la presencia de la falla Sibundoy, aceleran los procesos erosivos.



Este tipo de relieve se presenta en zonas de lomeríos bajos y medios circundantes al Valle de Sibundoy con inclinaciones suaves a moderadas (faldas) lo que indica presencia de capas de ceniza volcánica formando

suelos de amplio espesor (de 1 a 2 m) mineralizados. Son susceptibles a ser disectados por diferentes fenómenos de erosión como la formación de grietas, cárcavas y rabinos conllevando finalmente a la desestabilización de taludes.

- D. Acolinado de 12-25%

Este relieve presenta áreas con pendientes moderadas, las cuales presentan alto contenido de materia orgánica y presencia local de capas de ceniza volcánica. En éstas zonas son frecuentes los diferentes fenómenos de remoción en masa como los deslizamientos de tipo rotacional y transnacional, así como también reptación y flujos de tierra y lodo, generando en áreas no protegidas la desestabilización de suelos de ladera.

Figura 26. La presencia de rocas altamente permeables y el uso inadecuado del suelo, contribuyen a la presencia de deslizamientos.



- E. Montañoso de 25-50%

Las zonas características de este tipo de relieve se presentan generalmente en la parte alta, hacia los valles, formando extensos

encañonamientos característicos por la ruptura hídrica de rocas cristalinas (ígneas intrusivas –granodioritas, granitos cuarzodioritas, etc.). Las manifestaciones de erosión están representadas en deslizamientos aislados de gran magnitud, muchos de los cuales se suceden en aquellas zonas donde la intervención del bosque es mínima, lo que permiten asegurar que estos fenómenos son parte del proceso natural de transformación geológica de la tierra.

Figura 27. Ejemplo de litología y la tectónica del valle de Sibundoy, contribuyen a agravar la situación de peligros naturales como deslizamientos, inundaciones y sismos.



- F. Escarpado Mayor al 50%

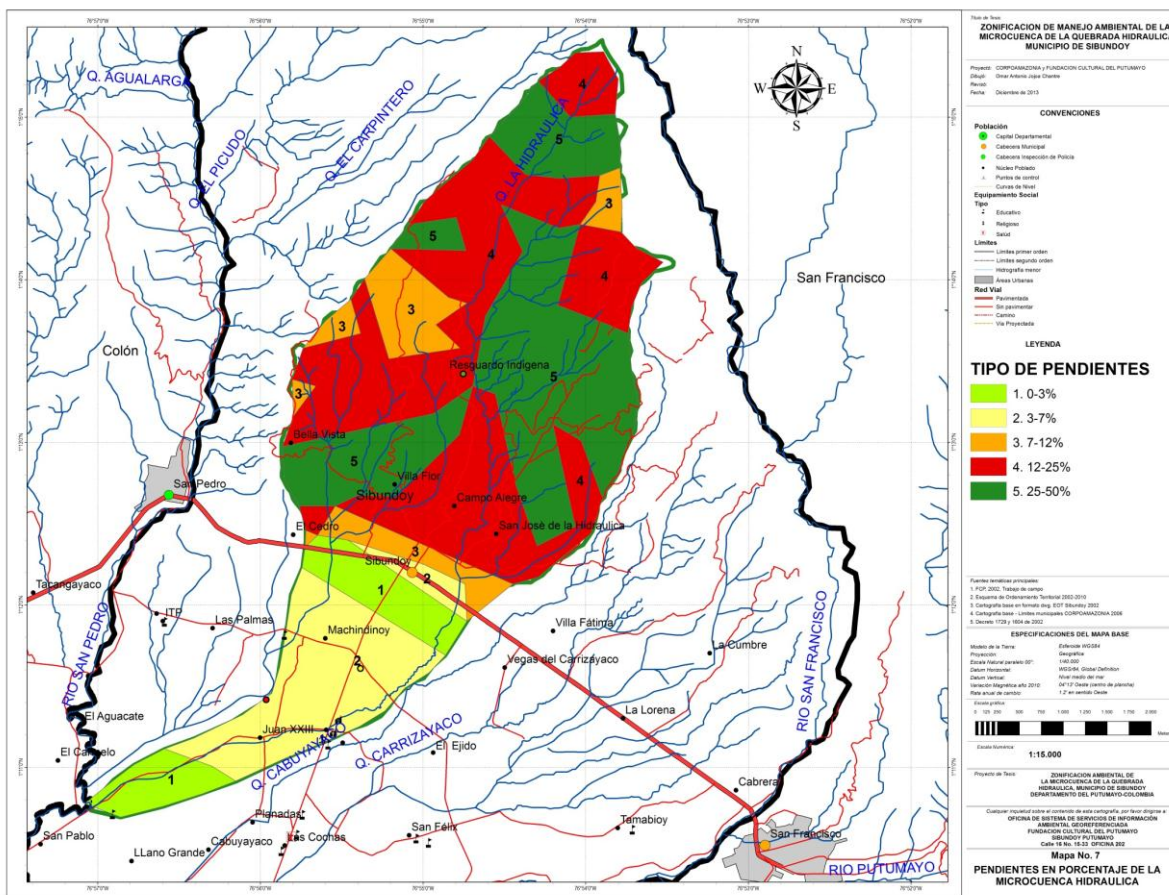
Este rango de pendiente se encuentra principalmente en la parte norte de la microcuenca, por fuera, hacia el límite con el río San Pedro. La escorrentía es muy grande y debido a la ausencia de suelos resistentes se hacen difíciles los cultivos y el mantenimiento de pastos; existe un predominio de rocas cristalinas duras y altamente fracturadas. Al igual que la anterior zona, requiere de adecuadas prácticas de manejo o puede dedicarse también a áreas de bosque productor-protector, perteneciente al Páramo Azonal de Cascabel.

Figura 28. Las fuertes pendientes contribuyen al aceleramiento de los procesos erosivos.



A continuación se presenta la delimitación de las unidades de pendiente y un cuadro resumen indicando las áreas y sus porcentajes.

Figura 29. Mapa 7. Pendientes



Cuadro. Resumen de las unidades de pendiente área y porcentaje

NÚMERO	CLASE	RELIEVE	PENDIENTE	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
1	A	Plano	0-3%	164,49	7,72
2	B	Inclinado	3-7%	325,03	15,25
3	C	Ondulado	7-12%	185,80	8,72
4	D	Acolinado	12-25%	805,97	37,82
5	E	Montañoso	25-50%	649,71	30,49
TOTAL				2.131,00	100,00

Del cuadro anterior se concluye que las unidades dominantes son la acolinada (37,82%), montañosa (30,49%) e inclinada (15,25%); unidades que es donde más se presenta los procesos erosivos debido a la presencia de diferentes unidades litológicas, principalmente Lapilli.

3.1.2.8 Suelos

Según el IGAC. 1990, el suelo es la capa superior de la superficie terrestre formada por la meteorización de las rocas, en la que están enraizadas las plantas y que constituye un medio ecológico particular. El suelo se compone de partículas minerales y orgánicas y consta de sustancias en los tres estados: Sólida, líquida y gaseosa. La erosión de las rocas genera partículas inorgánicas que dan al suelo la mayor parte de su peso y volumen. Estos fragmentos van desde arenas y gravas hasta diminutas partículas coloidales de diámetro pequeño hasta microscópicas.

La formación de un suelo comienza siempre con la meteorización física de la roca madre que conduce a minerales sueltos no consolidados. Esta meteorización y la actividad biológica conducen a la formación de un suelo que depende también de la topografía del terreno, estructura y edad de la roca madre.

Los suelos cambian sustancialmente de un lugar a otro. La composición química y la estructura física del suelo en un lugar dado están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas. Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales.

Cuando varios suelos de una unidad cartográfica se presentan en proporciones definidas en un determinado modelo geográfico, constituyen una asociación de suelos. Es importante tener en cuenta que por lo general no es posible delinear con precisión en un mapa el área que ocupan en el campo los suelos de una determinada clase taxonómica. Todos los suelos están ocultos bajo la superficie, por lo tanto solo son visibles su configuración superficial y sus propiedades superficiales, pero los límites reales de las propiedades que solo están presentes en el subsuelo no se pueden identificar sobre la superficie del terreno. Los edafólogos tienen que confiar en indicadores externos para dibujar sus líneas en el mapa, por ejemplo, la topografía, la vegetación, los colores superficiales u otras propiedades.

La clasificación cartográfica de los suelos se hace mediante la determinación de consociaciones y asociaciones (Ver Mapa 8.Suelos). La Consociación es una unidad geográfica o unidad sencilla, en la que predomina un tipo de suelo o un área miscelánea, que cubre más del 85% de su superficie; la asociación son unidades complejas que se reconoce en un área determinada, cuando dos o más suelos y/o área miscelánea cubren más del 85% de su superficie, en las que es posible establecer las pautas de distribución en el paisaje. A continuación se describen las asociaciones y consociaciones encontradas para la microcuenca:

❖ **Suelos de las vertientes**

Representa las áreas de vertientes de las montañas dentro del clima frío, relieve ligeramente ondulado a fuertemente escarpado, con pendientes desde 3% a mayores del 65% los materiales parentales son ígneos, cubiertos en algunos sectores por cenizas volcánicas y corresponden a las asociación Santiago (ST) y la Consociación Santiago (SP)

- **Consociación Santiago (SP)**

Los suelos que conforman esta unidad se ubican en las áreas que circundan los municipios de Sibundoy, en alturas generalmente por encima de los 2800 m.s.n.m. con un clima muy frío y húmedo y una formación vegetal correspondiente al bosque pluvial montano (bp-M). El relieve es ligeramente ondulado a fuertemente quebrado, con pendientes cortas y que varían de 3 a 65% modelado por depósitos de cenizas volcánicas; los procesos geomorfológicos más dinámicos han sido el escurrimiento difuso, los deslizamientos y las patas de vaca. Presentan ciertas erosiones en algunos sectores.

Actualmente las tierras están cubiertas con pastos naturales, cultivos de frijol *Faseolus vulgaris*, lulo *Solanum quitoense*, tomate *Chypomandrabetacea*, granadilla *Pasiflora sp.*

- **Asociación Santiago (ST)**

En el municipio de Sibundoy donde se encuentra esta asociación es de clima frío muy húmedo, con una zona de vida correspondiente al bosque pluvial montano (bp-m) relieve fuertemente ondulado a escarpado, generalmente con pendientes corta y largas de grado 16%-30%-65% que han sido modelados en algunos sectores por depósitos

de cenizas volcánicas. Son frecuentes los procesos geomorfológicos como escurrimiento difuso, soliflucción, deslizamientos, reptación y patas de vaca los cuales dan al área un aspecto ligero a moderadamente erosionado.

❖ **Suelos de abanicos**

Los abanicos representan las áreas más altas de la altiplanicie y están constituidos por depósitos de materiales de tamaño fino, medio, grueso y heterométricos de los ríos que salen de las montañas y desembocan en la llanura lacustre. Tienen relieve plano a ligeramente inclinado correspondiente a la asociación Chilcayaco (SI).

- **Asociación Chilcayaco (SI)**

Los suelos que conforman esta asociación se ubican en la altiplanicie, en alturas menores de 2200 m.s.n.m. Presentan un relieve plano a ligeramente inclinado, con pendientes de 1 a 7% modelado en sectores por capas volcánicas. Las tierras usualmente se encuentran en pasturas para el sostenimiento de ganado con propósito lechero.

En fases de pendientes mayores, la vegetación que es de bosque secundario se compone generalmente de especies nativas tales como chilco *bacharisfloribunda*, cordoncillo, helechos *Alsophilaconjugata*, laurel *laurusnobilis*, granicillo, *Hedyosmumtranslucidum* sietecueros *tibouchinasp*, mientras que en fases de pendientes menores se encuentran especies forestales introducidas como ciprés *Cupressussempervives*, pino *patulapinuspatula*, eucalipto *Eucalyptusglobulusy* acacia *Acaciamelaxilium*. En general los sistemas productivos de esta asociación están dedicados a la ganadería de propósito lechero con pastos de kikuyo y ryegrass y a los cultivos de frijol, maíz, tomate y lulo.

❖ **Suelos de vallecitos y llanura lacustre**

Comprende las áreas más bajas del paisaje de la altiplanicie dentro de un clima frío muy húmedo, generalmente cubiertas por pantanos y lagunas pequeñas, son de origen orgánico y presentan un nivel freático fluctuante durante casi todo el año. En esta unidad se mapeo la Consociación San Jorge. Los vallecitos están en la llanura pero se caracterizan por ser zonas pedregosas producto de la sedimentación.

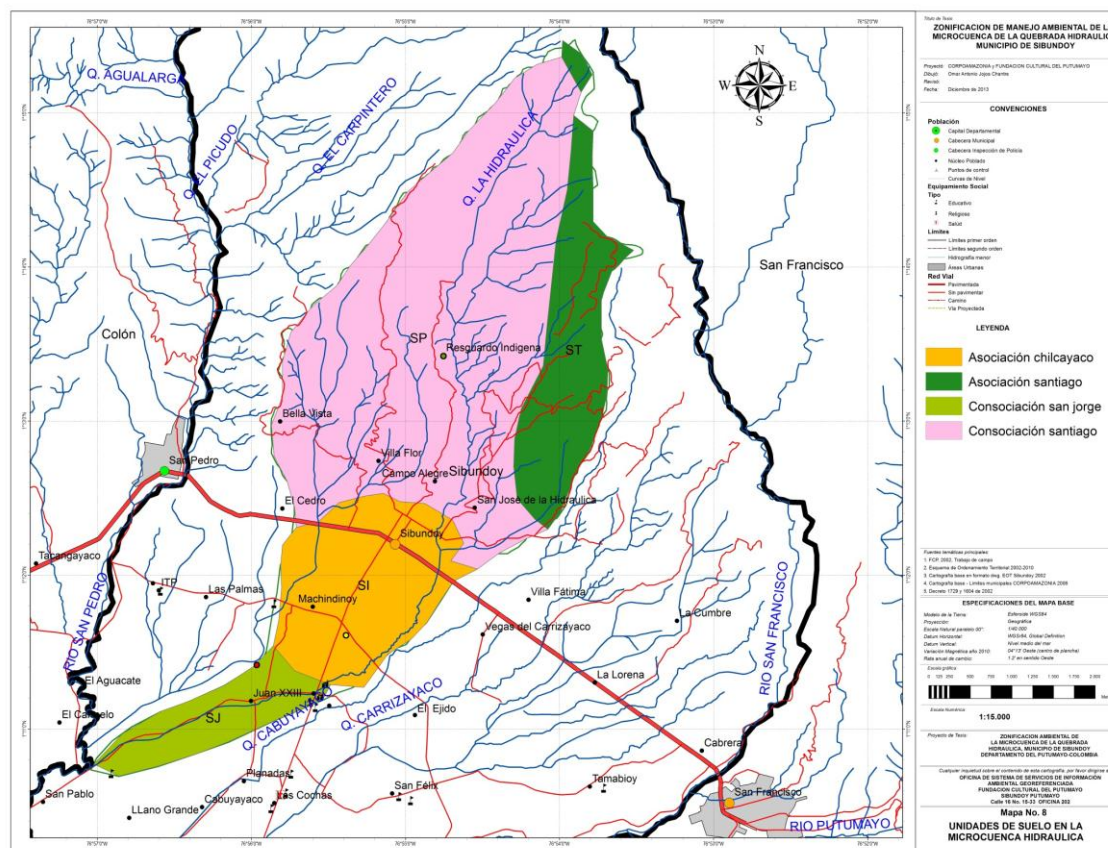
- Consociación San Jorge (SJ)

Los suelos que conforman esta unidad de mapeo se ubican en la parte circundante de la llanura lacustre, en superficies amplias, de relieve plano cóncavo y pendientes menores al 1%. Están desarrollados a partir de sedimentos fluvio lacustres, con drenaje natural pobre. La Consociación está conformada por un 90% de suelos entisoles y un 10% de suelos histosoles, se caracterizan por ser muy superficiales y pobremente drenados, de color pardo rojizo oscuro y gris parduzco claro en superficie y pardo grisáceo manchado de pardo fuerte y rojo amarillento en los horizontes inferiores. Las texturas son francas y el pH muy fuerte a fuertemente ácido.

Actualmente las tierras se usan en cultivos de frijol, maíz, potreros con pastos naturales y mejorados también existen parcelas en huertos y chagras.

A continuación se presenta la espacialización de las unidades de suelo y un cuadro resumen de sus áreas y porcentajes.

Figura 29a. Mapa 8. Unidades de Suelo o Pedológicas



Resumen de la unidades de suelo

SUELOS	CLASIFICACIÓN	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
1. Abanicos	Asociación Chilcayaco	SI	385,31	18,08
2. Vertientes	Asociación Santiago	ST	313,32	14,70
3. lacustre	Consociación San Jorge	SJ	168,14	7,89
4. Vertientes	Consociación Santiago	SP	1.264,25	59,33
TOTAL			2.131,02	100,00

Del cuadro anterior se concluye que la unidad de suelo de mayor porcentaje corresponde a la Consociación Santiago (59,33%), la cual está destinada en su mayoría para ganadería extensiva, sus relictos de suelos pertenecen a lapilli y rocas metamórficas del Precámbrico.

3.1.2.9 Uso y Cobertura del Suelo

De acuerdo a la Fundación Cultural del Putumayo 2010, mencionan que las unidades de cobertura y uso de suelo corresponden a aquellas zonas que el hombre por su importancia productiva las está utilizando y las que aún se conservan en beneficio de los recursos naturales; en el municipio de Sibundoy y microcuenca Hidráulica, se han identificado las siguientes unidades, ver mapa 9. Uso y Cobertura del Suelo:

❖ Bosque primario intervenido (Bp)

Se encuentran en un rango altitudinal desde los 2500 a 3000 msnm, con características particulares como la presencia de árboles maduros que alcanzan alturas de 25 m aproximadamente y permiten determinar ciertas condiciones de conservación. Es importante resaltar para estas zonas que aunque existen relictos de bosque intervenidos a medida que se avanza en el gradiente altitudinal es posible encontrar especies típicas de bosque primario. El estrato arbóreo y arbustivo presente en el bosque primario intervenido alberga una gran cantidad de musgos, que son los causantes de almacenar y surtir gran cantidad de agua.

Figura 30. Bosque presentes en la parte alta de la Microcuenca, con escasa intervención antrópica.



❖ **Bosque de regeneración (Br)**

Los bosques secundarios o de regeneración se ubican entre los 2200 y 2400 msnm y son un claro reflejo de la continua intervención y transformación a la cual han sido sometidos a lo largo de muchos años presentándose en la actualidad como relictos de bosque con procesos avanzados de regeneración natural; la estratificación evidencia la presencia de vegetación producto de sucesiones propia de zonas donde se ha deforestado el bosque original debido al establecimiento de pasturas y otros sistemas para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, entre otras, necesarias para el asentamiento de las poblaciones humanas.

Figura 31. Zona de bosque en regeneración, microcuenca Hidráulica.



De igual manera dentro de esta cobertura se incluyen las franjas de vegetación que se encuentran bordeando las riberas de las corrientes de las fuentes de agua que también podrían denominarse bosques de galería o cañada, los cuales desempeñan un papel importante en la preservación del recurso hídrico y la estabilización de los cauces, como corredores de dispersión y albergue de la biota. Este tipo de vegetación se ve altamente afectada debido a que se consideran puntos vulnerables por su gran accesibilidad, para la implementación de actividades agrícolas y pecuarias en la zona de laderas.

❖ **Zona de páramos (Zp)**

Dentro del Valle de Sibundoy, los páramos constituyen ecosistemas estratégicos de importancia principalmente para la estructura hídrica de la región. La estructura de sus suelos y la singular cobertura vegetal que los caracteriza así como los servicios ambientales que pueden ofrecer los convierten en auténticos productores, retenedores y reguladores del agua y en general constituyen un recurso indispensable

para el desarrollo sostenible. En un contexto muy general los páramos se caracterizan por ubicarse más arriba de los bosques, es decir por encima del límite altitudinal hasta el cual domina la vegetación natural arbórea entre los 3.000 a 3.500 msnm y por debajo del límite de las nieves entre los 4.500 y 5.000 msnm. Son formaciones tropicales, con la mayor superficie localizada entre los 8° N en Colombia, presentan condiciones ambientales extremas y con gran influencia biológica, se distinguen por una baja temperatura media anual entre 4 y 10 °C y pronunciadas variaciones de temperatura diaria entre -6 y 20 °C; así como por una alta humedad relativa por encima de 80% y precipitación de lluvias usualmente entre 2.000 y 4.000 mm/año. En cuanto a los suelos se caracterizan por ser ricos en materia orgánica, con alta capacidad de almacenamiento de agua, pH ácido y bajo contenido de fósforo.

La matriz vegetal del páramo es un pajonal o pastizal sobre el cual se desarrollan comunidades relativamente complejas de plantas con forma de roseta, arbustos y bambúes o chusques, además de cojines de musgos y plantas con flor de fisonomía variada. Aunque en la región no existen estudios detallados de la fauna asociada a estos ecosistemas se sabe que puede existir un alto grado de endemismos de aves y principalmente de anfibios convirtiéndolos en ecosistemas frágiles, complejos e importantes para la ecología, evolución y conservación. En la microcuenca se localiza el Páramo azonal denominado Paramillo.

Figura 32. Páramo azonal El paramillo, sobre la parte alta de la microcuenca.



❖ Humedales

Los humedales se localizan en la parte plana del Valle de Sibundoy, en alturas que comprenden los 2050 a 2100 msnm. Se sabe que el Valle de Sibundoy era en su totalidad un humedal, actualmente se han identificado 18 relictos de interés a nivel nacional e internacional y al mismo tiempo por constituirse en reservorios de especies silvestres, principalmente aves de tipo migratorio boreal o con algún grado de amenaza como es el caso del pato canadiense *Anas discors* que utiliza este ecosistema como sitio de descanso temporal, el pato pico de oro *Anas geórgica* con categoría de amenaza En Peligro y el doradito lagunero *Pseudocolopteryx acutipennis* en categoría Vulnerable.

Los humedales del Valle de Sibundoy son sistemas ecológicos de alta biodiversidad, fundamentales para el equilibrio natural de la zona, ya que desempeñan diversas funciones como: control de inundaciones, protección, retención de sedimentos y nutrientes; además, los humedales actúan como filtros previniendo la sedimentación de los

pequeños espejos de agua. La relación del suelo, el agua, las especies animales, los vegetales y los nutrientes permiten que los humedales desempeñen estas funciones, dando lugar a la proliferación de vida silvestre, siendo en general espacios paisajísticos potencialmente aprovechables como escenarios para el desarrollo de proyectos o modelos sostenibles que fortalezcan el turismo local y nacional, donde se dé lugar a la recreación y a la investigación. En la parte plana de la microcuenca existen áreas que en épocas de lluvia se inundan

Figura 33. Humedales de la parte plana del Valle: Vereda Leandro Agreda, municipio de Sibundoy.



❖ **Cultivos y pastos (Cp)**

La población no conoce el verdadero conflicto y por el contrario no le interesa trabajar sosteniblemente sus tierras; esto se evidencia por la continua ampliación de la frontera agropecuaria hacia las zonas de ladera y las técnicas inadecuadas de establecimiento de potreros la cual

se realiza sin tener en cuenta la aptitud del suelo y la capacidad de carga del mismo, generando problemas de desestabilización de laderas y aumento de erosión hídrica. Es importante resaltar la explotación agrícola mediante la implementación de sistemas tradicionales como las chagras considerados agro ecosistemas indígenas que albergan una gran cantidad de especies alimenticias, artesanales y medicinales

Igualmente la economía de la región se mueve en torno a los sistemas convencionales de producción que se encuentran en las zonas de bajo lomerío y la parte plana en la cual sobresale la producción ganadera lechera y para este caso la producción agrícola de cultivos como el frijón, maíz, papa, arveja, y frutales como el tomate, lulo, granadilla, manzana, fresa, que son producidos en sistema de monocultivo algunos son considerados de latifundios como el caso del frijón; para estos modelos convencionales cabe mencionar el impacto negativo que ocasiona al ecosistema y al recurso suelo por efecto del uso indiscriminado e inadecuado de agroquímicos y las exigencias de manejo que estos requieren dadas las condiciones medio ambientales de la zona principalmente los altos niveles de humedad relativa. Otros sistemas de producción menos convencionales o que integran otros manejos de producción alternativa son los huertos de hortalizas y frutales.

❖ **Pastos Naturales (Pn)**

Son aquellas zonas dedicadas a la ganadería extensiva cubierta por pastos naturales.

❖ **Zona Urbana (Zu)**

Áreas dedicadas al desarrollo urbano y sub urbano.

Figura 34. La actividad agropecuaria se refleja en monocultivos de maíz, fríjol granadilla, tomate y ganadería intensiva.

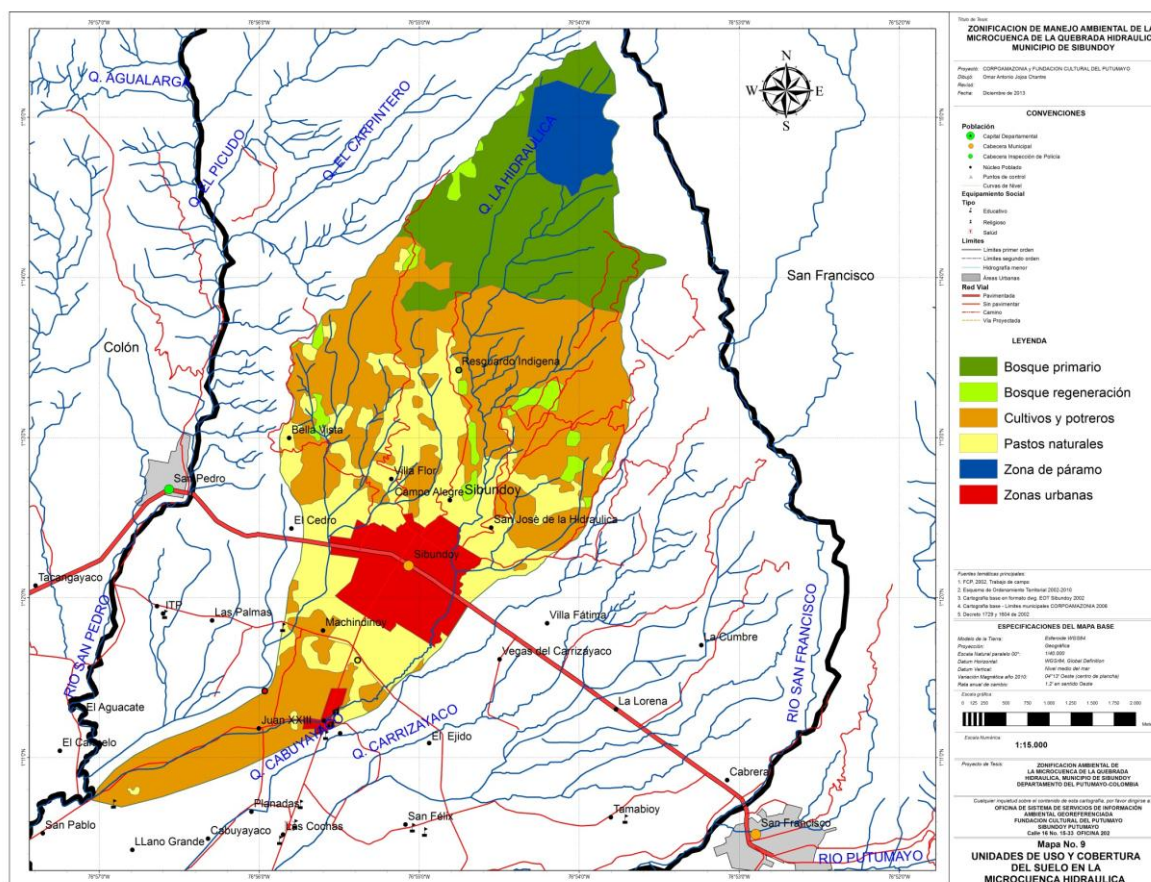


A continuación se presenta un cuadro resumen de las diferentes unidades con las respectivas áreas y porcentajes; además de la espacialización de las mismas.

Resumen de las unidades de Uso y Cobertura del Suelo

CATEGORÍA	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
Bosque primario intervenido	Bp	324,83	15,24
Bosque regeneración	Br	148,79	6,98
Zona de páramo	Zp	161,04	7,56
Cultivos y potreros	Cp	682,62	32,03
Pastos naturales	Pn	666,62	31,28
Zona urbana	Zu	147,12	6,90
	TOTAL	2131,02	100,00

Figura 35. Mapa 9. Uso y Cobertura del Suelo



Del mapa y cuadro anterior se concluye que el área utilizada para zona de desarrollo, compuesta por Cultivos y potreros (Cp), Pastos Naturales (Pn) y Zona urbana (Zu), le corresponde un porcentaje del 70.22%; mientras que las áreas destinadas para protección es decir aquellas identificadas como de Bosque de regeneración (Br), Bosque primario (Bp) y Zonas de páramos (Zp), le corresponde un porcentaje del 29.78%; lo anterior deja ver que si no se toman medidas compensatorias de protección y conservación a la zona denominada de desarrollo, en poco tiempo la microcuenca estará destinada para potreros y cultivos, atentando contra la calidad y cantidad de agua tanto para consumo como para riego.

3.1.3 Componente Biótico

3.1.3.1 Flora

De acuerdo a la Fundación Cultural del Putumayo (2010), en la microcuenca hidráulica se realizaron seis transeptos tanto en Bosque Primario Intervenido como en Bosque Secundario, en las cuales se registraron un total de 17 familias, 22 géneros y 28 especies. Del análisis de estos datos se determinó que la familia con mayor dominancia en esta zona de estudio es la Clusiaceae, Lauraceae, Melastomatácea, Chlorantaceae con tres especies cada una (10.71%) del total de las familias encontradas en la microcuenca, seguida de las familias Cunoniaceae, Euphorbiaceae, Aquifoliaceae con dos especies cada una (7.14%).

Los géneros en su orden de dominancia son: *Clusia*, con tres especies que corresponden al 10,71, otros géneros en grado medio de dominancia son *Schefflera*, *Hedyosmum*, *Weinmannia*, *Hyeronima* con dos especies cada uno y corresponde al 7.14%.

Teniendo en cuenta los géneros dominantes, y debido a la influencia que ejerce la zona del páramo azonal Paramillo, ya que si bien es cierto el reporte de las especies permite determinar que esta zona por sus rangos altitudinales (2400-2800) se caracteriza por pertenecer a un bosque andino (Rangel, 1997), cuya vegetación se encuentra dominada por especies del género *Hedyosmum*, *Weinmannia* y *Clusia*. Por su parte la presencia de Lauraceas puede conformar otro tipo de vegetación constituido por bosques selváticos, en donde dominan especies como *Nectandra* y *Ocotea*; esto teniendo en cuenta que además del bosque andino, la microcuenca se encuentra clasificada dentro de la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo.

Cuadro 9. Especies arbóreas y arbustivas presentes en la microcuenca Hidráulica, municipio de Sibundoy.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Cunoniaceae	<i>Weinmannia heterophylla</i> H.B.K.	Encino
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum translucidum</i> Cuatr.	Granicillo
Clusiaceae	<i>Clusia lineata</i> (Benth) Pl & Tr.	Mate
Cunoniaceae	<i>Weinmannia subvelutina</i> Cuatr.	Encino
Brunelliaceae	<i>Brunellia putumayensis</i> Cuatr.	Cancho
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don.	Pino Colombiano
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp1	Mate
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> H.B.K	Mate
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum cumbalense</i> Karsten.	Ulloco
Melastomataceae	<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl) Baill	Mayo
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (R&P) Pers	Chilca Colorada
Arecaceae	Morfoespecie 1	Palma
Melastomataceae	<i>Leandra</i> sp2	Morochillo
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp2	Rosa Blanca
Araliaceae	<i>Oreopanax</i> sp2	Pumamaque
Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp1.	Pumamaque
Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp2.	Pumamaque
Caprifoliaceae	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	Rosa colorada
Lauraceae	<i>Ocotea tessmanii</i> O.C. Schmidt.	Comino
Lauraceae	<i>Aniba puchury minor</i> (Mart) Mez.	Jigua
Rosaceae	<i>Prunus huantensis</i> Pilger.	NN
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i> Mull-Arg	Motilón
Myrsinaceae	<i>Geissanthus</i> sp2.	Cucharo
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima</i> sp1	Rosa Blanca
Rubiaceae	<i>Palicourea andrei</i> Standl.	Cucharo
Winteraceae	<i>Drymis granatensis</i> L.	Canelón
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp2	Comino

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Melastomataceae	<i>Miconiasp2</i>	Morochillo

Según los resultados obtenidos, las especies con mayor importancia o peso ecológico son: *Weinmanniaheterophylla* H.B.K. (42,59), *Hedyosmumtranslucidum* Cuatr (36,98). *Clusialineata* (Benth) Pl. & Tr. (19,63), *Weinmanniasubvelutina* Cuatr (17,85), *Brunelliaputumayensis* Cuatr (17,71), especies que también se caracterizan por presentar los porcentajes más altos en cuanto a Densidad Relativa y área basal.

Según los resultados se concluye que el bosque está definido por *Hedyosmum*, *Clusia*, *Weinmannia*, *Brumellia* es decir comparte algunos géneros con respecto a otras microcuencas del municipio de Sibundoy y que además de presentar especies típicas de zonas andinas, también la presencia de *Brunellia* y *Drymis*, se puede caracterizar la zona fisionómicamente como vegetación selvática y boscosa asociadas a especies de los géneros *Miconia*, *Ocotea*, *Sauraruia*, *Weinmannia* que se establecen en los filos de laderas y quebradas, esto teniendo en cuenta la clasificación realizada por RANGEL, O. *et al.* 1997, para los tipos de vegetación en Colombia.

3.1.3 Fauna

La información obtenida acerca de la Fauna presente en la microcuenca es el resultado de la revisión de fuentes secundarias como Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios del Valle de Sibundoy (EOT), Planes de Vida de las comunidades Indígenas (Kamentsá e Inga) e informes y registros de carácter científico desarrollados en esta zona para determinar la clasificación de Mamíferos y aves, para el Valle de Sibundoy, debido a que su habitar es similar.

❖ Mamíferos

Según la Fundación Cultural del Putumayo 2010, el inventario de mamíferos en el área de estudio constituye un componente importante ya que estos juegan un papel clave en el mantenimiento y la regeneración de los bosques, a través de procesos ecológicos de polinización y dispersión. Los mamíferos son parte integral de la religión, la cultura y la economía de los pueblos; son utilizados como alimento, mascotas o elementos decorativos por diferentes grupos étnicos; por otra parte, son un grupo sobre el cual se ejercen diferentes presiones que han hecho que varias de estas especies sean categorizadas como amenazadas a diferentes escalas geográficas, hecho que ha promovido la utilización de grandes mamíferos como especies focales para promover la restauración de espacios naturales de interés.

De acuerdo a la información consultada, se reportaron un total de 25 especies de mamíferos, pertenecientes a 15 familias de 9 órdenes siendo el más representativo el orden Carnívora con 5 familias. Como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Listado general de las especies de mamíferos presentes en el Valle de Sibundoy.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphismarsupialis</i>	Chucha, Raposa
	Didelphidae	<i>cfMatachirusnudicaudatus</i>	Chuchamantequera
Phyllophaga	Bradydopidae	<i>cf.Bradypusvariegatus</i>	Osoperezoso
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypusnovemcinctus</i>	Armadillo común
Primates	Cebidae	<i>Aotussp</i>	Mico de noche

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
	Cebidae	<i>Lagothrixlagotricha</i>	Chorongo
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyonthous</i>	Zorro común
	Canidae	<i>Pseudalopexculpaeus</i>	Lobo, zorrocolorado
	Ursidae	<i>Tremarctosornatus</i>	Oso de anteojos
	Procyonidae	<i>Potosflavus</i>	Perro de monte, tutamono
	Procyonidae	<i>Nasuanasua</i>	Cusumbo
	Procyonidae	<i>Nasuellaolivacea</i>	Cusumbo de páramo
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja, chucuro
	Mustelidae	<i>Lontralongicaudis</i>	Nutria de río
	Felidae	<i>Herpailurusyaguarondi</i>	Gato de monte
	Felidae	<i>Leopardus sp</i>	Tigrillo
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus pinchaque</i>	Danta
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazamarufina</i>	Venadocolorado
	Cervidae	<i>Pudumephistophiles</i>	Venadoconejo
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla común, Ardita
	Erethizontidae	<i>Coendou bicolor</i>	Erizo, Puerco espín
	Dasyproctidae	<i>Agouti paca</i>	Boruga, Pintadilla
	Dasyproctidae	<i>Agouti taczanoswkii</i>	Boruga de páramo
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo

Los resultados de los estudios indican que un 56% de las especies son exclusivas de bosque, otras especies como Chucha o raposa *Didelphis marsupiales*, Chucha mantequera cf. *Matachirus nudicaudatus*, Cusumbo

Nasuanasua, Chucuro *Mustela frenata*, Ardilla *Sciurusgranatensis*, Boruga *Agouti paca* y Conejo de monte *Sylvilagusbrasiliensis* pueden encontrarse además del bosque en otros hábitat como pastizales, rastrojos y cultivos, representando el 28% de la totalidad de las especies.

3.1.4 Componente Social

Para el análisis de la dimensión social, se debe tener en cuenta la definición de este subsistema como el conjunto de elementos que en su proceso de interacción crean las condiciones que posibilitan la adaptación, apropiación, mantenimiento y transformación de las relaciones establecidas entre el hombre y el medio natural y de los hombres ente sí.

El municipio de Sibundoy es el más importante centro funcional del Valle de Sibundoy. La población actual del municipio es de 15.150 habitantes según DANE, Proyección de Población 2.005. El 59,8% (9060 habitantes) corresponde a población de la cabecera municipal y el 40,2% (6090 habitantes) a población del área rural, esto nos indica, que existe una predominancia de la población urbana sobre la población rural. Sibundoy posee un área total 90,83 kilómetros cuadrados, y la densidad de población total es de 166 h / km². La densidad poblacional urbana de 99 h/ km² y la rural de 67 h / km² (FCP, 2010).

Cuadro 11. Población de Sibundoy por grupos de edad y sexo

Grupos por Edad	Hombres 54.82 %	Mujeres 45.18 %	Total	%
Menores de un año	184	151	335	2.34
De 1 a 4 años	776	639	1.415	9.89
De 5 a 9 años	1.035	853	1.888	13.19

Grupos por Edad	Hombres 54.82 %	Mujeres 45.18 %	Total	%
De 10 a 14 años	1.098	905	2.002	13.99
De 15 a 49 años	3.645	3.004	6.649	46.46
De 50 años y más	1.107	914	2.022	14.13
TOTAL	8.305	6.845	15.150	100

Según la proyección de población del DANE 2005, en el año 2.011 el municipio de Sibundoy cuenta con 15.150 habitantes, ubicados en 2.573 viviendas, para un promedio de 5,56 personas por vivienda.

3.1.4.1 Grupos Étnicos

En Sibundoy habitan 2 grupos poblacionales claramente identificados: Colonos de descendencia nariñense, asentados en el municipio desde el siglo anterior y que son la mayoría de la población con el 67.89 % de los habitantes, e indígenas de las comunidades Kamentsá e ingas.

Los colonos se sitúan en su gran mayoría en la cabecera municipal, los Kamentsá e ingas habitan preferentemente en la zona rural. La distribución de la población indígena es la siguiente:

Cuadro 12. Población Étnica o Indígena del municipio de Sibundoy.

ÉTNIA	No. HABITANTES
Kamentsá	4.514
Inga	94
Quillasingas	640
Pastos	525

Sibundoy es tradicionalmente territorio Kamentsá, grupo humano único en el mundo, con lengua y culturas propias. En cuanto a la determinación de su origen o procedencia, este tema ha sido materia de mucha discusión y controversia, siendo la teoría más aproximada la de

su origen malayo-polinesio. La comunidad Kamentsá desde su asentamiento en estos territorios, tuvo que enfrentar a otros grupos humanos como colonizadores españoles y misioneros capuchinos, quienes con su influencia alteraron su sistema de vida. La iglesia, el estado y agencias de cooperación internacional, han buscado siempre desarrollar programas que contribuyan al desarrollo de esta comunidad, pero debido a técnicas y procesos inapropiados para este pueblo indígena, los esfuerzos encaminados a fortalecer y conservar su cultura han producido efectos contrarios como: aumento del aculturamiento, pérdida de identidad, de valores y costumbres.

Cabe resaltar y valorar, que a pesar de un proceso lento del desarrollo social y político de la comunidad, estos se han visto fortalecidos con la creación de alguna serie de instituciones de tipo gubernamental y propios de la comunidad, que han buscado explorar y conocer la problemática de la comunidad y encaminarla por metas de superación y desarrollo, pero con respecto a su efectividad y gestión, deja muchas dudas que resolver.

Figura 36. Carnaval indígena o fiesta del Perdón (Clestrinyé) de la comunidad Kamentsá.



Frente a esta situación, la comunidad Kamentsá ha seguido nuevos procesos de autonomía y autogestión, los cuales de alguna manera han contribuido a aminorar el desequilibrado proceso aculturativo al que está expuesta en términos generales, enfatizando su esfuerzo en la responsabilidad de cada uno de sus miembros, quienes son los encargados de velar y defender el capital social y cultural que todavía poseen.

También conviven en Sibundoy personas de las comunidades Pastos y Quillasingas, en proceso de conformación de resguardos y cabildos legalmente constituidos.

En el municipio de Sibundoy y en el Valle de Sibundoy en general, es mínima la presencia de personas de la comunidad afrodescendiente, por razones como clima y cultura, prefiriendo asentarse en el bajo

Putumayo, lugar en el cual las condiciones climáticas y sociales son más acordes a su forma de vida.

3.1.4.2 Necesidades básicas insatisfechas

El índice de Condiciones de Vida según el Departamento Administrativo Nacional de Planeación es bajo, aunque existe una buena cobertura en cuanto a prestación de servicios básicos de saneamiento ambiental (servicios de acueducto y alcantarillado) que superan en todos los casos tanto en el área urbana como rural el 95%. El servicio de acueducto en la zona urbana es apta para consumo humano, pero en la zona rural es de mala calidad y el agua suministrada no recibe ningún tratamiento y por lo tanto no es apta para consumo humano, razón por la cual se presenta un alto índice de morbilidad por EDA e IRA y Parasitismo especialmente en la población infantil (FCP, 2010).

Las aguas servidas del sector urbano de Sibundoy son arrojadas directamente a las microcuencas Hidráulica, Lavapiés, Cabuyayaco y El Cedro sin ningún tipo de tratamiento ocasionando graves problemas de contaminación.

Según el DANE 2005, el municipio de Sibundoy tiene un índice de NBI equivalente al 74.50%, lo que indica que 10.662 personas que habitan el municipio viven con necesidades básicas insatisfechas.

El Índice de Necesidades Básicas insatisfechas está determinado por: vivienda y servicios públicos.

❖ Vivienda

El municipio de Sibundoy se ha desarrollado sin ningún tipo de planificación urbanística. El Municipio de Sibundoy tiene un déficit de vivienda elevado estimándose que en el casco urbano existen unos 490

hogares populares sin vivienda y unas 80 viviendas en mal estado de mantenimiento.

Los programas de vivienda que se adelantan en el Municipio no obedecen a una planificación urbanística y de extensión de las redes de servicios públicos que a nivel urbano se deben establecer y a las normas que para estos casos se deben cumplir.

Cuadro 13.Necesidad de Vivienda.

VIVIENDA	URBANA	RURAL
Nueva	490	250
Mejoramiento	380	265
Total	870	515

El porcentaje de viviendas con servicios inadecuados es bajo, ya que existe cobertura de servicios tanto a nivel urbano como rural, pero no una verdadera planificación en su manejo, el servicio de recolección de basuras se realiza a través de un vehículo recolector del municipio dos veces por semana y depositados en la Planta de Tratamiento, que queda a 2 km de la cabecera municipal, en la vereda las Palmas.

❖ **Servicios Públicos Domiciliarios**

- **Acueducto:** El municipio de Sibundoy goza de una cobertura aproximada del 94.31 % de este servicio en la zona urbana y del 91.67 % en promedio en la zona rural. A continuación se presentan detalles de los acueductos rurales.

Cuadro 14. Acueductos Urbanos y Rurales

ACUEDUCTO	No. USUARIOS	ADMINISTRACIÓN
Cabuyayaco	4800	Cabildo
Tamabioy	75	Junta Administradora
La Cumbre	16	Comunidad
Cabrera	16	Junta San Francisco
El Cedro	21	Comunidad
Villa Flor	20	Comunidad

En el municipio de Sibundoy en la actualidad se está prestando un servicio de acueducto en el sector urbano con una calidad de agua apta para consumo humano, según los últimos análisis físico químicos realizados, aunque presenta niveles elevados de turbiedad en invierno; otro factor que afecta la calidad del agua es que aún no se termina la planta de tratamiento y por ende su puesta en funcionamiento en su máxima capacidad. El servicio domiciliario no es clasificado y se maneja con una estratificación diseñada por la Junta Administradora.

La comunidad asentada en la zona rural carece de agua potable, razón para que las autoridades civiles tradicionales de la comunidad indígena gestionen con el apoyo de la administración municipal la consecución de recursos para financiar plantas de tratamiento que permitan suministrar agua potable a estos usuarios.

Debido a que en muchas veredas las viviendas se encuentran dispersas, al mismo tiempo que se implementan campañas de concientización, es preciso financiar tecnologías de Procesos de Purificación de Agua para la comunidad rural, mediante un sistema de filtro compuesto por Grava Seleccionada, Arena Seleccionada, Carbón Activado, Carbón

Bacteriostático y Plata Coloidal que de una manera manual funciona muy fácilmente con resultados de pureza del agua cercanos al 97%.

Si el hombre por satisfacer sus necesidades económicas afectó al ecosistema con la deforestación y redujo la capacidad y calidad del agua igualmente debe recuperar esta fuente de vida de nuevas generaciones, reforestando bosques, recuperando páramos y purificando fuentes de agua que retornan a la naturaleza, para que el ciclo sea sano.

- **Alcantarillado:** A pesar de haberse ejecutado esta obra dentro del Plan Maestro, presenta serias dificultades de orden técnico y calidad de obra por deficiencia en el acabado, en las cámaras y en el tendido de tubería, siendo depositadas las aguas negras en las quebradas de la Hidráulica, Lavapiés y El Cedro sin ningún control, ocasionando olores desagradables y la contaminación de las quebradas mencionadas. El sistema únicamente fue construido para evacuar las aguas servidas, puesto que las aguas lluvias van a parar al colector más cercano. El servicio tiene una cobertura del 91.67%.

- Telecomunicaciones: Sibundoy cuenta con 643 líneas telefónicas urbanas, para una cobertura del 36.62 %. A nivel rural se carece totalmente de servicio telefónico domiciliario.

A nivel rural presta el servicio de telefonía satelital por medio de tarjetas la empresa COMPARTEL; además hace parte del programa de masificación del servicio de Internet, al cual tienen acceso todos los habitantes del municipio con tarifas cómodas.

El 100% de la comunidad del municipio cuenta con servicio de telefonía celular, de la empresa Claro y en menor cobertura Movistar.

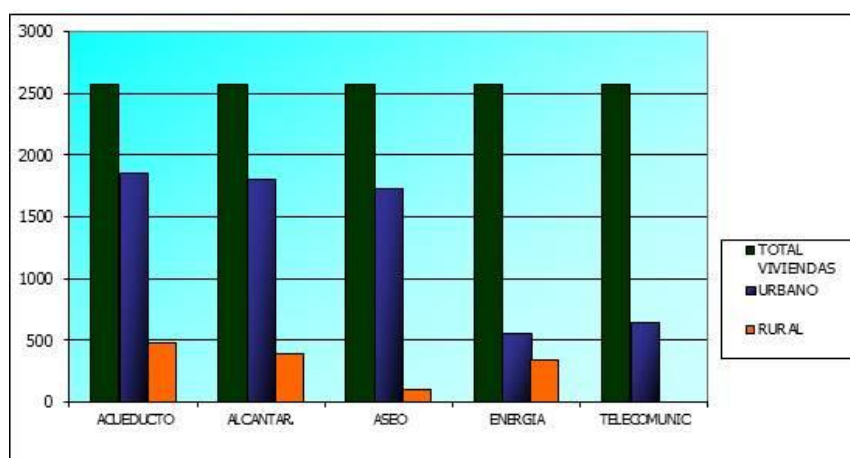
En cuanto a televisión, se sintoniza el canal A. Existe un servicio de televisión por cable, sistema por el cual se sintoniza: RCN, Caracol, Discovery, HBO, y Canal A, Canal Uno y 7 canales internacionales más.

Respecto a la radio, el Municipio de Sibundoy posee una emisora comunitaria de propiedad de la comunidad religiosa, además a nivel del Valle de Sibundoy se sintonizan emisoras de los municipios vecinos, Diamante Stereo de Caracol en San Francisco, Colón Stereo y Alternativa Estéreo del Municipio de Santiago, todas ellas transmiten a través del sistema de Frecuencia Modulada F.M. Además existen dos Emisoras de la comunidad indígena con cobertura para el Valle de Sibundoy.

- Energía Eléctrica: El servicio de Energía eléctrica en el municipio lo presta la Empresa de Energía del Valle de Sibundoy S.A. E.S.P., con una cobertura del 99%.

La cobertura de los servicios básicos en este municipio se resume en la siguiente gráfica:

Figura 36a. Gráfica de Cobertura de Servicios Públicos en el municipio de Sibundoy



De la gráfica anterior, se puede concluir que la cobertura de los servicios básicos en el sector rural del municipio es deficiente.

3.1.4.3 Conflictos sociales

El aumento de actos delictivos continuos como vandalismos y atracos en la vía que conduce a la ciudad de San Juan de Pasto, especialmente en el trayecto entre el Municipio de Santiago Putumayo y el Corregimiento del Encano en Nariño, de la misma forma en las vías que comunican con la ciudad de Mocoa y el bajo Putumayo, e inclusive en la vía nacional que comunica a los municipios del valle de Sibundoy, han afectado a la población.

Otro de los conflictos que se presenta es la permanencia de los grupos alzados en armas que se asientan en la zona, alterando el orden y la tranquilidad de los habitantes y los cuales permanentemente hacen retenes ilegales sobre las vías que conducen desde la ciudad de San Juan de Pasto y las poblaciones del medio y bajo Putumayo.

Como consecuencia de las fumigaciones realizadas en el bajo Putumayo y el conflicto armado recrudecido en esa zona, se han originado desplazamiento forzado de personas que han visto en el Valle de Sibundoy, y específicamente en el municipio de Sibundoy una tierra de paz y una oportunidad para rehacer sus vidas. Según datos de la Red de Solidaridad Social, al 30 de abril del año 2.004, 128 familias compuestas por 588 personas se han desplazado al municipio a causa de la violencia; esta cifra no contempla a las personas desplazadas por fumigaciones, las cuales no son atendidas por ninguna institución y que fácilmente supera el número de desplazados por la violencia.

El Valle de Sibundoy no estaba preparado para afrontar esta situación la cual ha originado múltiples y graves problemas de índole social como

inseguridad, incremento de desempleo, aumento del NBI, deterioro del tejido social.

3.1.4.4 Organización y Participación Social

En Sibundoy, existen diferentes tipos de organización que participan en las actividades que se desarrollan en el municipio; son asociaciones comunitarias, gremiales, cooperativas, asociaciones de asociaciones, ONG's y políticas y religiosas que con sus actividades inciden directamente en el desarrollo social y político de Sibundoy.

Sin lugar a dudas, por tradición las que más influyen son las religiosas y políticas, que tienen gran poder de convocatoria tanto en actividades de fiestas religiosas como en fiestas populares como carnavales de negros y blancos y el carnaval indígena, actividades de gran aceptación popular y que permiten la participación de la comunidad sin diferencias de ningún tipo.

En época de elecciones populares de mandatarios locales, regionales y nacionales, las organizaciones políticas tienen gran poder de convocatoria, sobre todo por la poca cultura ciudadana, que busca en estos comicios obtener prebendas personales que lastimosamente se dan en el municipio y que son alimentadas por los grupos de poder, quienes aprovechando en muchas ocasiones las necesidades personales de los ciudadanos ofrecen soluciones momentáneas para obtener su favor electoral.

En cuanto a tipo de organizaciones de carácter comunitario existen principalmente las Juntas de Acción Comunal en las 21 veredas que componen al municipio.

❖ **Juntas Administradoras de Acueducto**

Existe una Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado que administra estos servicios en el casco urbano. Cuenta con cierta autonomía administrativa y financiera, pero carece de los recursos económicos que le permitan adelantar obras de ampliación de cobertura y mejoramiento de la calidad del servicio. En la zona rural, existen juntas administradoras para cada acueducto, y dependen directamente del Cabildo Indígena Kamentsá.

❖ **Otras Juntas de Participación Social**

En el sector educativo existe representación de la comunidad a través de Las Juntas de Padres de Familia; estas aportan en la toma de decisiones sobre los procesos escolares y no son muy significativas dentro de toda la comunidad. Las Juntas de Restaurantes Escolares, también se han conformado para operavitizar el restaurante para los alumnos de las escuelas rurales y poder racionalizar el manejo de los fondos con los que cuenta cada uno de ellos.

La Asociación de Usuarios del Distrito de Drenaje es la única conformada a nivel regional-Valle de Sibundoy, con el objeto de administrar los recursos para el mantenimiento y descolmatación de canales, y la recuperación de la maquinaria y equipo de propiedad del INAT hoy INCODER.

3.1.4.5 Cabildos Indígenas

En el municipio de Sibundoy hace presencia un cabildo de la comunidad indígena Kamentsá, aunque también aglutina a los indígenas de la etnia inga. Las comunidades de Pastos y Quillasingas, gestionan la constitución de cabildos.

Este Cabildo indígena Kamentsá está Integrado por el Taita Gobernador que es el representante legal de la comunidad y el eje de la coordinación y dirección de todos los programas, proyectos y acciones a desarrollarse en beneficio de la comunidad. Igualmente adscritos al Cabildo se encuentra un (1) Alcalde Mayor, un (1) Alguacil Mayor, cuatro (4) Alguaciles auxiliares, un (1) Secretario y un (1) Tesorero. Entre las funciones que a nivel del total, la estructura administrativa del Cabildo están las relacionadas con aspectos Culturales, Religiosos, Policivos, Sociales, Políticos, Administrativos, de Etnoeducación y de Salud. Todos los cabildantes Indígenas Kamentsá electos por su comunidad tienen la obligación de cumplir con el desempeño del cargo para el cual fueron elegidos por el término improrrogable de un año.

3.1.5 Componente Económico

Según la Fundación Cultural del Putumayo 2010, en el departamento del Putumayo el modelo económico y productivo se ha estructurado a partir de procesos de ampliación de la frontera agropecuaria, los cuales se basan en el afianzamiento de la ganadería extensiva, la producción campesina, el cultivo de hoja de coca, la explotación petrolera y la extracción de madera.

El municipio de Sibundoy tradicionalmente ha basado su economía en el sector agropecuario, (contradictoriamente, el 85% de los productos agrícolas consumidos en el municipio, los proporciona el departamento de Nariño y el Ecuador), la industria es casi nula y no es relevante dentro de la economía del municipio, el comercio en los últimos años ha obtenido un crecimiento en términos de calidad y cantidad de establecimientos que abastecen las necesidades de los habitantes del municipio y del Valle de Sibundoy.

La economía agraria se fundamenta en un tipo extractivista de los productos agrícolas tradicionales y de especies menores y de tipo comercial para la producción de fríjol, manzana, leche y ganado. La ganadería extensiva y sin tecnificación ha sumido este sector en un estancamiento de la producción lechera.

Los renglones de producción actual no garantizan el éxito competitivo en el nuevo modelo de la globalización. El municipio de Sibundoy no ha definido un modelo económico y productivo que le permita satisfacer las necesidades de sus habitantes, y obtener ingresos que se reinviertan en el desarrollo social, lo que hace que el municipio no sea competitivo en ningún sector de la economía, la innovación no existe y se carece de muchos elementos que harían de esta región un polo de desarrollo.

La crisis del sector agropecuario es sumamente grave, pues si el municipio de Sibundoy ha basado tradicionalmente su economía en este sector y presenta un notorio descenso en su productividad, es urgente tomar medidas que permitan su reactivación. La recesión económica que sufre el país, elemento que unido a la lucha contra los cultivos ilícitos como las fumigaciones en el bajo y medio Putumayo son otros factores que han incidido directa y negativamente en la economía del municipio.

Es importante anotar que en el municipio de Sibundoy y en general en el Valle de Sibundoy, se producen frutales como: fresa, feijoa, lulo, mora, chilacuan, curuba y granadilla, cuya producción no se tiene en cuenta por parte de la secretaria de agricultura departamental.

Son productos que tienen gran aceptación por parte de los consumidores y si se tecnifica e impulsa su producción pueden ser alternativas para el sector agrícola y agroindustrial.

3.1.5.1 Agricultura

Los cultivos transitorios más importantes que de acuerdo a las veredas son: maíz, fríjol, papa, hortalizas y permanentes como: tomate de árbol, manzana, feijoa. La explotación agrícola está dada por una producción tradicional o chagras con los indígenas hacia la parte plana y baja del Municipio y comercial entre los criollos o colonos especialmente con la producción de fríjol, tomate de árbol, manzana y leche hacia los paisajes de suelos mineralizados y de lomerío.

En los últimos años el cultivo de fríjol ha tomado gran trascendencia debido a los tentativos precios o pagas al productor, desplazando a la producción de leche. Las variedades más sembradas son: Bolón Rojo, Radical Bogotano, Balín, Híbrido y Cargamanto con un periodo vegetativo de 6 meses en seco y 4 en vaina. La siembra en épocas de invierno ha conllevado a que se presenten ataques severos de enfermedades y plagas como: antracnosis, phomas, royas, virus, palomillas, minadores, unas difíciles de controlar perjudicando su desarrollo y permanencia del cultivo en la región.

El cultivo de manzana es uno de los más rentables en la región hasta el punto de que una vez amortizados los gastos de establecimiento llega a producir ingresos netos hasta de \$ 27 millones por hectárea sin descontar los gastos de mantenimiento que no son mayores a \$ 2 millones de pesos. La variedad más apetecida y productiva en la región es la Manzana ANNA que empieza a producir a partir de los 2 años y que no presenta mayores problemas de sostenimiento.

Figura 37. Registro fotográfico de Manzana variedad Anna producida en Sibundoy



Otro de los cultivos que aún se mantiene con un margen de rentabilidad aceptable es el tomate de árbol, cuya producción empieza al año y medio de sembrado para un periodo vegetativo de 3 y máximo 4 años, a causa de la incidencia de nuevas enfermedades virosas y fungosas que están propagándose hipotéticamente por que el agricultor no erradica las plantas enfermas, siendo esto un foco de infección para los cultivos aledaños.

La papa es un cultivo que está perdiendo vigencia por parte de los cultivadores, sobre todo hacia la parte plana del Municipio por la nula rentabilidad a causa de los altos precios de los insumos (fertilizantes, fungicidas, herbicidas) para lograr rendimientos y controlar plagas y enfermedades. Muy pocos agricultores que se arriesgan a sembrar en pocas cantidades lo hacen sobre todo, para el consumo familiar y con el objeto de mejorar los suelos.

El cultivo de maíz es el que menor rentabilidad tiene después de la papa, sobre todo cuando se lo siembra asociado al cultivo de fríjol cuyo

único fin para muchos agricultores es que la caña sirva de tutor del frijol remplazando a la chacla o vara que sostiene a la mata de frijol y disminuyendo así los costos e intervención del bosque primario. Los indígenas son los que más cultivan el maíz bien sea como monocultivo o en "chagras" puesto que ancestralmente es el producto preferido para su alimentación y la elaboración de la "chicha" bebida que utilizan en sus reuniones, fiestas y para calmar la sed en sus trabajos.

El Municipio y la región en general cuenta con un alto potencial de suelos para los cultivos de hortalizas, las que por falta de mercado no se siembra de manera empresarial. Algunas familias y sobre todo los indígenas las siembran en forma casera y en escasa cantidad para suplir las necesidades familiares.

Una actividad de producción practicada ancestralmente por los indígenas es el cultivo de la "chagra" que por lo general es administrada y cuidada por la mujer, y de la cual obtienen variedad de productos de la canasta familiar y que para los Indígenas Kamentsá es como la Madre con la cual todos pueden vivir. Es la "Tsbatsána Mamá" o Mamá responsable de su existencia en donde se entiende como si allí estuvieran presentes y vigilantes el pensamiento, el respiro y el ánimo de sus Mayores.

Figura 38. Madre tierra, así llaman los indígenas de la comunidad Kamentsá a La Chagra tradicional.



Entre los productos alimenticios más conocidos y que aún no han desaparecido gracias a la chagra están: TUBERCULOS como: cuna, tumaqueño, batata, ñame, achira. VERDURAS: coles, chauchilla, arracacha, guasimba, cidra, calabaza. FRUTAS: tomate, naranjilla, manzana, moquillo, maco, motilón, poros, granadilla, maracuyá, peras, uvilla, mora, durazno, ciruelo, caña de azúcar, chilacuan, palmito. OTRAS como: haba, ají, arveja, frijol. MEDICINAL: borrachero, verbena, ortiga, descancel, sábila, manzanilla, berro, cuyanguillo, albahaca, diente león, yerba buena, toronjil, cedrón, lengua de vaca, limoncillo, llantén, malba, chonduro, quereme, nogal, orégano, paico, ruda, saúco, valeriana, violeta, yerba mora, yarumo, verdolaga, poleo, menta, arrayán.

Entre los productos del bosque, los indígenas utilizan algunas especies, en la construcción de artesanías y algunos materiales o utensilios que se comercializan a nivel regional o nacional, entre los cuales se tiene:

- El palo de yarumo para la elaboración de tambores y máscaras.

- La tunda y tundilla para rondadores y flautas.
- Los bejucos para canastos.
- Los helechos en la construcción de viviendas y elaboración de maceteros.
- El palo amarillo y de higuerón para bancos, bateas y cucharas.
- El palo de encino para máscaras.
- La flor de palo cascabel para teñir lanas y prendas.

3.1.5.2 Sector Pecuario

❖ Ganadería bovina

La población bovina para el año de 2011, según estadísticas de la UMATA se estableció en 2.840, de las cuales 1326 son vacas de la raza Holstein mestiza especializada para la explotación lechera que están produciendo aproximadamente unos 8.000 litros de leche, estableciendo un promedio de producción de leche de 6 litros/vaca/día.

Figura 39. Ganado lechero en la parte plana del Municipio de Sibundoy



En cuanto a los pastos más comunes y característicos para la producción de leche están: las gramas naturales hacia la zona de lomerío y el pasto kikuyo falsa poa, Saboya, pasto de corte imperial y algunos mejorados como el tetralite desde el pie de ladera abajo.

Los problemas sanitarios infecto-contagiosos que más afectan la ganadería regional son: *Leptospira* SPP (45.7%); *Campylobacter fetus* (19.7%); *Tricomonas foetus* (32.4%) y *Rinotraqueitis infecciosa Bovina* (78.8%), las cuales son causantes de abortos, infertilidad, mortalidad embrionaria, inflamación uterina, etc. Se considera que la ganadería procedente de los paisajes de lomerío es más sana que la de los demás paisajes en donde además de las anteriores enfermedades se presentan otras como: mastitis, anaplasmosis, diarreas, babesiosis, ántrax, vulvovaginitis infecciosa, timpanismo y otras infecciosas como: carbón sintomático, *C. bacteridiano* y las parasitarias como coccidios, ascaris, fasciola, etc., muchas de las cuales se combaten con productos que expenden los distintos almacenes agroquímicos de la región.

Es bueno aclarar que son muy pocas las familias indígenas que se dedican a la explotación ganadera, puesto que por tradición nunca han sido ganaderos.

❖ **Ganadería porcina**

Por estadísticas recogidas por la UMATA, se aprecia una población porcina que llegó a las 343 cabezas de las cuales un bajo porcentaje se explota con algún nivel de tecnología y el resto mediante el sistema tradicional. En la parte urbana y rural en donde algunas familias mantienen marraneras que están causando problemas ambientales especialmente a las corrientes de agua. En la zona rural generalmente se explota el cerdo sin ninguna tecnificación junto a otras especies menores.

Figura 40. Clásica explotación del cerdo en la zona rural



❖ **Avicultura**

En cuanto a avicultura se puede distinguir 5156 aves de postura y 3003 de engorde para un total de 8159, las cuales se explotan a campo libre o corral o en galpones manejadas con cierto nivel de tecnología y en donde se puede controlar más eficientemente algunas enfermedades que se presentan en avicultura como: el New castle o achaque, Coccidiosis y otras respiratorias y parasitarias.

❖ **Cuyicultura**

En cuanto a la explotación de cuyes con un número de animales de 4867, las veredas en donde se explota con mayor intensidad son las de Ejido, Las Cochas, Villa Nueva, Tamabioy, Sagrado Corazón de Jesús, San Félix y Bella Vista, veredas con una alta concentración de minifundio. Esta clase de explotación se maneja en galpones en una cantidad de 20 a 100 animales o en cuartos (cocinas) de pequeños productores que utilizan sobre todo para el consumo familiar. En este estado de explotación es en donde más se presentan enfermedades

como: Pasterella, Salmonella, Timpanismo y parasitarias como piojos, sarnas y tiñas.

❖ **Truchicultura**

Las instalaciones existentes no cuentan con condiciones técnicas para la explotación a mayor escala, la totalidad de los estanques son construidos en tierra sin ninguna protección de sus taludes lo cual conlleva a que se presenten enfermedades cutáneas (hongos) afectando la producción en un 15 %. El manejo en cuanto a la selección y reclasificación de animales por estanques es mínimo lo que ocasiona competencia por alimento y ganancia de peso en forma no uniforme.

El mayor costo en esta actividad lo representa la alimentación que se realiza con concentrados comerciales; el período de levante y engorde es de 7 a 8 meses con un promedio de 250 gramos por animal, el producto se comercializa especialmente en la época de diciembre y Semana Santa.

❖ **Sector Forestal**

Se ve representado en el consumo de leña, carbón, madera aserrada y postas para el cultivo de frijol. Entre las especies maderables se encuentran: palo mote, pelotillo, tinto, encino, lechero, morochillo, quinde, juco, kujaco, laurel, arrayán, colla, chachafruto, balso, cucharo, cedro, helecho, chilca, sauce, mayos, eucaliptos, palmas.

3.1.6 Componente Educativo y de Salud

3.1.6.1 Salud

Funciona en Sibundoy, el Hospital Santiago Rengifo como Centro de Salud, la infraestructura y su dotación son buenas, aunque para la población del municipio la atención y los servicios prestados son

precarios, debido a factores como: Escaso presupuesto y reducido número de profesionales de la salud entre otros.

La planta de personal del centro de salud es la siguiente: 1 médico, 1 odontólogo, 1 higienista oral, 3 enfermeras, 3 promotores, 1 saneamiento básico, 1 celador, 1 empleada de botica, 1 conductor. Además la alcaldía ha asumido el costo del siguiente personal: 4 promotores de salud, 2 técnicos de saneamiento básico, 1 auxiliar de enfermería y 1 auxiliar de facturación.

El médico director del centro de salud, debe atender 56 consultas diarias, además de las funciones de administración, lo que hace supremamente difícil una atención más humana y eficiente. Actualmente no se presta el servicio nocturno, debido a la falta de personal profesional, y a la cercanía del hospital del municipio de Colón.

Por otra parte se cuenta con la presencia de un grupo de apoyo Extramural del Hospital PIO XII de Colón, que apoya la consulta médica en el área rural a través de brigadas de salud y actividades de promoción y prevención. Igualmente existe una red de servicios médicos fuera de los establecimientos anteriormente nombrados

Entre las enfermedades más comunes registradas en el Centro de Salud están en su orden: Enfermedades de los dientes, Infecciones respiratorias que provocan la muerte de la mayor parte de niños menores a 5 años, siguiendo la diarrea aguda, la desnutrición sobre todo en la población indígena, helmintiasis, enfermedades genitales, enteritis, enfermedades de la piel, gastritis y duodenitis, virosis, reumatismos, enfermedades del oído, Enfermedades infecciosas y parasitarias, laceraciones, heridas y traumatismos, etc.

Entre las Empresas Promotoras de salud E.P., que prestan sus servicios en el municipio en afiliación al régimen subsidiado están: Unimec, Emsanar, Selvasalud, AIC y Caprecom y en afiliación al régimen contributivo: Coomeva e Instituto de Seguro Social encargadas de la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad de la población mediante la afiliación de esta al régimen de seguridad social en salud.

Los servicios de salud en el municipio se pueden considerar como aceptables. A pesar de no contar en el municipio con servicio nocturno de atención, la cercanía del hospital Pio XII de Colón y la disposición permanente de una ambulancia, permite la atención de urgencia de pacientes.

La atención para el usuario de la cabecera urbana también se puede considerar aceptable, aunque para los habitantes ubicados en la zona rural el servicio es deficiente, debido a que no existe un centro de salud cercano, y la escasez de transporte en especial en horas de la noche.

3.1.6.2 Educación

La educación se constituye en un factor de la estructura social y factor potencial para la economía del municipio y de la región. Aunque carece de calidad en su actualización y de objetividad respecto a la enseñanza que se debería aplicar de acuerdo al modelo de desarrollo económico de la región.

Los currículos educativos no son acordes con las realidades socioeconómicas y ambientales del municipio, razón para concertar los planes educativos institucionales con el fin de que sus contenidos se enfoquen hacia la competitividad para el desarrollo del municipio.

En los últimos años se ha diagnosticado una sensible baja de la calidad de la educación en el municipio teniendo en cuenta las pruebas del ICFES, factor que preocupa a toda la comunidad educativa y razón para evaluar, detectar y superar los problemas para ofrecer a los estudiantes una educación de calidad.

En el municipio existe un Colegio casi exclusivamente para la comunidad Kamentsá, con modalidad bilingüe artesanal, pero no ha tenido la acogida y apoyo de esta comunidad, pues el bajo número de estudiantes (96 en Básica secundaria y 12 en Educación Media) que asisten a él, en contraste con los 440 estudiantes Kamentsá y 72 ingas que asisten a los colegios urbanos de Sibundoy.

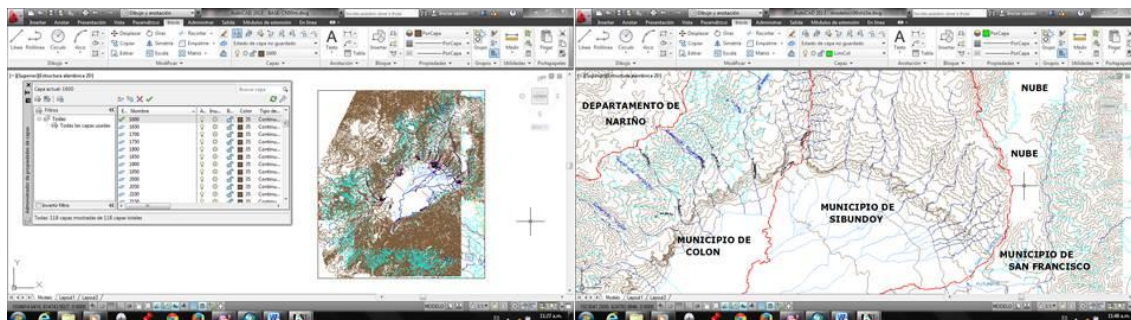
3.2 DESARROLLO DEL MODELO CONCEPTUAL CARTOGRÁFICO

3.2.1 Fase I: De Preparación

3.2.1.1 Recopilación de Información

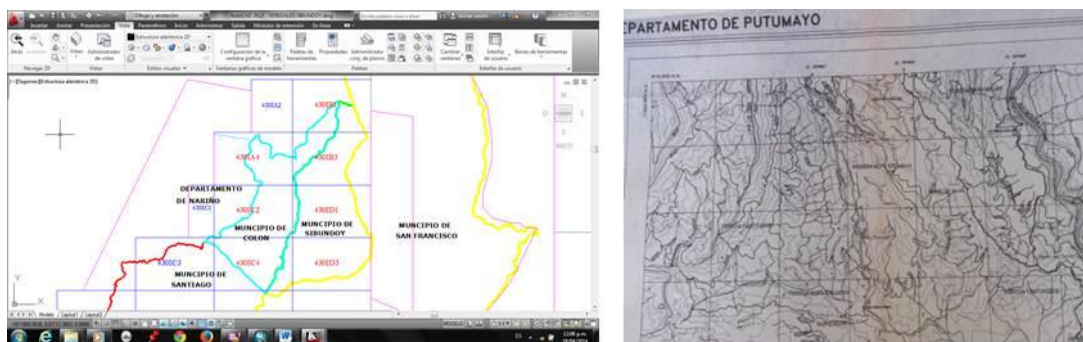
En ésta etapa se recopiló la información principalmente la base cartográfica, la cual estaba en formato DWG, AutoCad (archivo de EOT Sibundoy, 2002), como se indica en las siguientes figuras:

Información Cartográfica Base en formato AutoCad 2013.



A La información recopilada, indicada en la anterior figura, se la evaluó y corrigió, encontrando que muchas capas principalmente las de curvas de nivel se encuentran traslapadas y cortadas. A lo anterior se le realizó el trabajo de separarlas y unir las desde AutoCad 2013; además de dejar cada curva de nivel, vías e hidrografía como una capa separada. Además de corregirla, se le digitalizó-aumentando curvas de nivel cada 10 metros (para el área de la microcuenca), como también hidrografía y vías, de acuerdo a la cartografía de la Plancha Cartográfica 430 Base IGAC, como se indica en la siguiente figura.

Sub-planchas cartográficas provenientes de la Plancha 430, utilizadas para digitalizar curvas de nivel cada 10 m.

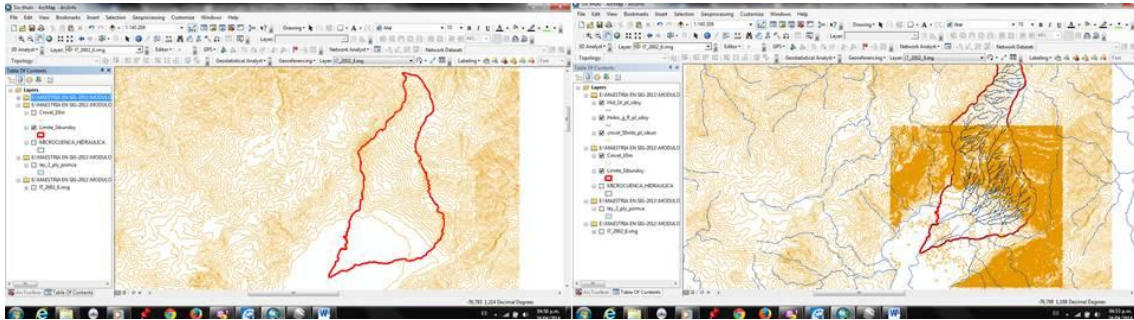


3.2.2 Fase II: Diagnóstico

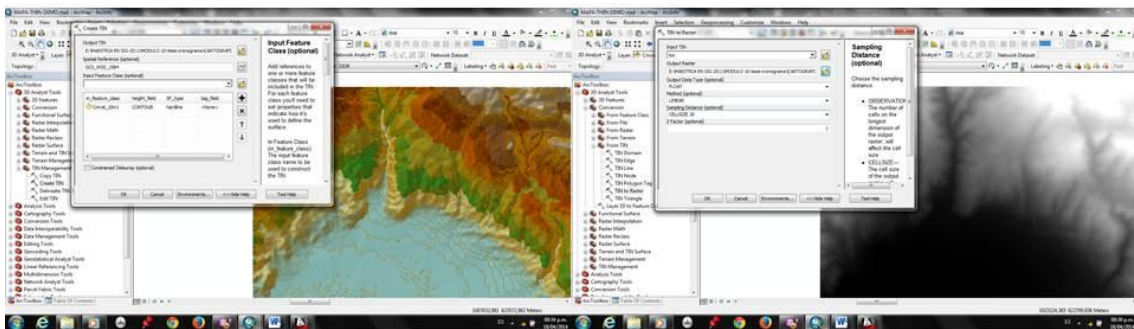
3.2.2.1 Digitalización y Creación de los diferentes Mapas Temáticos

Después de corregir y digitalizar la información en formato dwg, se la procesó en ArcGis 10 (georreferenciada), para obtener el Mapa Base, el cual consta de: curvas de nivel cada 10 metros, vías, límite municipal e hidrografía lo más detallada posible, principalmente para el municipio de Sibundoy, como se observa en la siguiente figura.

Curvas de nivel cada 50 y 10 m, del municipio de Sibundoy.



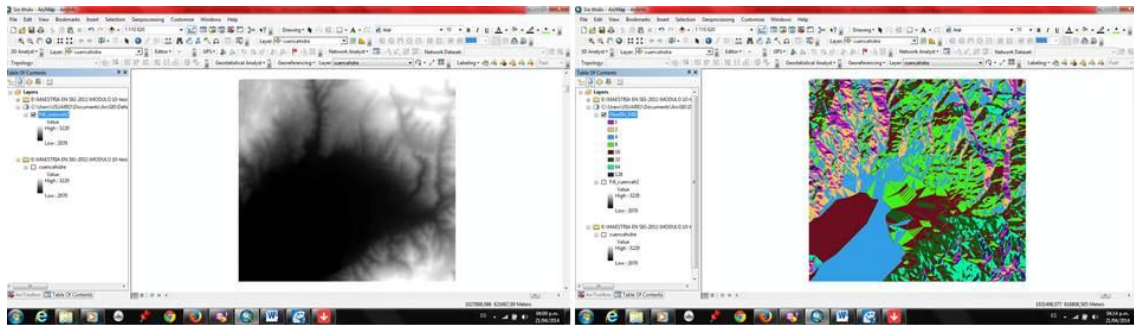
Con las curvas de nivel cada 10 metros digitalizadas y georreferenciadas, se realizó el TIN y el DEM (RASTER), con el fin de delimitar automáticamente la Microcuenca de la quebrada Hidráulica; Creación del TIN y del DEM



Teniendo el Modelo Digital del Terreno del área y con el propósito de delimitar automáticamente la cuenca de estudio, se utilizarán las siguientes herramientas de ArcToolbox/SpatialAnalyst Tools/Hydrology:

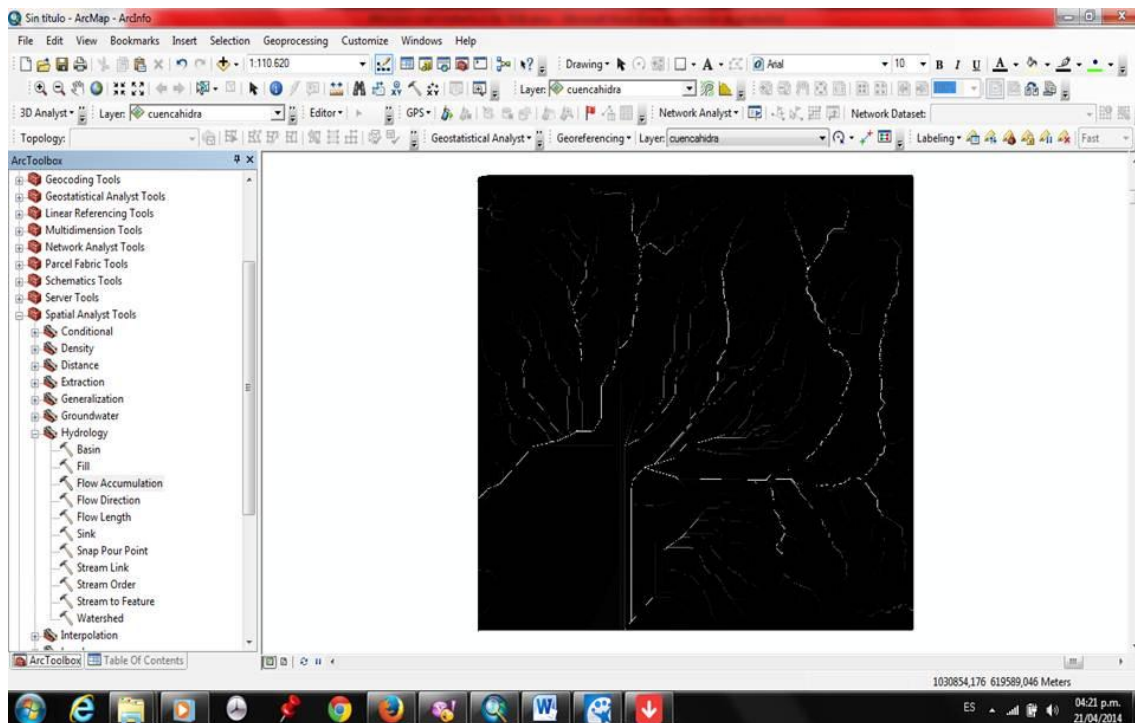
- Con el propósito de eliminar huecos, sumideros o inconsistencias en las curvas de nivel, se utiliza la herramienta Fill, y con la herramienta FlowDirection se obtuvo un mapa con todas las direcciones, tal como se observa en la siguiente figura.

Utilización de la Herramienta Fill y FlowDirection, respectivamente



- Con el mapa de FlowDirection se puede calcular como se acumulan las vertientes, utilizando la herramienta FlowAccumulation.

Herramienta FlowAccumulation para determinar vertientes



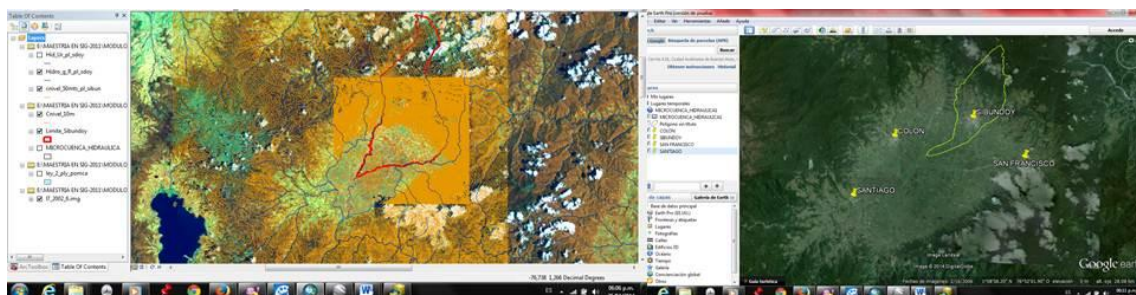
De acuerdo a lo explicado en el Ítem de Amenazas Antrópicas en lo relacionado con el numeral **D. Construcción del Proyecto Putumayo 01**; se concluye que dicho proyecto, afectó la dinámica natural de las diferentes corrientes hídricas que corren por la parte plana del Valle de Sibundoy, modificando drásticamente las curvas de nivel y como consecuencia de ello, cortando el flujo natural e impidiendo delimitar

automáticamente la microcuenca de la quebrada Hidráulica, tal como se observa en la anterior figura.

Entonces, para corregir el problema anterior y delimitar el área de estudio de forma manual, se utilizó las curvas de nivel cada 10 m, además de las imágenes de satélite (2005) y Google Earth (2006), principalmente en la parte plana, debido a que todas las corrientes fueron modificadas y encausadas hacia los cuatro canales de drenaje A, B, C y D, tal como se observa en las siguiente figuras.

Se exportó el shape como KML, utilizando la herramienta de LayerTo KML (Conversion Tools/To KML) de ArcToolbox, con el fin de delimitar la cuenca en la parte plana del Valle de Sibundoy utilizando Google Earth, debido a que esta herramienta tiene mejor resolución, lo que permite realizar más detalladamente el trabajo. Con la cuenca delimitada en Google Earth, se la exportó como KMZ utilizando la herramienta de KML ToLayer (Conversion Tools/From KML) de ArcToolbox, para realizar la conversión de KML a Shape y de esta forma, quedando delimitada la Microcuenca Objeto de Estudio, como se observa en la siguiente figura.

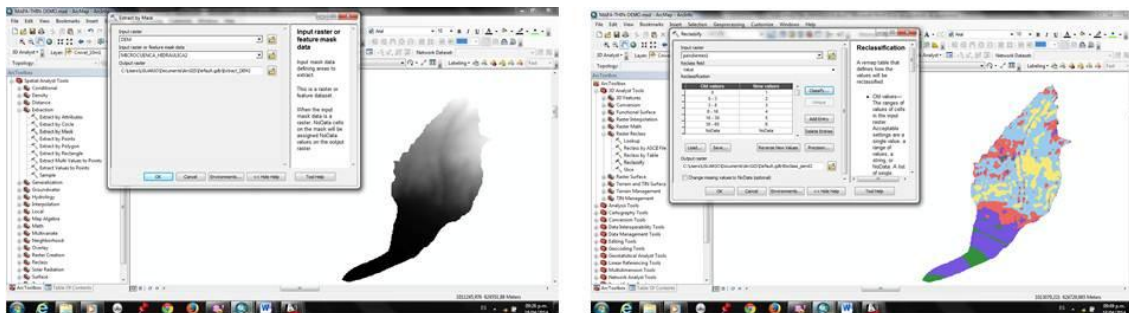
Curvas de nivel cada 10 m, imagen de satélite y Google Earth.



3.2.2.2 Proceso para obtener el Mapa de pendientes y el de Balance Hídrico

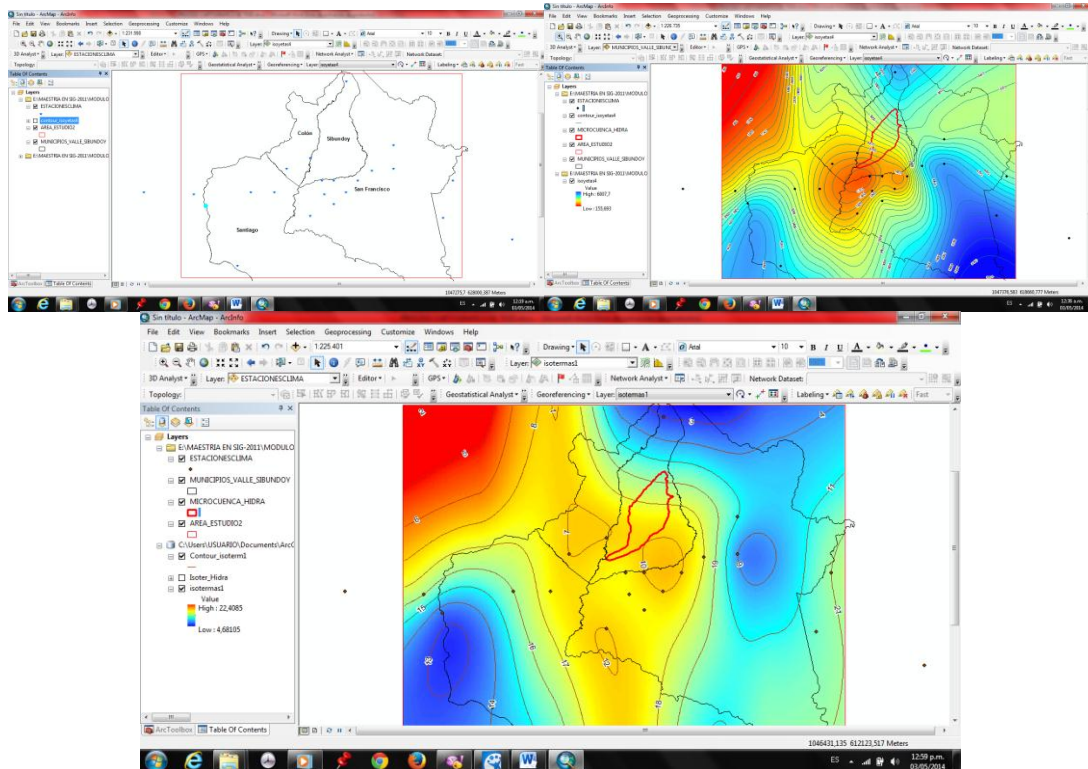
Utilizando la herramienta ExtractbyMask de SpatialAnalyst/Extraction, se hace un recorte al DEM, para obtener el DEM del área de estudio y así obtener el mapa de pendientes.

DEM recortado-reclasificado para obtener las pendientes



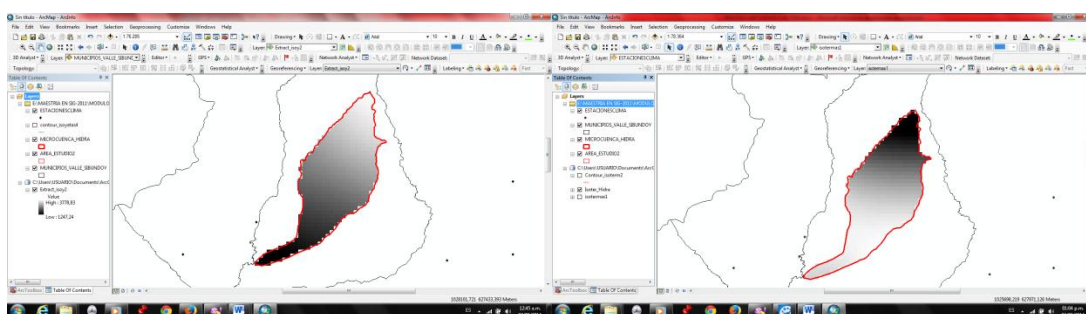
Para obtener el mapa de Balance Hídrico se realizó el siguiente procedimiento: Se identificó y espacializó las diferentes estaciones climatológicas que bordean el Valle de Sibundoy, - Con la estaciones climatológicas (Precipitación y Temperatura), se obtuvo el mapa de Isoyetas e Isotermas; utilizando las herramientas de ArcToolbox/3D Analyst Tools/ Raster Interpolation/Spline y con la herramienta SpatialAnalyst Tools/Surface/Contour se obtuvo el mapa de contornos como se presenta en la siguiente figura.

Espacialización de las diferentes estaciones climatológicas y obtención del mapa de isoyetas e isothermas, respectivamente.



Utilizando la herramienta ExtractbyMask de SpatialAnalyst Tools/Extraction, se hace un recorte del DEM de Isoyetas e Isotermas, para obtener el DEM del área de estudio, microcuenca Hidráulica.

Mapa de Isoyetas e Isoterma en la Microcuenca Hidráulica



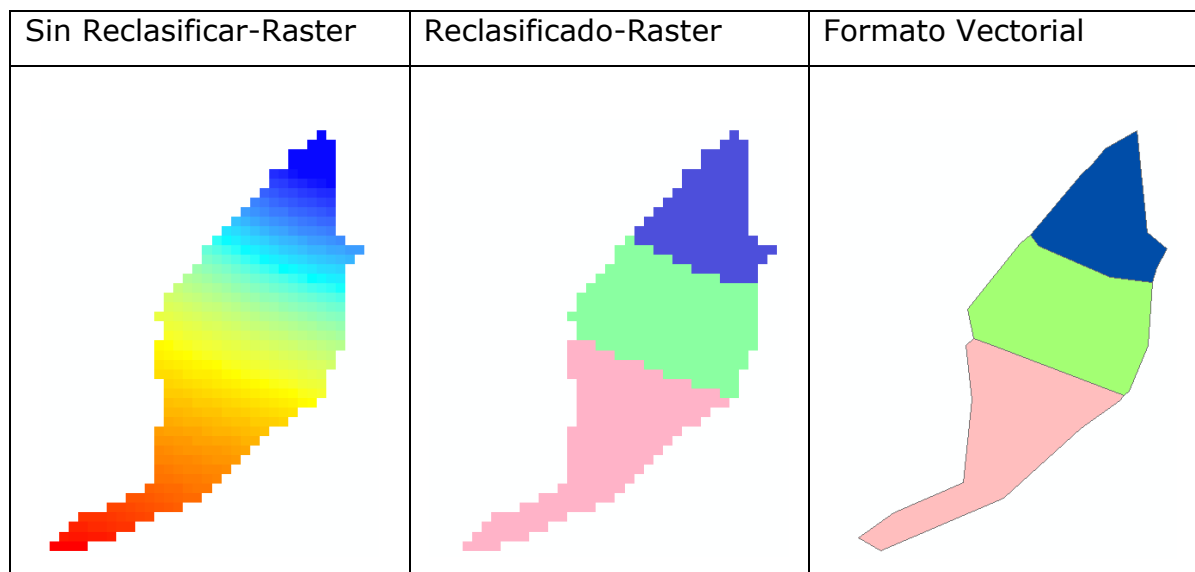
Para obtener el mapa de Balance Hídrico; primero se obtiene el mapa de Evapotranspiración Potencial-ETP, el cual se lo obtiene multiplicando el mapa de Isotermas con una constante de valor 58.93 de acuerdo a Holdridge; para lo anterior se utiliza las herramientas de ArcToolbox/SpatialAnalyst Tools/Map Algebra/Raster Calculator .

Posteriormente, utilizando la misma herramienta de Raster Calculator, y se divide el mapa de Isoyetas (precipitación) con el mapa de ETP y se obtiene el mapa de Balance Hídrico.

Al mapa de Balance Hídrico se lo reclasifica en tres zonas utilizando las herramientas de ArcToolbox/SpatialAnalyst Tools/Reclass/Reclassify; teniendo en cuenta que el Balance Hídrico nos determina zonas con déficit, estabilidad o exceso de agua, cuando los valores obtenidos según Holdridge se encuentran por encima y debajo de 1; es decir zonas con valores menores a 0.8 hay déficit de agua; zonas con valores entre 0.8 y 1.2 hay estabilidad de agua y zonas con valores mayores a 1.2 hay exceso de agua.

Los datos calculados en este ejercicio utilizando los datos de Precipitación y Temperatura, reflejan valores por encima de 1.3 hasta 5.7, es decir que el área de la microcuenca Hidráulica se encuentra en una zona con exceso de agua; lo anterior se corrobora con la presencia de cuatro Páramos Azonales (Patascoy, Bordoncillo, Cascabel y Torre de San Francisco), los cuales se encuentran bordeando la cuenca alta del río Putumayo o Valle de Sibundoy, denominado como Complejo Paramuno Quilinsayaco; y en nuestro caso de estudio, la microcuenca de la quebrada Hidráulica nace en el Páramo Azonal El Paramillo (2800 msnm), el cual se encuentra localizado geográficamente en una posición menor o más abajo del Páramo Cascabel (3600 msnm).

Mapa de Balance Hídrico de la microcuenca Hidráulica.



Como ya se mencionó, con los datos obtenidos (valores entre 1.3 a 5.7) se hizo una reclasificación en tres intervalos iguales (1.3 a 2.6 déficit color rosado; 2.6 a 3.8 Estabilidad color verde y 3.8 a 5.7 Exceso color azul) que nos indican que a pesar de localizarnos en una zona con exceso de agua, también existe problemas de estabilidad, al mapa anterior en formato raster, se lo convirtió en formato vectorial utilizando las herramientas de ArcToolbox/Conversion Tools/From Raster/Raster to Polygon; lo anterior se realiza con el objeto de restringir aún más el área de estudio, para luego posteriormente, utilizar el mapa para los diferentes cruces, tal como se indica en la anterior figura.

3.2.2.3 Proceso para obtener los otros Mapas Temáticos

Como ya se mencionó, para la realización del Mapa Base y mapas temáticos como Geología, Geomorfología, Uso y Cobertura del Suelo, Amenazas Naturales y Antrópicas, se utilizó curvas de nivel cada 10 m, trabajo de campo, además se ayudó con una Imagen de Satélite y con la imagen de Google Earth; el siguiente cuadro resume la obtención de

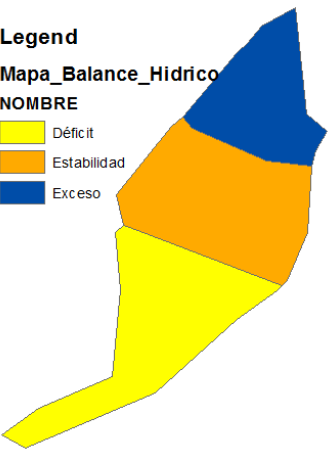
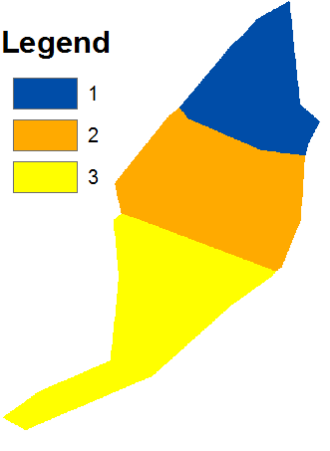
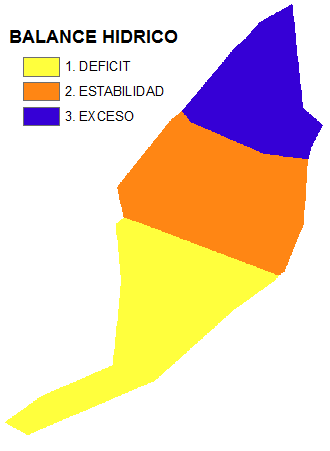
los diferentes mapas temáticos, que hacen parte de la Fase de Diagnóstico:

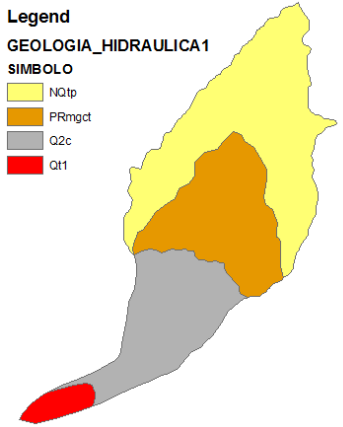
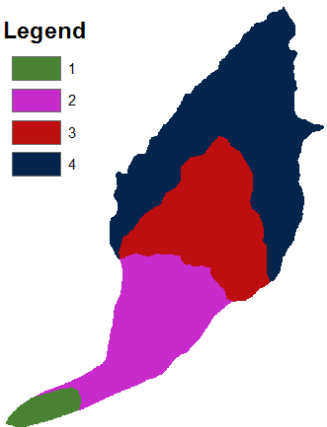

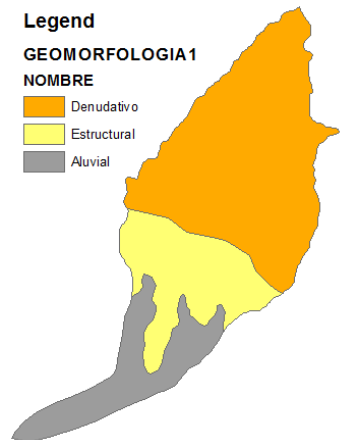
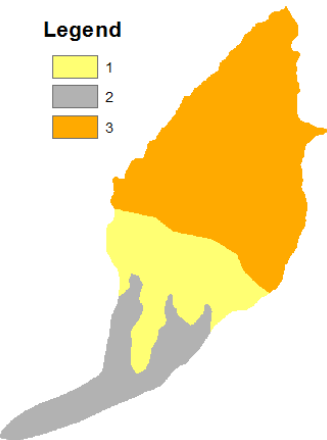
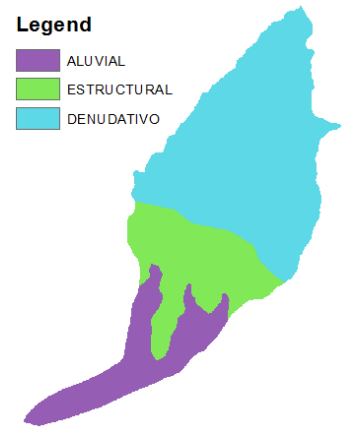
- Los Polígonos obtenidos de los diferentes Mapas temáticos fueron convertidos a formato raster, mediante la utilización de las herramientas de ArcToolbox/Conversion Tools/To Raster/polygon To Raster.

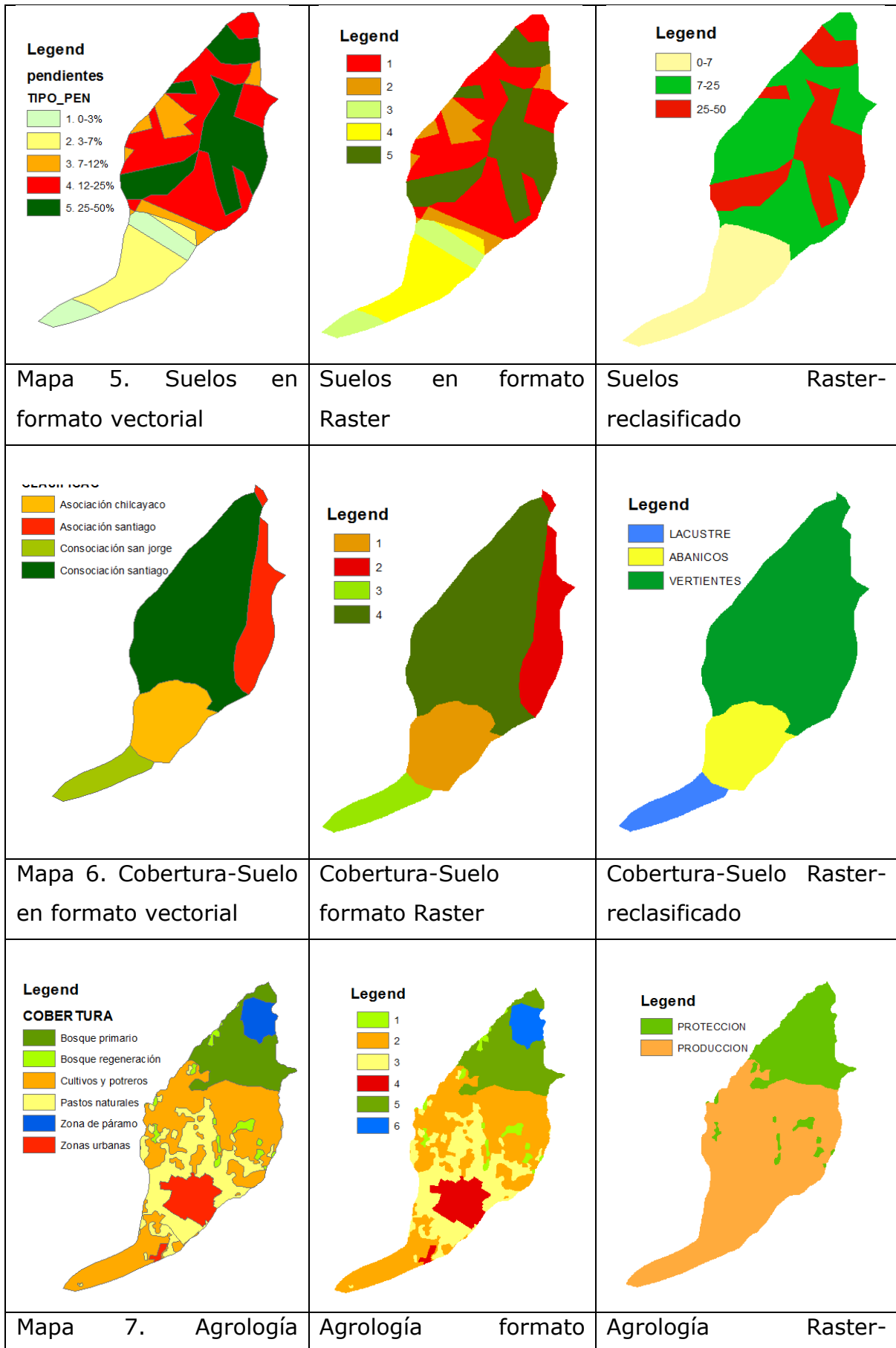
- Con los mapas temáticos ya convertidos, se les hizo una reclasificación, teniendo como base el conocimiento de la microcuenca y el apoyo de algunos profesionales de la Fundación Cultural del putumayo-FCP, con el fin de no generar tantas unidades, utilizando las herramientas de ArcToolbox/SpatyalAnalysis Tools/Reclass/Reclassify.

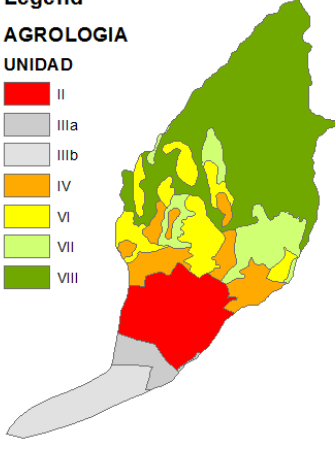
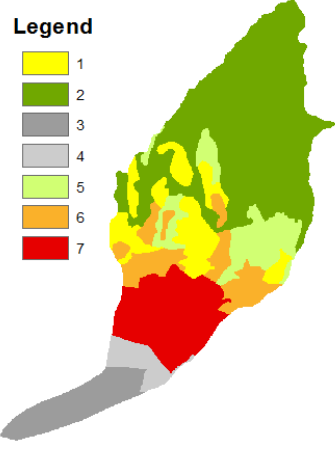
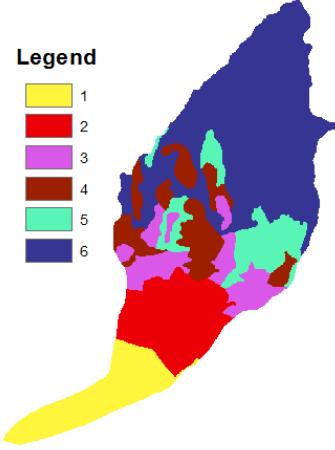
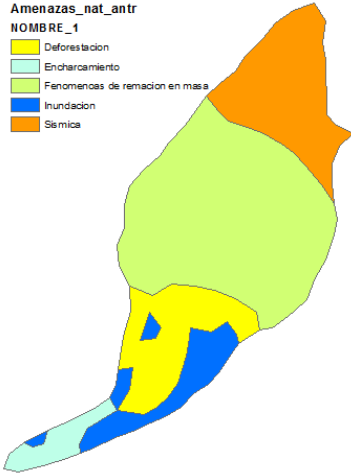
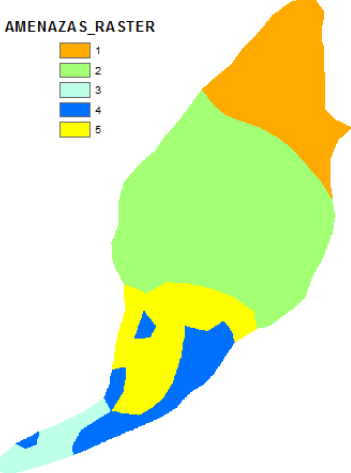
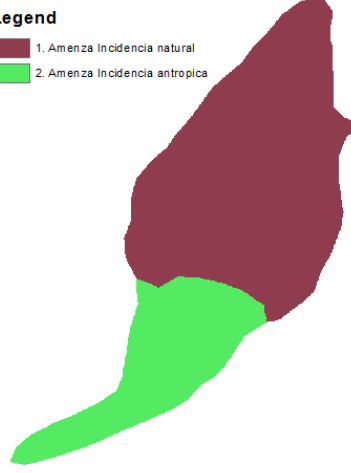
A continuación se presenta todos los mapas temáticos, tanto en formato vectorial, como raster y raster reclasificados:

Mapas temáticos vectoriales convertidos a formato Raster y Reclasificados

Mapa 1. Balance Hídrico en formato vectorial	Balance Hídrico en formato Raster	Balance Hídrico Raster-reclasificado
<p>Legend Mapa_Balance_Hidrico NOMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Déficit Estabilidad Exceso 	<p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 2 3 	<p>BALANCE HIDRICO</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. DEFICIT 2. ESTABILIDAD 3. EXCESO 

<p>Mapa 2. Geología en formato vectorial</p>	<p>Geología en formato Raster</p>	<p>Geología Raster-reclasificado</p>
<p>Legend GEOLOGIA_HIDRAULICA1 SIMBOLO </p>	<p>Legend </p>	<p>Legend </p>
<p>Mapa 3. Geomorfología en formato vectorial</p>	<p>Geomorfología en formato Raster</p>	<p>Geomorfología Raster-reclasificado</p>
<p>Legend GEOMORFOLOGIA1 NOMBRE </p>	<p>Legend </p>	<p>Legend </p>
<p>Mapa 4. Pendientes en formato vectorial</p>	<p>Pendientes en formato Raster</p>	<p>Pendientes Raster-reclasificado</p>



formato vectorial	Raster	reclasificado
<p>Legend AGROLOGIA UNIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> II IIIa IIIb IV VI VII VIII 	<p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 2 3 4 5 6 7 	<p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 2 3 4 5 6 
<p>8. Amenazas en formato vectorial</p>	<p>Amenazas en formato Raster</p>	<p>Amenazas en formato Raster – reclasificadas</p>
<p>Amenazas_nat_antr NOMBRE_1</p> <ul style="list-style-type: none"> Deforestación Encharcamiento Fenómenos de remoción en masa Inundación Sermea 	<p>AMENAZAS_RASTER</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 2 3 4 5 	<p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Amenaza Incidencia natural 2. Amenaza Incidencia antropica 

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS-FASE DE CONSOLIDACIÓN

En esta fase se consolida la información recopilada en la Fase Diagnóstico, para obtener los mapas de:

- Clasificación Agrológica o Aptitud de Uso (es cual se lo obtuvo en medio de imagen de las oficinas del IGAC);
- Amenazas Naturales y Antrópicas (se lo obtiene de acuerdo a la información geológica, geología estructural, geomorfología, precipitación, suelos, pendientes, uso y cobertura actual del suelo);
- Conflictos de Uso de Suelo (el cual se obtiene del cruce de mapas: Clasificación Agrológica o Aptitud de Uso, Cobertura Actual del Suelo y Amenazas Naturales y antrópicas) y finalmente
- el Mapa de Zonificación Ambiental (el cual se lo obtiene del cruce de mapas que se explica claramente en el ítem Zonificación Ambiental-Modelo de Ordenación).

Esta fase se la subdividirá en cuatro (4) temas: Aptitud de Uso del suelo o Agrológica, Amenazas Naturales y antrópicas, con el fin de obtener el mapa de Conflictos de Uso del suelo y finalmente llegar al mapa de Zonificación Ambiental. A continuación se explica cada una de las fases y sus respectivas subdivisiones:

4.1 CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA O APTITUD DE USO

De acuerdo al IGAC (2004), en la región del Valle de Sibundoy y municipio de Sibundoy el sector primario de la economía juega un papel preponderante en el desenvolvimiento socioeconómico, siendo la actividad agrícola y ganadera la que genera mayor cantidad de mano de obra, convirtiéndose en la base del sustento para un gran número de familias que habitan en el área rural, siendo el recurso suelo la base

fundamental para sustentar la productividad y la sostenibilidad del sector, justificándose la implementación de políticas orientadas a su uso adecuado con el propósito de proteger y conservar este recurso que fácilmente puede ser degradado.

De acuerdo al IGAC (2004), los suelos de la región presentan características propias, en las cuales han incidido diversos factores para su formación como: las altas temperaturas, los altos niveles de precipitación, el material parental procedente y su grado de meteorización. Esta génesis permite características como baja fertilidad, dificultades para el laboreo y susceptibilidad a la erosión, entre otras.

El uso potencial o aptitud del suelo se ha estructurado con aportes de diferentes estudios de la región, que fundamentados en soportes técnicos, se han realizado algunas recomendaciones que permitan su manejo y optimizar la productividad. Los estudios señalan que la clasificación se realizó de acuerdo a parámetros de pendiente, erosión, profundidad efectiva, textura y permeabilidad del perfil. Señalando que se hace necesario, estudios más detallado para definir las diferentes clases agrológicas presentes en el municipio de Sibundoy.

A nivel general se identificaron las siguientes clases agrológicas (Ver Mapa Anexo No 8. Aptitud de Uso - Clases Agrológicas).

4.1.1 Clases agrológica I, II

Son suelos que presentan alta pedregosidad y son muy estériles. En la zona de estudio no se encuentran las clases agrológicas I y II. Pero se la deja como Clase II, debido a que ésta área está destinada dentro del Esquema de ordenamiento Territorial como Urbana y Suburbana.

4.1.2 Clase Agrológica III

Suelos de mayor potencialidad agrícola ubicados en los abanicos próximos a la llanura y vertientes de las montañas, presentan pendientes de 0 a 3% y de 3 a 8%, terrenos con un (1) metro de espesor efectivo. Poseen una textura franco arenosa, alto contenido de materia orgánica, sin pedregosidad, derivados de cenizas volcánicas, con permeabilidad mediana y mineralizados, estas características físicas los hace de fácil laboreo. Poseen alta potencialidad para la implementación comercial de cultivos propios de clima frío y la ganadería tecnificada soportada en prácticas de manejo estabulado, mejoramiento de praderas y la siembra de pastos de corte. Potencialmente aptos para la explotación frutícola. Por su grado de mineralización, textura, presencia de materia orgánica, aireación, drenaje y fácil laboreo son suelos altamente aptos para el cultivo tecnificado y comercial de hortalizas, así como también para la floricultura. Estos suelos necesitan prácticas normales de manejo para el control de la erosión (IIIa) e inundabilidad (IIIb).

4.1.3 Clase Agrológica IV

Esta clase agrológica se encuentra localizada en zonas intermedias de los lomeríos circundantes al sector urbano de Sibundoy, en áreas con pendientes de 3 a 8% y 7 a 16 %, con terrenos medianamente profundos 50 – 100 cm., nivel freático profundo, suelos francos y franco – arenosos, alto contenido de materia orgánica, sin pedregosidad, con presencia de ceniza volcánica, permeabilidad mediana. Por sus condicionantes de suelo y de topografía son suelos de excepcional potencialidad para el cultivo de frutales. El cultivo de frutales en estas áreas que actualmente se encuentran en potreros, permite generar procesos de recuperación y protección de los suelos que son moderadamente susceptibles a la erosión. Además son zonas aptas

para la implementación de cultivos limpios y semilimpios y para la ganadería semi o estabulada mediante la implementación de pastos mejorados y de corte.

4.1.4 Clase Agrológica V

Unidad de origen fluvio palustre, conformada por sedimentación natural de las corrientes de agua, su relieve se caracteriza por presentar llanuras de inundación, lechos de ríos y depósitos aluviales, constituyendo una zona de topografía plano - cóncava con pendientes menores al 3%. Suelos incorporados a la producción agropecuaria con la ejecución y funcionamiento del sistema de drenaje (Canales A, B, C y D) del Valle de Sibundoy; ésta Clase no se identifica dentro de la microcuenca de estudio, debido a que se localiza más al centro y sur de la parte plana del Valle de Sibundoy. Estos suelos son aptos para la recuperación de los biosistemas de pantanos de la parte plana del Valle de Sibundoy, tienen la vocación de protección y recuperación de las márgenes de cuerpos de agua. Así mismo se los puede utilizar para la implementación de las chagras y explotaciones agropecuarias de subsistencia, donde la agroforestería debe jugar un papel de relevancia.

4.1.5 Clase Agrológica VI

Suelos francos y franco – arenosos, mediano contenido de materia orgánica, con pedregosidad moderada y permeabilidad mediana. Estos suelos se encuentran en las cimas de los lomeríos, actualmente dedicados a la ganadería extensiva y rastrojos. Zonas aptas para la implementación de chagras tradicionales y la implementación de bosques comerciales y dendroenergéticos, cuyos rendimientos se deben visualizar con claros criterios de sostenibilidad. Áreas potenciales para la ganadería mediante el manejo silvopastoril y la siembra de barreras vivas y bancos de proteínas. Los cultivos tradicionales, se pueden implementar como cultivos de subsistencia en forma asociada y con

prácticas de labranza restringida. Estos suelos se pueden cultivar con plantaciones que presentan una alta cobertura al suelo. La implementación de los bosques forestales comerciales debe manejarse mediante arreglos agroforestales sostenibles. En las zonas superiores y junto a las fuentes de agua, la protección del bosque nativo debe ser absoluta. Este tipo de suelos no soporta ninguna clase de laboreo mecánico.

4.1.6 Clase Agrológica VII

Suelos con nivel freático profundo, franco – arenosos y franco limosos, alto contenido de materia orgánica en descomposición, con pedregosidad moderada y algunos afloramientos rocosos, permeabilidad moderada. Altamente frágiles y susceptibles a la erosión. Son suelos localizados en las vertientes de montaña, apropiados para mantener la vegetación natural permanente. Tienen limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para cultivos y restringen su uso al pastoreo y a la agricultura. Suelos altamente susceptibles a la erosión severa por lo que las prácticas agropecuarias deben ser restringidas o limitarse a pequeñas chagras de subsistencia o pan coger.

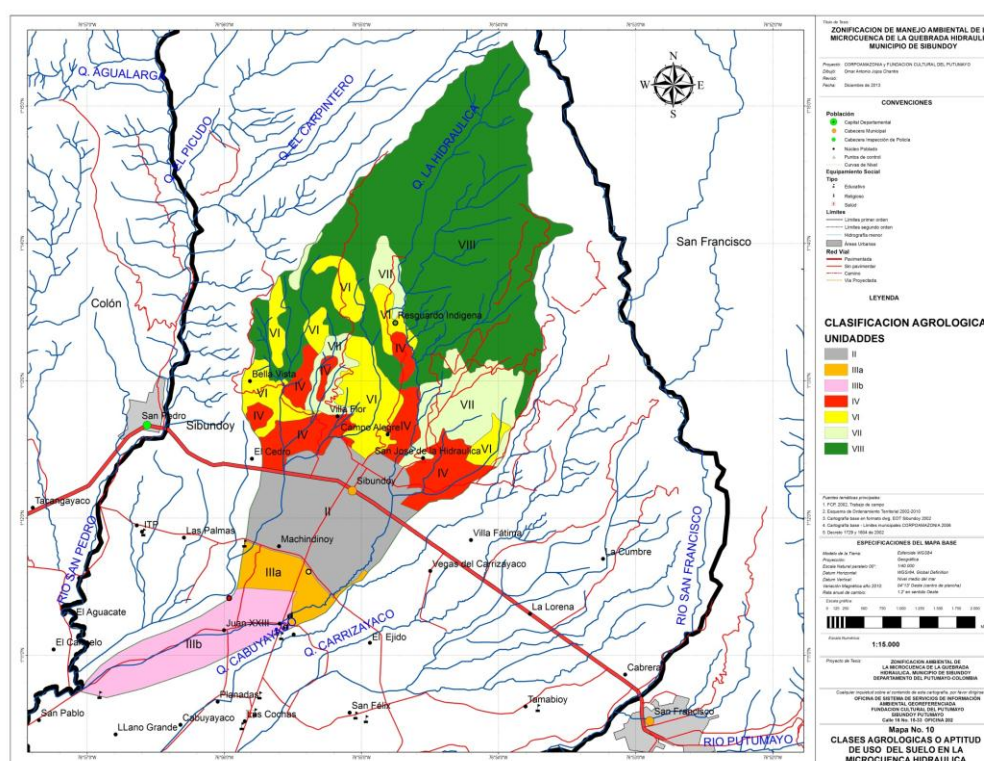
4.1.7 Clase Agrológica VIII

Estos suelos son totalmente restringidos para la actividad agropecuaria, producción de vegetación útil y permanente. Comprende principalmente terrenos quebrados, pedregosos, pantanosos, imposibles de desecar, cuyo uso diferente a la vegetación natural está excesivamente restringido y sólo deben ser usados para ecoturismo recreativo e investigativo, abastecimiento de aguas, mantenimiento de la vida silvestre o para propósitos estéticos, se encuentran sobre la cota de los 3.000 m.s.n.m. en los cerros Patascoy, Juanoy, Cascabel y Páramo de Bordoncillo y Paramillo. Sus pendientes están por encima del 30% y en su mayoría superiores del 65%, con abundante materia orgánica.

Suelos altamente frágiles y susceptibles a los diferentes procesos erosivos.

A continuación se presenta un cuadro resumen de las unidades agrológicas con sus áreas y porcentaje, además del mapa de localización de las unidades.

Figura 41. Mapa 10. Clases Agrológicas o Aptitud de Uso



Resumen de las unidades agrológicas en el área de estudio

NÚMERO	UNIDAD	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE
1	VI	276,22	12,96
2	VIII	889,90	41,76
3	IIIb	190,79	8,95
4	IIIa	108,84	5,11
5	VII	151,10	7,09
6	IV	259,62	12,18

NÚMERO	UNIDAD	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE
7	II	254,55	11,94
TOTAL		2.131,02	100,00

Del cuadro y mapa anterior, se concluye que las Clases VIII y VII con un porcentaje del 50%, ocupan la mitad de la microcuenca; dichas áreas se localizan en la parte alta, siendo la aptitud de las mismas según el IGAC 2004, de protección y conservación; lo cual contribuye con la sostenibilidad de los recursos naturales.

4.2 AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS

Para el ordenamiento ambiental, el conocimiento de los fenómenos naturales o amenazas es de vital importancia para el análisis del medio natural, puesto que la presencia de un determinado fenómeno ya sea natural o antrópico puede culminar fácilmente en un desastre, el cual trae consigo pérdidas económicas, deterioro de la infraestructura, enfermedades y muchas veces pérdida de vidas humanas.

De acuerdo a INGEOMINAS (2008), la evaluación de Amenazas y riesgos naturales y antrópicos que se enmarca en la normatividad de Ordenamiento Ambiental, con el fin de planificar el uso del suelo, llegará hasta identificar y delimitar las zonas o áreas de amenaza, teniendo en cuenta que para llegar a identificar el Riesgo, el análisis debe hacerse por separado a cada amenaza incluyendo su vulnerabilidad, y su evaluación depende de la metodología aplicada, de la información cuantitativa y cualitativa (Los elementos expuestos para amenazas por inundación no tienen la misma vulnerabilidad ante un sismo o a ante fenómenos de remoción en masa).

Por lo tanto el presente estudio visualiza un diagnóstico de las amenazas naturales y antrópicas que afectan al municipio de Sibundoy-

Microcuenca Hidráulica, la información recopilada para evaluar este aspecto corresponde a trabajos de campo y la obtenida en los talleres de participación ciudadana debido a que a la fecha el municipio no ha actualizado el Plan Local de Emergencia y Contingencia – PLEC hoy Plan Municipal de Gestión del Riesgo-PMGR (Ley 1523 de junio de 2012), el cual debe demarcar de una manera más detallada y por categorización (alto, medio o bajo) de acuerdo a las amenazas las áreas afectadas ya sea por inundaciones, sismos y deslizamientos o la combinación de estas.

Para la Zonificación Ambiental, la delimitación de amenazas se considera como limitantes y/o restricciones en el crecimiento y desarrollo urbano, y en los procesos de ocupación del suelo y densificación de zonas de ladera o cauces de corrientes en el sector rural. Asimismo se evalúa los fenómenos naturales ocurridos que tengan antecedentes históricos o datos cuantitativos, o en su defecto datos cualitativos de campo, con el objeto de plantear y diseñar acciones orientadas hacia la Gestión Integral del Riesgo, acciones que ayuden a mitigar y/o prevenir posibles nuevos fenómenos de origen natural y antrópico; información que fortalecerá la actualización del Plan Municipal de Gestión del Riesgo, instrumento utilizado para la Prevención y Atención de Desastres.

Al analizar la información referente a datos climáticos (precipitaciones), geología, geomorfología, geología estructural, hidrografía, hidrología, pendientes y cobertura y uso del suelo se concluye que la microcuenca de estudio, se encuentra amenazada por fenómenos naturales (Sismos, deslizamientos e inundaciones) y por la intervención del hombre o antrópica (Uso agropecuario, intensivo e inadecuado; Deforestación y Sobrepastoreo). La forma de calificar y valorar estos fenómenos se basa en la manera como se expresa el conocimiento humano de forma

cualitativa, más que en la información estrictamente numérica. En esta metodología, se destaca el profesional de las Ciencias de la Tierra (Geólogo) para la determinación de los impactos ocasionados por las diferentes amenazas y principalmente su especialización preliminar, teniendo en cuenta que para realizar una zonificación por amenazas, se hace necesario estudios de tallados de cada una de las amenazas y su radio de influencia, factor determinante en la toma de decisiones por parte de los planificadores del desarrollo regional y nacional.

A continuación se describe cada una de las amenazas naturales y antrópicas identificadas en la Microcuenca Hidráulica (ver mapa 11. Amenazas Naturales y Antrópicas).

4.2.1 Amenazas Naturales

4.2.1.1 Amenaza Sísmica (ANSIS)

Teniendo en cuenta el documento NSR 98 - Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, realizado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica; menciona que el 86% de la población colombiana se encuentra en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia; para el caso del departamento del Putumayo se tiene información según INGEOMINAS 2002, de un sismo que ocurrió el 20 de enero de 1834 con magnitud de 7,0 en la escala de Richter que ocasionó un gran desastre en la región del Valle de Sibundoy, que según datos históricos (ver descripción de geología estructural) está asociado a la última erupción del volcán Sibundoy; además se tienen datos de sismos desde el año 1698, asociados al Sistema de Fallas del Borde Amazónico; los cuales han modelado el paisaje formando tres zonas: una Andina, la segunda de Piedemonte y la tercera de Llanura amazónica. El municipio se encuentra en la zona Andina o de montaña.

Con la magnitud de los sismos detectados por INGEOMINAS, Red Sismológica Nacional, esta entidad realizó el mapa de Zonificación Sísmica de Colombia, en el cual para el sector Occidental del departamento del Putumayo, es decir para la zona Andina y Piedemonte Amazónico, indica que se encuentra en una zona de alta sismicidad, con valores de aceleración- Aa de 0,30 a 0,25; con sismos cuya magnitud es variable mostrando valores promedios de 7,0 en la escala de Richter, revelando que a mayor aceleración mayor grado de destrucción. Aunque las víctimas humanas asociadas a sismos en su gran mayoría se producen por problemas en los materiales de construcción, estas edificaciones en su mayoría son construidas sin ninguna norma de sismo resistencia.

Cuadro 15. Historial de sismos registrados en el departamento del Putumayo; indicando que esta región está catalogada como amenaza sísmica alta.

No.	EVENTO	FECHA	MUNICIPIO	OBSERVACIONES
1	Sismo	1698	Putumayo	Asociado al Sistema de Fallas del Borde Amazónico
2	Sismo	1816	Putumayo	Asociado al Sistema de Fallas del Borde Amazónico
3	Sismo	1827	Putumayo	Asociado al Sistema de Fallas del Borde Amazónico
4	Sismo	1834	Putumayo	Asociado al Sistema de Fallas del Borde Amazónico
5	Sismo	1847	Putumayo	Asociado al Sistema de Fallas del Borde Amazónico
10	Sismo	1963	Mocoa	Ocurrió en horas de la madrugada, se presentó pánico en la población
11	Sismo	1965	Mocoa	Agrietamientos de muros de

No.	EVENTO	FECHA	MUNICIPIO	OBSERVACIONES
				algunas viviendas
12	Sismo	1993	Mocoa	El Epicentro fue en la república del Ecuador, movimientos lentos y de corta duración, se presentó dos veces en el año, una en el primer semestre y la otra en el segundo. Una vivienda averiada
13	Sismo	1994	Mocoa	Magnitud 2,5 y 1,6. Dos veces, julio y septiembre.
14	Sismo	1997	Mocoa	Magnitud 2,5. Agosto.
15	Sismo	1998	Mocoa	Magnitud 2,3. Junio.
16	Sismo	2001	Mocoa	Magnitud 3,4. Octubre.

Fuente. Ajustes E.O.T Mocoa, 2006.

Con base en lo anterior se concluye que todo el municipio de Sibundoy y específicamente la microcuenca Hidráulica, se encuentran enmarcada en una zona de alta amenaza sísmica. Este análisis debe ser tenido en cuenta al momento de la construcción de obras civiles. Además se corroboró en campo que el paso de las fallas geológicas, determina el grado de susceptibilidad a la erosión, presentándose numerosos deslizamientos cerca o sobre el lineamiento de estas fallas como se aprecia en el mapa de Geología, y muchas veces ayudados por la alta intervención antrópica.

4.2.1.2 Zona Amenazada Por Fenómenos de remoción en masa (ANFRM)

Teniendo en cuenta las visitas de campo realizadas a algunos sectores de la microcuenca, se pudo observar que las áreas inestables tienen un comportamiento similar, presentándose principalmente sobre las partes altas o montañosas, en donde aún se presentan áreas de bosque primario bajamente intervenido. Las áreas inestables se deben a tres factores: **a)** Presencia de actividad tectónica; **b)** Dinámica fluvial (desestabilización de taludes producto de la socavación lateral de las corrientes) y **c)** Climáticas - altas precipitaciones.

- **Actividad Tectónica:** Este factor natural influye en la parte alta y media del municipio controlando los cauces de agua de las quebradas y ríos que nacen en el sector montañoso. La evidencia tectónica se debe a la presencia del Sistema de Fallas del Borde Amazónico, principalmente el Sistema de Fallas San Francisco – Yunguillo; Fallas Sibundoy, Colón y Quinchoa evidenciándose en el fracturamiento de las rocas, ocasionando grietas en el suelo y subsuelo, permitiendo que el agua de escorrentía se filtre y genere deslizamientos o reactivación de cicatrices. Como se mencionó en el ítem de amenaza sísmica, todo el municipio se encuentra afectado por fallas geológicas, razón por la cual se le otorga amenaza sísmica alta, situación que hace que se presente fuerte actividad tectónica y como consecuencia mayores áreas inestables, hacia el sector ondulado y montañoso del municipio.

Figura 42. Evidencia tectónica en la parte alta del municipio, se identifica con facetas triangulares y deslizamientos en zonas de lomerío.



- **Dinámica Fluvial (Socavación Lateral De Taludes):** Para analizar este factor se evaluó la acción del agua que queda como excedente en el ambiente (balance hídrico) sobre la superficie con su respectiva capacidad denudativa y la acción erosiva generada por la socavación lateral de taludes y el posterior arrastre de materiales, generando desbordes e inundaciones en la parte baja de las fuentes hídricas.

Las corrientes de agua en el Valle de Sibundoy, principalmente de los afluentes de los ríos San Francisco y San Pedro, y quebradas El Cedro, Lavapiés, Hidráulica, Cristales Cabuyayaco y Carrizayaco tienen una tendencia marcada a presentar flujos de escombros y en menor proporción flujos de lodo, originados por el gran aporte de material proveniente de las zonas inestables de la parte alta y media, producto de la constante socavación; el material depositado corresponde a bloques y gravas mal seleccionados. Dentro de estos depósitos, sobre los afloramientos, se observan intercalaciones de capas de detritos originadas por flujos de lodo o de escombros, con matriz arenosa o areno-limosa derivada de rocas ígneas intrusivas principalmente, sometidas a socavación; los flujos de lodo, de menor importancia en cuanto a volumen, se caracterizan por tener una matriz limosa

proveniente de las rocas sedimentarias del terciario y cuaternario, afectadas por fallas y movimientos de tipo viscoso (solifluxión), que se localizan en la parte media y baja de las microcuencas, formando llanuras de inundación. A este fenómeno están expuestas las viviendas y comunidad asentada en las veredas del municipio de Sibundoy: El Cedro, Bellavista, Villaflor, Campo Alegre, San José de la Hidráulica, Villa Fátima, Cabrera, Vegas Carrizayaco, Tamabioy, El Ejido, Sagrado Corazón, San Félix, Llano Grande, Cabuyayco, Las Cochas y Leandro Agreda que habitan sobre las márgenes de los ríos San Francisco y San Pedro, y quebradas El Cedro, Lavapiés, Hidráulica, Cabuyayaco y Carrizayaco y Cauce antiguo del río Putumayo en la parte centro y sur del municipio.

Figura 43. Deslizamientos en la parte alta de la microcuenca que contribuye al aumento de sedimentos y por ende a inundaciones.



Figura 44. Cicatrices y reactivación de deslizamientos en la parte alta del municipio.



- **Climáticas (altas precipitaciones):** La influencia de los parámetros climáticos, principalmente la precipitación interviene en conjunto con otras variables (litología, pendientes, geomorfología e intervención antrópica) notoriamente en el modelado del paisaje. El papel que juega la precipitación, es el de infiltrarse sobre las fracturas y grietas de las rocas, ensanchando el tamaño de la fracturas, acelerando el desplome y ocasionando deslizamientos.

El resultado más apreciable en superficie, producto de la combinación de los tres factores naturales (Fallas geológicas, Alta dinámica fluvial y Altas precipitaciones), es la inestabilidad de suelos de ladera de la microcuenca representada en deslizamientos y movimiento en masa (desprendimientos relativamente rápidos de volúmenes variables de suelo, rocas o combinación de ambos). Sin embargo, al analizar el subsistema geomorfológico, se parte de la base que en esta valoración, las condiciones de estabilidad o inestabilidad de una vertiente están controladas en gran parte por las características litológicas y estructurales de las rocas presentes en la parte alta del municipio. La desestabilización de taludes y sus desprendimientos, están asociados a los siguientes factores:

- Baja resistencia al corte del terreno (con consecuente disminución de soporte lateral debido a cortes durante la construcción de vías o adecuación de terrenos para construcción de viviendas o debido a la socavación de los taludes de los ríos y quebradas).
- Contrastes de conductividad hidráulica entre unidades litológicas.
- Grado de fracturamiento de las rocas.
- Presencia de discontinuidades con inclinaciones similares a las de las vertientes
- Aumento del peso del manto regolítico, cuando se sobesatura de agua.
- En áreas tropicales de sismicidad alta, los sismos actúan como detonantes o acelerantes de los movimientos en masa.
- Muchas de las fallas de los taludes observados en las laderas de las vertientes, muestran claras evidencias de la influencia de la actividad antrópica, aunado a la intensa deforestación en las cabeceras y laderas.
- Los eventos de alta pluviosidad actúan periódicamente sobre las rocas, acelerando el desplome y aumentando áreas de deslizamiento.

4.2.1.3 Amenaza por Desbordes e inundaciones (ANINUM)

Las inundaciones son un evento natural y recurrente para una fuente hídrica (río o quebrada). Estadísticamente, los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años (Leopold et al., 1984). Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y quebradas. Esto hace que un determinado curso de agua rebalse su cauce e inunde tierras adyacentes. Las llanuras de inundación son, en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y ubicados en zonas adyacentes a los ríos y cursos de agua. Las llanuras

de inundación son, por tanto, "propensas a inundación" y un peligro para las actividades de desarrollo si la vulnerabilidad de éstas excede un nivel aceptable.

❖ **Zonificación de áreas inundables**

Para la Microcuenca Hidráulica, sus zonas inundables en el sector rural o parte plana, es la consecuencia de la interacción de las fuertes precipitaciones, las áreas inestables a causa de la topografía (altas pendientes) y de la presencia de fallas geológicas y de la socavación de taludes en la parte montañosa, lo que ha ocasionado en las diferentes corrientes hídricas un régimen de alta torrencialidad. Derrau, M. (1981) define las corrientes torrenciales como "aquellas con un régimen torrencial prolongado y fuerte, pendiente escarpada y que trabajan en material fácil de excavar", caracterizadas además por presentar grandes contrastes entre caudales extremos. Estas características son comunes en todas las cuencas de Piedemonte Amazónico y mucho más enfatizadas en sus partes bajas, especialmente en el contraste de pendiente (Llanura o parte plana) donde descargan los sedimentos en forma de abanicos, formando extensas terrazas y llanuras aluviales (zonas de inundación).

De acuerdo a los contrastes de pendiente, a las características geológicas, tectónicas y factores climáticos descritos y observados tanto en imágenes de satélite como en campo, las cuencas que se forman en la parte montañosa, cumplen con las características de torrencialidad.

La interacción entre los cambios bruscos climáticos, los procesos de denudación intensiva, la forma alargada de la cuenca, las altas pendientes y la presencia de fallas geológicas, generan un alto Régimen Torrencial. Además esa interacción ha formado cuencas alargadas haciendo que los drenajes sean más largos y el agua adquiera mayor

velocidad, ocasionando en temporadas de invierno mayores áreas de inundación. El principal efecto es que, en épocas de lluvia hay transporte de grandes cantidades de material de las vertientes hacia las partes bajas, donde se depositan al cesar las lluvias, tal como se indica en las siguientes figuras.

Figura 45. Reactivación de antiguas cicatrices de deslizamientos, afectan en temporadas de invierno las diferentes obras civiles.



Figura 46. Desbordamientos e inundaciones en la parte media y baja del municipio de Sibundoy y microcuenca hidráulica, generadas por las diferentes quebradas, en temporada invernal.



Teniendo en cuenta lo explicado sobre régimen torrencial y que todos las fuentes hídricas (ríos San Francisco y San Pedro, y quebradas El

Cedro, Lavapiés, Hidráulica, Cabuyayaco y Carrizayaco y Cauce antiguo del río Putumayo) que atraviesan al Valle de Sibundoy cumplen con esta característica; los convierte en una amenaza natural para todas las obras civiles, comunidad y cultivos aledaños a estas fuentes hídricas, razón por la cual debe de realizarse un estudio detallado de la influencia de las crecientes máximas (a 10, 25, 50 y 100 años) y del área máxima de inundación al igual que la vulnerabilidad de los elementos expuestos a este tipo de amenaza, con el fin de valorar el riesgo probable, es decir las posibles pérdidas económicas y/o de vidas humanas.

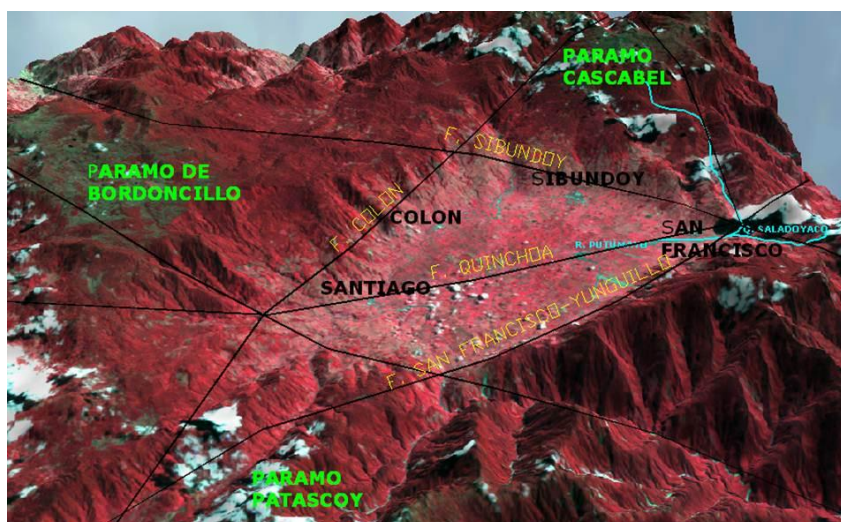
Las figuras anteriores y las visitas de campo, dejan ver que la mayoría de quebradas y ríos que hacen en la parte del municipio de Sibundoy, son una amenaza, principalmente para las viviendas e infraestructura que están cerca de ellas; en época de verano estas fuentes hídricas tienen un bajo caudal y en época de alta pluviosidad (meses de marzo a agosto) éste aumenta ostensiblemente afectando cultivos, infraestructura y animales; además se observa que algunos lechos se encuentran colmatados de sedimentos y materia vegetal, permitiendo que con pocos milímetros de precipitación se presenten desbordes y en algunas zonas socavación del talud e inundaciones. Además los registros de precipitación al igual que las condiciones naturales (fallas, litología, geomorfología y pendientes) y antrópicas, se corrobora que los eventos de inundación tienen un periodo de retorno de aproximadamente 10 años, y que no se presentan de forma simultánea en todos las fuentes hídricas del Valle de Sibundoy. Aunque en la última década las inundaciones en algunos lugares (ríos San Francisco y San Pedro, y quebradas El Cedro, Lavapiés, Hidráulica, Cabuyayaco y Carrizayaco) se vienen presentando cada año, principalmente en la parte plana; por lo que se recomienda a las diferentes instituciones hacer un estudio y análisis detallado de esta amenaza al igual que los elementos expuestos, teniendo en cuenta que según los reportes y

visitas de campo es la amenaza que más daños ha causado al municipio de Sibundoy.

4.2.1.4 Amenaza Volcánica

Según INGEOMINAS (2001), en el Valle de Sibundoy se encuentran rocas antiguas y recientes, las cuales han sido afectadas por esfuerzos originando plegamientos y altas pendientes. Las rocas presentes son depósitos de antiguas rocas volcánicas piroclásticas; las rocas extrusivas están representadas por emisiones volcánicas provenientes de los diferentes focos o páramos que bordean al Valle de Sibundoy, como son: Cerro Patascoy, Cerro Alcalde, Cerro Sibundoy, Cerro Bordoncillo y Cerro Cascabel; estos focos en los últimos 100 años, no tienen evidencia eruptiva, pero hay que tenerlos muy en cuenta en la planificación del uso del suelo.

Figura 47. Antiguos focos volcánicos, constituidos en la actualidad como páramos, los cuales son los causantes del relieve del Valle de Sibundoy.



Se tiene noticias de un evento sísmico que en su época fue descrito de la siguiente forma (INGEOMINAS, 2001): *Epicentro*: El foco según el gobernador de Pasto, estaba en la cordillera oriental, hacia las fuentes del Caquetá y Putumayo. Hora 7h (local), Día 20, Mes 1 Año 1834.

"Convertida en ruinas la ciudad de Pasto, por un terremoto cuyas violentas sacudidas duraron varios días. Quedó destruida: Almaguer, en la provincia de Popayán, Santiago de Sibundoy, en la de Pasto. Este último estaba edificado sobre un volcán (Patascoy) a 15 leguas de la cabecera de la provincia. El volcán reventó a las 6 a.m. la tierra se agitó con violencia, y se hundió luego en una extensión aproximada de 3 leguas de longitud por 2 de ancho, se trataba de una selva frondosa y no obstante eso desapareció completamente. Del pueblo no resultó una sola casa en pie, pues todas se hundieron y murieron 80 vecinos."

4.2.2 Amenazas Antrópicas

La intervención humana puede desencadenar en ciertos casos, impactos negativos que afectan directa o indirectamente el bienestar social de la población; tal es el caso del sobrepastoreo, uso agropecuario intensivo e inadecuado, deforestación y la contaminación (vertimientos de aguas servidas); factores que causan conflictos socio-ambientales, cambiando drásticamente las características ambientales de una región. La parte alta y media de la microcuenca se caracteriza por presentar amplias áreas inestables y cicatrices de antiguos deslizamientos que algunos se están reactivando, producto de la combinación de los factores naturales y antrópicos mencionados anteriormente.

Los siguientes factores antrópicos están afectando la calidad ambiental, ellos son:

4.2.2.1 Sobrepastoreo (AASOBREP)

En la actualidad el pastoreo se realiza sin tener en cuenta la capacidad de carga de los suelos, generando así una alteración de la estructura y textura del suelo. Este proceso se observa de forma generalizada en los potreros de la parte media del municipio. Los terrenos están siendo

ocupados por pastos con más de una cabeza por hectárea, lo cual sobrepasa drásticamente la capacidad de carga pecuaria del suelo y ha dado lugar a la formación de terracetas e incisiones por el pisoteo, acelerando los procesos de erosión y pérdida de extensas áreas de cobertura vegetal.

Figura 48. El sobrepastoreo, en zonas de alta pendiente genera pérdida de suelo y cobertura vegetal.



4.2.2.2 Uso agropecuario intensivo e inadecuado (AAAFAGRO)

Zonas dedicadas, principalmente a la ganadería extensiva sin ningún control con extensas áreas de pastos y en menor proporción áreas dedicadas a la agricultura. En la actualidad la ganadería se realiza sin tener en cuenta la capacidad de carga de los suelos, generando así una alteración de la estructura y textura del suelo.

Figura 49. El uso agropecuario intensivo e inadecuado genera pérdida de flora y fauna, alterando la calidad de agua de las fuentes hídricas.



4.2.2.3 Deforestación (De)

El proceso de deforestación consiste en la extracción del recurso maderero de áreas boscosas con el fin de obtener subproductos tales como postes para cercas, listones, tablas, cuadrados y en su mayoría para la ampliación de la frontera agrícola. El proceso de deforestación desencadena procesos como pérdida del suelo, desestabilización de laderas (deslizamientos), alteración del régimen hídrico, disminución de especies de flora y fauna, que en conjunto alteran las condiciones ecológicas de las microcuencas. Esta actividad se realiza en el municipio en su mayoría de forma ilegal y antitécnica. Este proceso se da en especial en zonas con presencia de bosque secundario principalmente sobre los bosques de galería, aumentando la frontera agropecuaria.

Figura 50. La deforestación se realiza para la ampliación de la frontera agropecuaria, y está acelerando procesos erosivos.



Como consecuencia de lo anterior algunos nacimientos de agua están desprovistos de vegetación y expuestos a que en poco tiempo se sequen totalmente. Las zonas más susceptibles a la erosión son aquellas zonas donde la influencia antrópica, ya ha excedido los límites llegando a alterar totalmente el sistema ecológico de la región, evidenciándose principalmente en las márgenes de los ríos y quebradas, ocasionando un grave deterioro de las fuentes hídricas.

Figura 51. La deforestación ha conllevado al deterioro acelerado del municipio, Madre vieja del río Putumayo.



4.2.2.4 Construcción del Proyecto Putumayo 01

De acuerdo a los Esquemas de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sibundoy (2004 y 2010), Plan de Vida de la Comunidad Indígena Kamentsá (2005), menciona que el origen de los suelos del valle de Sibundoy se debe a procesos tectónicos, que generaron el levantamiento de la Cordillera Oriental, situación que asociada al intenso volcanismo del complejo de Bordoncillo, que sucede posteriormente, produjo la obstrucción de la salida de las aguas en la zona denominada Balsayaco, represándolas y formando un lago que constituyó una base de erosión para la cuenca alta del río Putumayo. Los sedimentos erodados y transportados por las corrientes que entraban al valle por el lado norte, fueron depositados en deltas que los ríos formaron en su confluencia hacia el lago, originando depósitos de relleno del mismo, con el consecuente cambio de pendiente entre el plano del Valle y las laderas circundantes, favoreciendo la formación de abanicos aluviales, lugar donde se consolida el sector urbano de Sibundoy.

En otro sentido, revisando la problemática actual del Valle del Sibundoy, donde se tienen amenazas naturales por inundaciones, avalanchas fluviotorrenciales e inestabilidad de laderas, cuyos resultados evaluados históricamente han significado para la población que allí se asienta, pérdida de sistemas productivos, pérdidas de suelos, pérdida de vidas humanas y finalmente en las actuales circunstancias una vulnerabilidad alta para la población en: infraestructuras entre las cuales se encuentran fundamentalmente las líneas vitales (acueducto, alcantarillado y energía eléctrica), las viviendas, el sistema vial y el distrito de drenaje, determinante en el desarrollo de actividades económicas en la zona plana.

El descubrimiento del Valle de Sibundoy ha sido reportado como ocurrido en el año 1535, con lo cual se iniciaron procesos que modificaron el desarrollo de la región, habitada hasta ese entonces por las comunidades indígenas INGA y CAMENTSA, Hacia el año 1547 se registra la llegada de los doctrineros de la comunidad capuchina de Quito (Ecuador) que iniciaron un proceso de cristianización del Alto Putumayo, quienes permanecieron por espacio de 30 años, luego se retiraron voluntariamente, para presentarse de nuevo en el transcurso de la década al final del siglo XIX, cuya llegada también marca la entrada de colonos, dándose inicio a la construcción de vías de penetración y formación de poblados en contorno al valle. Con este proceso de colonización, se dio inicio a la delimitación y apropiamiento de tierras componentes de los Resguardos, entre ellos el del centro del Valle, esto trajo como consecuencia conflictos de tipo social y de tenencia de tierras, que obligó al Gobierno Nacional a controlar con leyes, Decretos, Resoluciones que pretendieron brindar alternativas de solución a los conflictos que aún hoy tienen vigencia.

En 1930 por iniciativa de los padres Capuchinos se opta por un proceso que se consideró como la primera Reforma Agraria, sin embargo este proceso tuvo vicios en la aplicación y el Gobierno Nacional intervino para dictar otros fallos en favor de los sibundoyenses. En la década de 1950, época en que se incrementaba la llegada de colonos, que por tradición se dedicaban a la ganadería, se contaba ya en el valle con 14.000 cabezas de ganado ubicadas principalmente en las laderas. Es así como surge el primer intento de consolidación de La empresa de productos lácteos CICOLAC buscándose la industrialización de este renglón productivo, sin que se tuviera éxito en aquel momento.

En 1956, el gobierno instala la primera sede de la CAJA AGRARIA, seguidamente los grandes propietarios de terrenos se comprometieron ante la gobernación de Nariño a costear la desecación del Valle, propuesta que no cristalizó. En este año igualmente el Gobierno Nacional dicta el Decreto 1414 /56, que transforma la reserva en resguardo, sin embargo en ese momento la mayor parte de las tierras del mismo se encontraban en manos de las autoridades civiles, eclesiásticas y en los colonos más influyentes, con lo cual se alarga la cadena de pugnas por la tenencia de la tierra.

Posteriormente, de acuerdo al momento histórico, el sector rural de la zona centro del país reclamaba una reforma agraria, cuyo resultado se da a través de la promulgación del Decreto 2061 de 1960, con el cual se creó el Comité Nacional Agrario, con funciones para asesorar al gobierno en el estudio de las medidas legislativas relacionadas con la reforma de la estructura social agraria, de la productividad agrícola, de la organización de la población rural y la elevación de su nivel de vida, fue así como el Estado Colombiano aprobó la ley 35 de 1961 sobre reforma social agraria, donde nace el Instituto Colombiano de la

Reforma Agraria, INCORA entidad responsable de la aplicación de esta ley.

El Valle de Sibundoy, para esta época no se registraba como una zona de violencia, pero por la situación conflictiva sobre la tenencia de la tierra, se determinó que si ameritaba tenerlo en cuenta para desarrollar programas de reforma agraria con base en la necesidad de aprovechar las buenas condiciones de la zona en las solicitudes de desecación del valle que en oportunidades anteriores habían hecho sus habitantes y en la redistribución de la tierra en beneficio de la clase indígena.

El INCORA en consecuencia dictó la resolución 143 de julio 1964 por la cual se creó el proyecto Putumayo No. 1 que tenía esta finalidad.

Esta decisión es mal manejada por la comunidad y el gobierno no la socializa antes de dar inicio a los estudios de factibilidad y ejecución del proyecto. Fue así como se contrató a la firma Samel Ingenieros, para la ejecución de estudios en la zona entre los años 1965 y 1966. Paralelamente el INCORA adelantó la compra de terrenos y la titulación de baldíos e introducía sus programas de crédito supervisado en busca de aumentar la producción agropecuaria.

Las características generales del diseño del distrito preveían un sistema de control de inundaciones a cuyas conclusiones se llegó en los estudios, y que hasta la fecha se han venido desarrollando, entre las cuales se citan:

- Remoción de barreras rocosas en el centro del río Putumayo a la salida del valle.
- Construcción de canales laterales (A, B, C y D, ver mapa 1), formando un anillo en contorno al valle que interceptan la

escorrentía, para conducir la totalidad de las aguas procedente de las cuencas, sin permitir que se inunde el valle por las aguas superficiales. El costo de esas obras se estimó en 35 millones de pesos en el año de 1966. El tiempo estimado de construcción era de 3 años.

- Dado el concepto y el contenido, el INCORA contrato la ejecución de la obra a la cual se dio inicio en febrero de 1968, logrando aproximadamente el 50% de la construcción tanto del anillo perimetral de canales interceptores como de algunos puentes y carreteables.

Figura 52. Construcción del Proyecto Putumayo 1, Distrito de Drenaje en la parte plana del Valle de Sibundoy en la década de los 60.



- Estos trabajos fueron interrumpidos en agosto de 1970 por problemas de carácter financiero y administrativo, las cuales continuaron interrumpidamente hasta el año de 1976, en el cual se transfirieron al Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y adecuación de Tierras, HIMAT, las funciones de adecuación de tierras y las de manejo de los distritos administrados por el INCORA.

- A principios de la década de los 70 empezaron a observarse los primeros efectos de las obras para el control de las inundaciones y desecación a las áreas pantanosas. Muy escaso era el conocimiento que se tenía de los suelos de naturaleza orgánica formados en condiciones de saturación de agua en zonas de origen lacustre tropicales. Se creía que dichos suelos eran fértiles, lo cual unida a su condición de relieve plano, los hacía aceptables para el desarrollo de agricultura y ganadería.
- Luego de la realización en el año de 1973, del primer seminario sobre suelos orgánicos en el país, donde participaron profesionales, de amplia experiencia y conocimiento, en edafología con énfasis particular en la capacidad de uso y manejo, obteniéndose como resultado recomendaciones relacionadas con el manejo adecuado del drenaje para evitar la desecación excesiva de éstos, así mismo se estableció la necesidad de elaborar un mapa de suelos orgánicos y de zonas pantanosas tendientes a determinar su génesis y proceso evolutivo.
- El estudio de los suelos orgánicos del valle de Sibundoy (1974), determinó que éstos se constituían por materiales orgánicos con una grado incipiente de descomposición, lo cual indica que son muy susceptibles a sufrir cambios importantes por efectos de saturación o desaturación de agua, con lo cual no presentan rendimientos aceptables en cultivos o en ganadería a corto o mediano plazo. Igualmente se demostró que en las áreas pantanosas no habían suelos propiamente dichos, sino materiales orgánicos que generalmente se consideran como materiales embrionarios de suelo.
- Posteriormente, El HIMAT, que desaparece a raíz de la expedición de la Ley 99 de 1993, transfiere el manejo del distrito al Instituto

Nacional de Adecuación de Tierras, INAT hoy INCODER, con todos los problemas y conflictos de tipo social que año tras año se han venido incrementando sin que hasta el momento el Gobierno Nacional haya emprendido acciones concretas para solucionarlo.

- Es así como en el Valle del Sibundoy, no solo se tiene la problemática asociada a la falta de financiamiento para el manejo y administración del distrito de drenaje, sino que el fenómeno de colmatación de canales ha modificado la dinámica natural de vertientes existente, con antelación al proyecto Putumayo Uno, incrementada además por los procesos productivos no adecuados sobre zonas cuya vocación es de tipo protector, con lo cual se han dado procesos erosivos de tipo superficial y movimientos en masa que comprometen una gran parte de las laderas de la zona alta y media del Valle. De allí que en las últimas tres décadas, se han venido presentando eventos de carácter fluviotorrencial, entre los cuales se citan los presentados en la época de los años 80 asociados al Río Tamauca (municipio de Santiago), los de junio de 1990 desbordes de las quebradas y ríos de la parte plana (parte plana del valle), los acaecidos en la Quebrada el Edén en 1997 (municipio de San Francisco), y los de mayo del año 2000 donde se evidenciaron fundamentalmente en los Ríos Putumayo, San Francisco (municipios de San Francisco y Sibundoy), y San Pedro (municipio de Colon) y las quebradas Hidráulica, Cabuyayaco, Lavapiés, El Cedro y Espinayaco (Municipio de Sibundoy).

Figura 53. Desbordes e inundaciones los ríos San Pedro y Putumayo de la parte plana del Valle de Sibundoy a causa de los múltiples deslizamientos de las áreas de ladera, mayo de 2000.



4.2.2.5 Contaminación

La ocupación del entorno natural, sin tener en cuenta las políticas de uso del suelo, han conllevado a ejercer mayor presión sobre los recursos naturales y a generar conflictos socio-ambientales. En la actualidad, el resultado del desarrollo (expansión urbana – ampliación de redes de servicios públicos: alcantarillado y eléctrico) y progreso tecnológico (medios de comunicación) ha originado diversas formas de contaminación principalmente sobre el recurso agua, suelo y aire, las cuales alteran el equilibrio físico y mental del ser humano. Debido a esto, la actual contaminación se convierte en un problema más crítico que en épocas pasadas; los agentes contaminantes que se identificaron a nivel rural son:

- **Contaminación por Residuos Líquidos y Sólidos:** Esta situación se genera por el crecimiento urbanístico acelerado y descontrolado, ocasionando contaminación a las fuentes hídricas debido al vertimiento de residuos domésticos, aguas servidas y por disposición inadecuada de residuos sólidos. Este factor trae como consecuencia la marcada disminución de fauna y flora, y la proliferación de enfermedades

Del cuadro anterior se puede concluir que el municipio presenta amenaza alta principalmente por la presencia de fenómenos naturales, entre ellos deslizamientos e inundaciones, por lo que el PMGR en su actualización debe enmarcarse en la identificación y evaluación de estos eventos al igual que su vulnerabilidad; se presenta una amenaza media por la intervención antrópica (Uso Agropecuario intensivo e inadecuado: Deforestación y Sobrepastoreo), que se puede mitigar si se hace cumplir la normatividad ambiental.

La intervención antrópica, representada en la población humana, crece exponencialmente según una progresión geométrica, por lo tanto cada vez es mayor la demanda de alimentos y también las necesidades básicas para la vida del hombre (vivienda, servicios básicos). Esto implica un aumento de materias primas y de energías, de productos finales y de desechos, entre los que hay a menudo muchas sustancias tóxicas. Este desarrollo ha provocado grandes alteraciones, por ejemplo han desaparecido especies de animales y vegetales para siempre, y otras están en peligro de extinción. El hombre utiliza las materias primas naturales como si fueran inagotables; los productos finales y los materiales de desecho son volcados al suelo, aire y a las aguas, como si ellos pudieran asimilarlos sin sufrir ningún tipo de cambio.

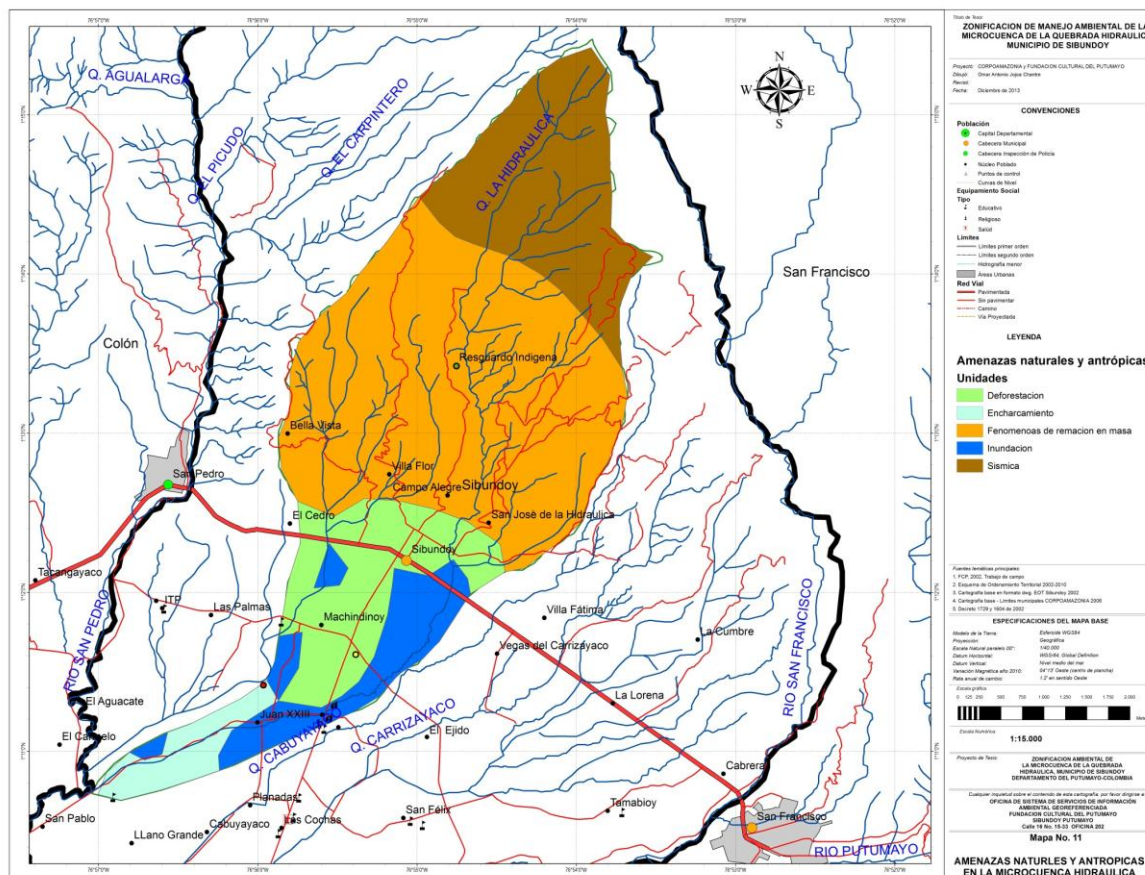
La óptima calidad de vida exige que el equilibrio de la naturaleza no sea modificado. El hombre debe aprender que el ambiente no es algo que pueda manejar según su voluntad, sino que él debe integrarse para tener una vida mejor. Un paso importante para mejorar el hábitat sería lograr que el hombre cambie de actitud interna hacia su ambiente, respetando sus valores y derechos

En el siguiente cuadro y mapa se resume la zonificación de amenazas naturales y antrópicas que han y seguirán afectando al municipio de Sibundoy-Microcuenca Hidráulica, si no se toman medidas preventivas.

Resumen de las unidades de amenaza

TIPO DE AMENAZA	SÍMBOLO	AMENAZA	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
Sísmica	ANSIS	ALTA	437,06	20,51
Fenómenos de remoción en masa	ANFRM	ALTA	1091,14	51,20
Encharcamiento	ANENCHAR	MEDIA	96,02	4,51
Inundación	ANINUN	ALTA	6,36	9,18
Deforestación-Agropecuario	AADEFORES-AGRO	ALTA	311,27	14,61
TOTAL			2.131,02	100,00

Figura 54. Mapa 11. Zonificación general de amenazas naturales y antrópicas.



Del cuadro y mapa anterior se concluye que la zona correspondiente a amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa (51,20%), también se encuentra afectada por sobrepastoreo y deforestación, actividades que contribuyen como detonantes para la reactivación de antiguas cicatrices de deslizamiento o formación de los mismos y que se constituye en conjunto con la zona sísmica (20,51%) en zonas de alimentación de sedimentos y material vegetal a los afluentes de la corriente hídrica de la quebrada Hidráulica, que acompañados de las altas precipitaciones producen inundaciones hacia la parte media y baja de la microcuenca, dónde la ronda hídrica se encuentra totalmente deforestada.

4.3 CONFLICTOS DE USO DE SUELO

Para determinar las áreas en conflicto de uso de suelo, se realiza una superposición o cruce de los mapas de cobertura y uso del suelo, con el mapa de aptitud del suelo o clases agrológicas y con el de amenazas naturales. Para determinar los conflictos de uso del suelo, se aplica una matriz, colocándose en las columnas el valor perceptivo del conflicto de uso y en las filas de cada una de las unidades encontradas el nivel de conflicto. A continuación se define los diferentes tipos de conflicto:

4.3.1 Conflicto alto: Cuando el uso actual no corresponde a la vocación del mismo generando una fuerte incidencia negativa sobre los recursos naturales de la zona

4.3.2 Conflicto medio: Cuando el uso actual no corresponde en alguna medida a la vocación del mismo realizando una incidencia negativa a los recursos naturales de la zona evaluada.

4.3.3 Conflicto bajo: Cuando el uso actual afecta en forma mínima o en menor grado a los recursos naturales de la zona evaluada.

4.3.4 Uso adecuado o Equilibrio: Cuando el uso actual corresponde de manera directa a la vocación de la zona evaluada. En este nivel se analizará la subutilización del suelo teniendo en cuenta que generalmente las zonas de mayor productividad y que habitualmente están en uso adecuado en forma temporal son subutilizadas

A continuación se clasifica el conflicto de uso de suelo, ver mapa anexo No. 10. Conflictos de Uso del Suelo.

Cuadro 17. Clasificación del conflicto de uso del suelo

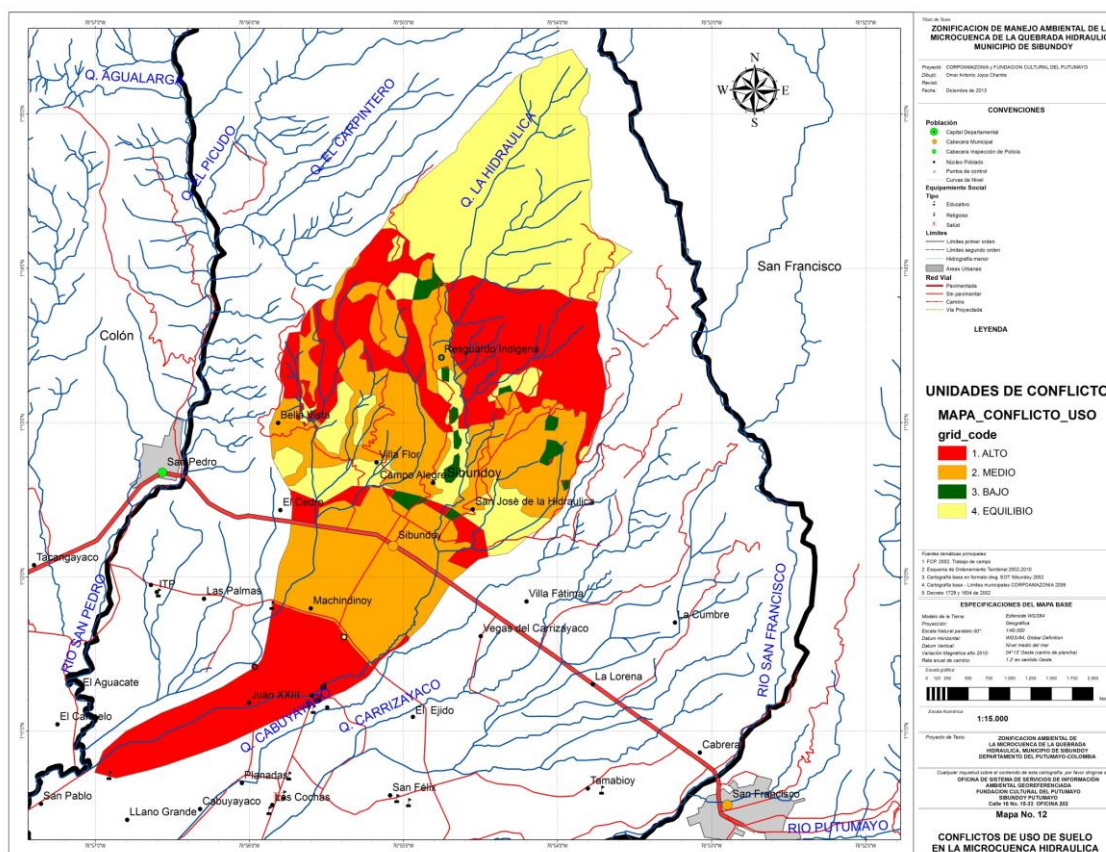
UBICACIÓN	USO ACTUAL	USO POTENCIAL	VALORACIÓN DEL CONFLICTO
Zona intermedia del municipio, que corresponde a lomeríos con pendientes (12 – 50% aprox.); y hacia la parte plana sobre los humedales. En términos generales entre los 2300 a 2600 m.s.n.m., aproximadamente, en las veredas Bellavista, Villa Flor, San José de la Hidráulica, Fátima (zona alta), Cabrera y La Cumbre.	Estas zonas se encuentran en potreros utilizados en la ganadería extensiva. Zonas de alta pendiente que están presionando fuertemente al bosque nativo para continuar implementando potreros para uso ganadero y sobre Cultivos y potreros que presionan fuertemente a los humedales	Bosque nativo protector, y Páramos reguladores de las condiciones ambientales de la región y Humedales para amortiguación hídrica y el refugio de flora y fauna propia de estos ecosistemas	ALTO
Zonas de lomeríos intermedios en alturas entre	Zonas en su gran mayoría dedicadas a	Cultivos agroforestales	

UBICACIÓN	USO ACTUAL	USO POTENCIAL	VALORACIÓN DEL CONFLICTO
<p>los 2200 a 2400 metros aproximadamente, principalmente en las veredas de Bellavista y Fátima - Carrizayaco y Sector urbano.</p>	<p>la ganadería extensiva mediante el uso de pastos naturales y al urbanismo</p>	<p>con frutales y pastos de corte (manejo de ganado estabulado), bancos de proteína, reforestación en rondas hídricas y plantaciones silvícolas</p>	<p>MEDIO</p>
<p>Lomeríos bajos ubicados desde los 2100 a 2200 metros, en las veredas Bellavista, Villaflor, Campo Alegre, San José de la Hidráulica, Fátima - Carrizayaco y La Cumbre.</p>	<p>Zonas en cultivos limpios (fríjol, maíz y frutales) y pastos naturales para actividades de ganadería extensiva</p>	<p>Agroforestería, forrajes para ganadería estabulada, cultivos con prácticas de control de erosión.</p>	<p>BAJO</p>
<p>- Zonas de cumbres, áreas de alta pendiente y Zonas superiores a la cota de 2600 m.s.n.m., incluidas las zonas de Páramos.</p> <p>- Anillo perimetral ubicado a lado y lado de la vía nacional y al interior del Distrito de</p>	<p>La cobertura de estas zonas se encuentran en paramos y sub-paramos con diversos niveles de intervención antrópica, se evidencian pequeños</p>	<p>Su actual cobertura pero evitando totalmente la actividad antrópica</p>	<p>EQUILIBRIO</p>

UBICACIÓN	USO ACTUAL	USO POTENCIAL	VALORACIÓN DEL CONFLICTO
Drenaje-zonas de humedales	<p>fragmentos o relictos de bosques achaparrados, lagunas, pantanos y turberas.</p> <p>- Áreas que están utilizadas en actividades agropecuarias principalmente la ganadería de leche que se sustenta mayoritariamente en pastos naturales. En el sector agrícola el cultivo predominante es el fríjol asociado con el maíz. En estos suelos de alta productividad se encuentran pequeños cultivos de frutales, papa, haba, arveja, fresa, mora, pastos de corte y praderas mejoradas.</p>	- implementar prácticas de conservación del suelo.	

A continuación se presenta un cuadro resumen con su área y porcentaje de cobertura de los conflictos de uso del suelo, además de la delimitación y espacialización.

Figura 55. Mapa 12. Unidades de conflicto de uso del suelo.



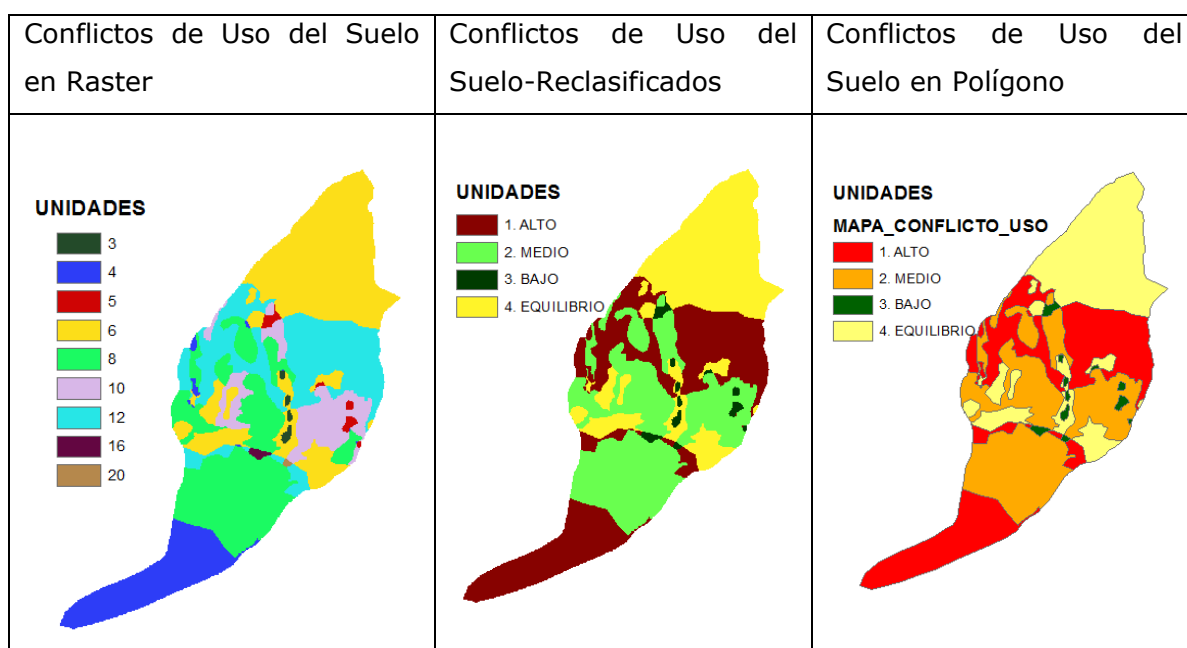
Resumen de las unidades de Conflicto de Uso

No.	CONFLICTO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
1	ALTO	699,97	32,85
2	MEDIO	711,05	33,37
3	BAJO	53,85	2,53
4	EQUILIBRIO	666,15	31,26
TOTAL		2131,02	100

Del mapa y cuadro anterior se concluye que las unidades de conflicto alto y medio (66.22%), tienen un porcentaje alto de cobertura,

indicando que se hace necesario zonificar ambientalmente la microcuenca hidráulica con el fin de proteger y conservar los recursos naturales a futuro.

Para obtener el Mapa de Conflictos de Uso del Suelo después de haberlo cruzado, se le hizo el siguiente procedimiento:



4.4 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

El hombre nace, crece, vive y muere, siempre sin concepción, dentro del ámbito de una cuenca hidrográfica. No hay, sin embargo claridad acerca de que es una cuenca. El habitante urbano perdió esta noción. El hombre rural la olvidó. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM (2006), calcula que en Colombia existen alrededor de un millón de cuencas hidrográficas mayores de 10 km². Las cuencas, en todas sus formas y tamaños, son recintos de vida. En esas hondonadas se da la interdependencia de seres y cosas en su forma más directa y elemental. Allí interactúan, en forma permanente agua, flora y fauna, incluida la especie zoológica más

activa: la humana. Las cuencas son, por eso, escenarios idóneos para la gestión integral sobre el territorio y población. Ellas ofrecen la base indispensable y concreta para el ordenamiento territorial del país y el piso donde se instala, de manera natural la administración político-administrativa de la nación. La primera entidad territorial en los municipios es la cuenca hidrográfica. Abordarlas, cualquiera sea su tamaño, requiere enfoque sistémico y propósito sustentable desde la ordenación del territorio.

Una forma de ordenar el territorio en el marco de las cuencas hidrográficas es la Zonificación Ambiental o Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGA's, que de acuerdo al decreto 1729 /02 consiste en "dividir la cuenca en áreas homogéneas de tal manera que se mantenga o restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social, económico y ecológico de los recursos naturales y las estrategias de conservación, preservación, recuperación, restauración y usos sostenibles de la estructura y la función físico biótica de las zonas ambientales en que se divide la cuenca".

El propósito de la Zonificación Ambiental de acuerdo a Normatividad que rige la dimensión ambiental (Ley 99 de 1993, Decretos 2278 de 1953; 877 de 1976; 2811 de 1974; 1608 de 1978; 1449 de 1977 y Resoluciones 2115 de 2007; 0839 de 2003 y 0769 de 2002, entre otros) es orientar el uso y manejo sostenible de los espacios, establecer su administración y su reglamentación, y generar programas, proyectos y acciones de conservación, preservación, usos sostenidos de restauración y recuperación que garanticen el desarrollo sostenible en lo ecológico, económico y sociocultural. En este marco, la zonificación ambiental como propuesta para el manejo de las cuencas hidrográficas, principalmente abastecedoras de acueducto, se convierte en un instrumento importante de planificación o carta de navegación que

permitirá a corto, mediano y largo plazo alcanzar los propósitos de proteger, recuperar, conservar y manejar de manera sustentable las áreas ambientales que se delimitan en las microcuencas, permitiendo a futuro garantizar bienes y servicios con calidad y en cantidades suficientes, capaces de suplir las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

4.4.1 Consideraciones para la Zonificación Ambiental

La delimitación de la zonificación ambiental para la Microcuenca de la quebrada Hidráulica establece Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGA's, cuyo resultado es consecuencia de compaginar la información enmarcada en el Sistema Ecológico Regional, cuyos componentes son el diagnóstico con el análisis del territorio (Estado legal del territorio, aptitud del suelo, zonas de amenazas naturales y antrópicas, Análisis de Conflictos de uso del Suelo, Análisis de Limitantes y Potencialidades, y la Situación Ambiental de cada uno de los Recursos Naturales).

En este sentido, el diagnóstico permite analizar y reclasificar la información obtenida, permitiendo un acercamiento a la realidad de la dinámica y de la problemática, determinando, además las condiciones de disponibilidad del medio y de las necesidades que el mismo reclama. Las condiciones de oferta se dan desde el potencial agrológico, el volumen de agua producido por unidad de terreno involucrado, los ambientes asociados a diversas poblaciones faunísticas y florísticas, a las condiciones de estabilidad del terreno, la capacidad por unidad político administrativa de soporte de grupos humanos (Estado Legal del Territorio) y la capacidad para el desarrollo de las actividades humanas.

Las condiciones de demanda se establecen desde el grado de aprovechamiento del suelo a partir de las propiedades del mismo por

parte de las diferentes comunidades asociadas (humanas, florísticas y faunísticas), la cantidad de agua requerida para el mantenimiento de los diferentes elementos y el potencial de incremento de las poblaciones, así como la demanda potencial existente por la posible migración derivada de la inserción de obras de gran envergadura u otro tipo de macroproyectos o iniciativas productivas que demanden el recurso.

La interrelación de la información anterior permite la definición de la disponibilidad de los recursos naturales de la microcuenca en conjunto. Estas unidades permiten establecer una zonificación, la cual tiene como objeto la definición de áreas que requieran conservación y protección para proyectar su aprovechamiento paulatino y en el largo plazo, el aprovechamiento o uso sostenible de los recursos existentes y la recuperación de las funciones y servicios ambientales de los ecosistemas degradados, teniendo en cuenta además los intereses de los actores presentes en el área de estudio (instituciones, comunidad, juntas de acción comunal, entre otras) y la compatibilidad del mismo con las propiedades que oferta el medio.

4.4.2 Modelo de Ordenación

A continuación se presenta la modelación ambiental de Microcuenca de la quebrada Hidráulica, construida a partir del modelamiento cartográfico y con la ayuda de La GUÍA TÉCNICO CIENTÍFICA PARA LA ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN COLOMBIA (Ideam-Cajas de Herramientas, 2006):

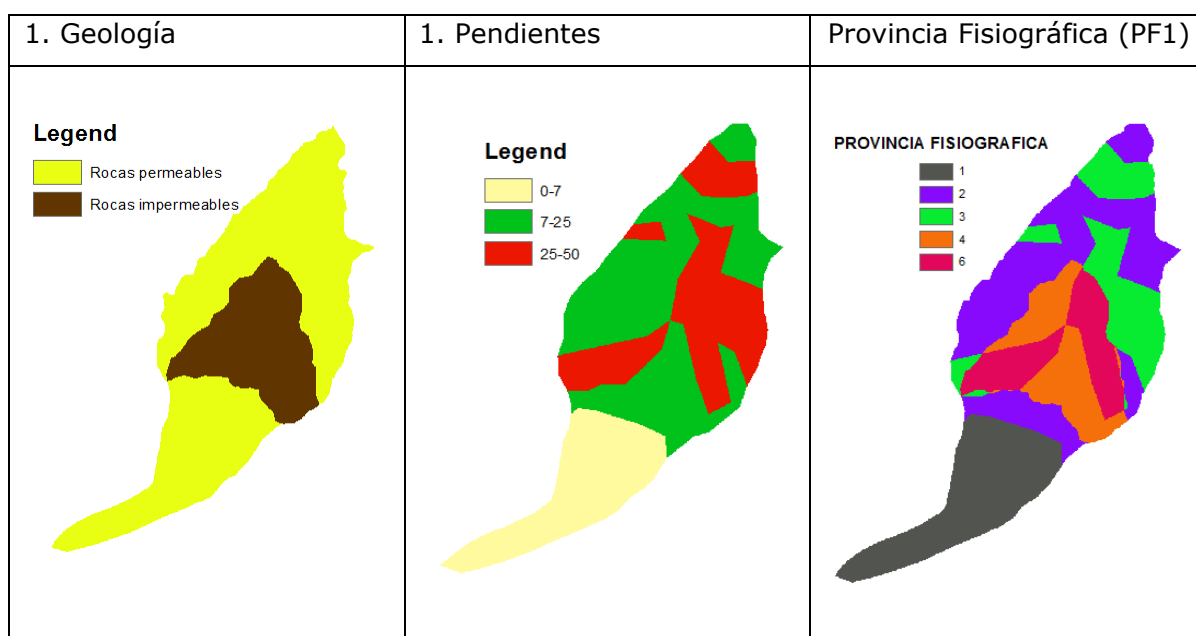
4.4.2.1 Modelamiento Cartográfico

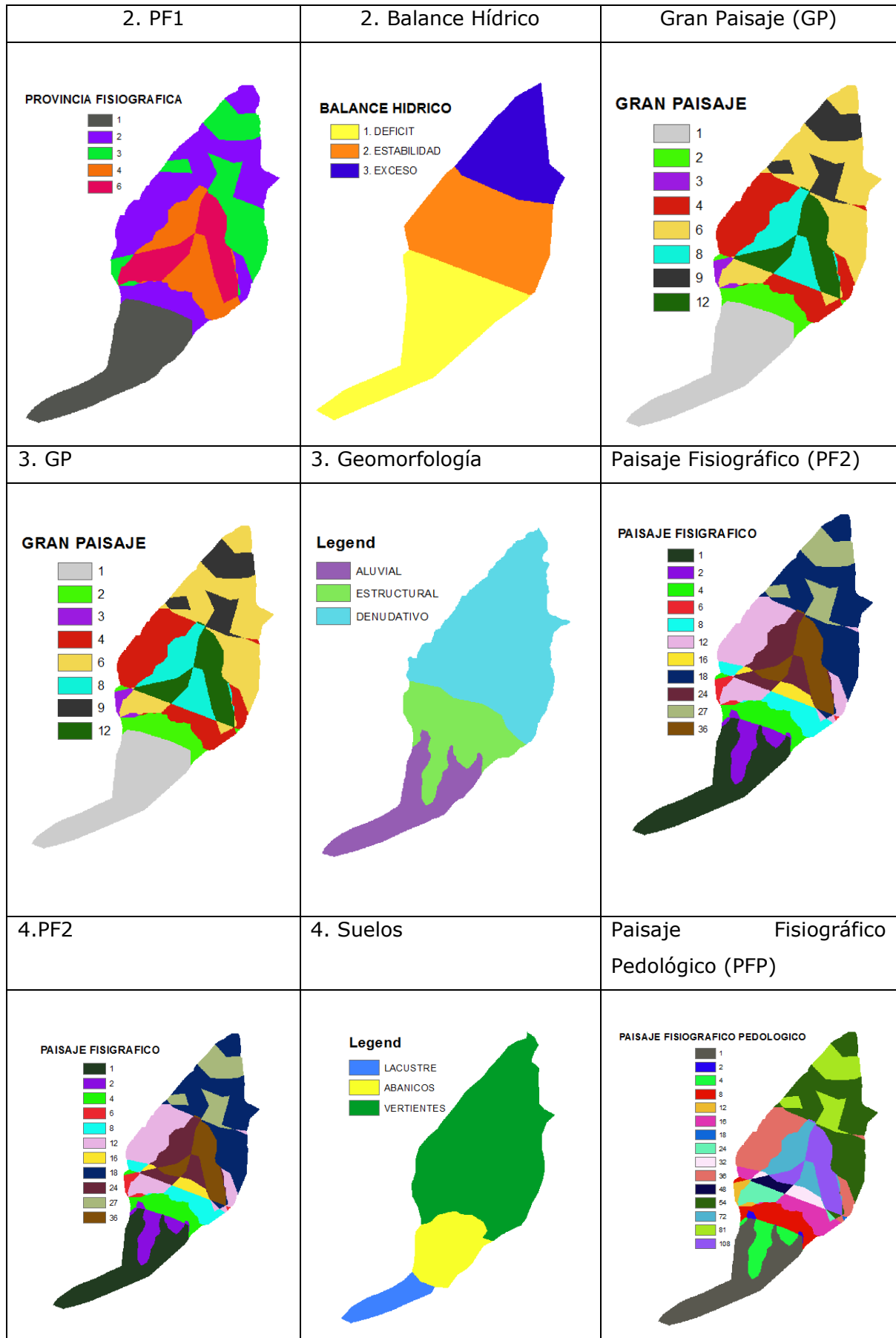
Para Obtener el Mapa de Zonificación de Unidades de Manejo y Gestión Ambiental - UMAGAS de la Microcuenca; se hizo diferentes cruces-multiplicación (*) utilizando los mapas temáticos reclasificados y siguiendo la metodología de Zonificación del Plan de Ordenación y

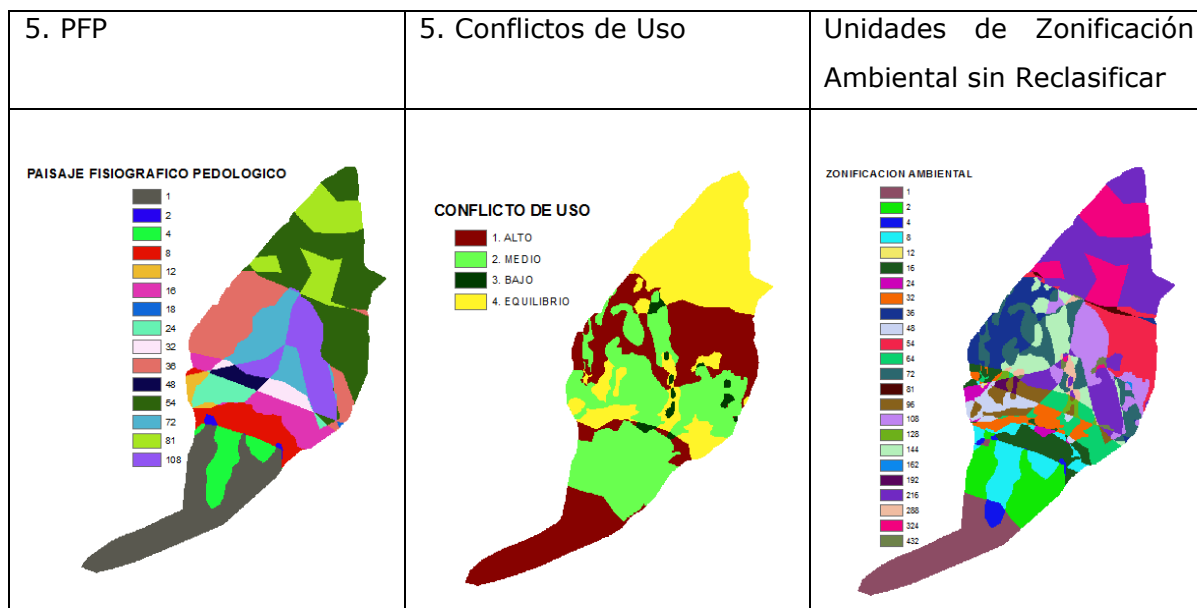
Manejo de la Cuenca del Río Hacha (Corpoamazonia, 2009) diseñado por la Universidad de la Amazonia donde desarrolla la Zonificación como unidades de manejo de gestión UMAGAS, incorporadas dentro del Sistema Ecológico Regional-SER; de la siguiente manera:

1. Geología (*) Pendiente = Provincia Fisiográfica (PF1)
2. Provincia Fisiográfica (PF1) (*) Balance Hídrico = Gran Paisaje (GP)
3. Gran Paisaje (GP) (*) Geomorfología = Paisaje Fisiográfico (PF2)
4. Paisaje Fisiográfico (PF2) (*) Suelos = Paisaje Fisiográfico Pedológico (PFP)
5. Paisaje Fisiográfico Pedológico (PFP) (*) Conflictos de Uso= Unidades de Manejo y Gestión Ambiental

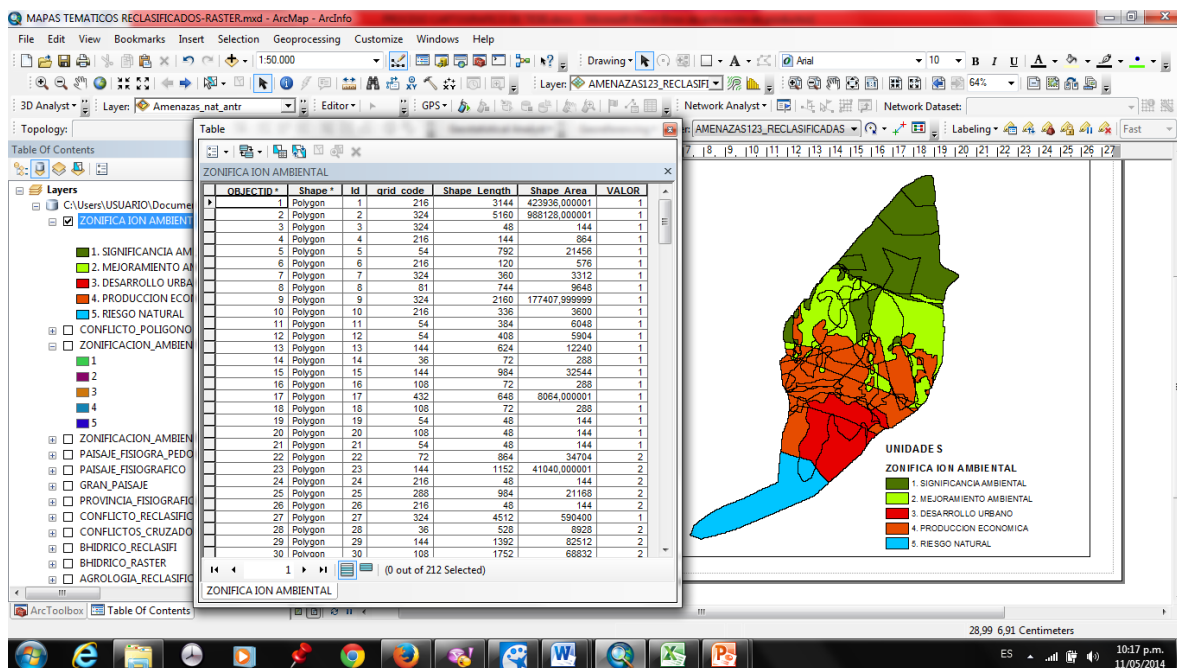
El siguiente cuadro, resume los diferentes cruces (ocho (8) mapas temáticos) y la obtención del mapa temático final con sus diferentes unidades utilizando las herramientas de ArcToolbox/SpatialAnalyst Tools/Map Algebra/Raster Calculator:







A las Unidades de Zonificación Ambiental sin reclasificar de Formato Raster, se lo transformo a polígono y a este Shapefile, se reclasificó, agregando una columna de nombre VALOR, en la cual se le dieron valores a las 24 unidades de acuerdo a las cinco unidades de Zonificación Ambiental (**1. Unidad A.** De Especial Significancia Ambiental; **2. Unidad B.** De Recuperación y/o Mejoramiento Ambiental; **3. Unidad C.** De Producción Económica; **4. Unidad D.** De Riesgo Natural; y **5. Unidad E.** De Desarrollo urbano sustentable) y al conocimiento de la microcuenca con la ayuda de un Ingeniero Agrónomo y Forestal de la Fundación Cultural del Putumayo, con lo cual se obtuvo el siguiente mapa:



Al mapa anterior se le hizo la conversión de Polígono a Raster y la respectiva reclasificación, obteniendo el mapa final No. 13. Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS.

4.4.2.2 Modelamiento Ambiental

La Zonificación Ambiental propuesta para el Municipio de Sibundoy-Microcuenca de la quebrada Hidráulica, se basa en la Categoría A, presentada en La GUÍA TÉCNICO CIENTÍFICA PARA LA ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN COLOMBIA (Ideam-Cajas de Herramientas, 2006); la cual propone cinco Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGA's teniendo en cuenta el aprovechamiento social, económico y ecológico de los recursos naturales; además de los usos y las restricciones de las UMAGA's de acuerdo a las siguientes definiciones:

- **Uso principal:** Es el uso deseable cuya destinación corresponde a la función específica de la zona, y ofrece las mejores ventajas o la mayor eficiencia desde los puntos de vista ecológico, económico y social.

- **Usos compatibles:** Son aquellos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la protección del suelo y demás recursos naturales conexos.
- **Usos condicionados:** Aquellos que por presentar algún grado de incompatibilidad con el uso principal y ciertos riesgos ambientales previsibles y controlables para la protección de los recursos naturales renovables, están supeditados a permisos o autorizaciones previas y acondicionamientos específicos de manejo por parte de las autoridades ambientales.
- **Usos prohibidos:** Aquellos incompatibles con el uso principal de una zona y con los propósitos de conservación ambiental o de planificación; por consiguiente entrañan graves riesgos de tipo ecológico y/o para la salud y seguridad de la población. Por tanto, no deben ser practicados ni autorizados por la autoridad ambiental.

A continuación se describen cada una de las unidades encontradas y que se delimitan en el mapa anexo No. 11. Zonificación Ambiental, ellas son:

Unidad A. De Especial Significancia Ambiental: Son los lugares que merecen ser protegidos por su alta importancia ecológica, ambiental y sociocultural ya que contribuyen al mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas, generando un equilibrio ecológico, manteniendo la biodiversidad y garantizando la disponibilidad permanente de los recursos naturales, principalmente el agua, elemento vital para la supervivencia humana. El área que corresponde a esta unidad es de 557,01 has y es el 26.14 % del área total de la microcuenca.

Dicha disponibilidad, también está dada en términos de oferta de dos recursos importantes como la flora y la fauna. Para el primer caso (flora) al encontrar condiciones propicias para su desarrollo, logra la dispersión y afianzamiento de especies de importancia para el mantenimiento de los suelos, la retención de la humedad y para proporcionar en el segundo caso (a la fauna), abrigo, alimento y refugio.

De otra parte al observar las relaciones que se manifiestan en esta unidad, no es excluyente la actividad antrópica, pero si debe ser o muy restrictiva o muy controlada para garantizar y mantener el equilibrio mencionado. No obstante al observar las áreas que integran esta unidad, se caracterizan por su baja accesibilidad y por ser tan estrechas, condición que ha permitido que mantengan sus propiedades.

En el marco de esta unidad de especial significancia ambiental, con aptitud para protección, delimitada en la Microcuenca de la quebrada Hidráulica, se encuentran Áreas Protegidas donde su uso actual del suelo se enmarca en: Rondas de nacimientos de agua y recarga de acuíferos, predios con pendiente mayor al 40%, Bosques naturales bajamente intervenidos en zonas de Baldío Nacional, Resguardos Indígenas y Bosque Municipal- predios adquiridos a través del artículo 111 de la Ley 99 de 1993.

Esta UMAGA busca alcanzar los objetivos de Protección de los recursos naturales y de los ecosistemas existentes y el favorecimiento de los procesos naturales que se están desarrollando. Para el caso de la Microcuenca de la quebrada Hidráulica, estas áreas se localizan en sitios de aptitud estrictamente forestal, donde aún existe flora y fauna nativa, nacimientos de ríos y quebradas cuya función es de regular el recurso hídrico y de mantener la función y la estructura de los

ecosistemas estratégicos. Para esta zona es necesario propiciar actividades dirigidas a mantener y generar bienes y servicios ambientales, como parte de un proceso que permita el restablecimiento de la estructura, función y composición de un ecosistema hacia su equilibrio dinámico.

Teniendo en cuenta la susceptibilidad natural que presenta los paisajes de montaña ante la aparición de fenómenos de remoción en masa, producto de la interacción de fallas geológicas, climatología y pendientes, se convierte en un factor determinante para diseñar iniciativas de protección en la parte alta de la Microcuenca de la quebrada Hidráulica, favoreciendo: la interceptación de la lluvia, aumenta la capacidad de infiltración, extrae la humedad del suelo, las raíces refuerzan la cohesión del suelo aumentando la resistencia al cortante, anclan el suelo superficial a mantos más profundos, aumentan el peso sobre el talud y retienen las partículas del suelo disminuyendo susceptibilidad a la erosión (Suarez, 1998), entre otros.

Unidad B. De Recuperación-Conservación y/o Mejoramiento

Ambiental: Esta unidad incluye superficies del área protegida en las cuales, debido a su estado ecológico producto de intervenciones humanas y a su particular contexto socio-económico, se hace necesario para el cumplimiento de los objetivos de conservación, propiciar actividades dirigidas al restablecimiento de la capacidad de los ecosistemas para generar bienes y servicios como parte de un proceso, siendo necesario iniciar actividades de recuperación como establecimiento de coberturas vegetales como: reforestaciones, sistemas agroforestales y silvopastoriles, además de obras de bioingeniería, aislar las rondas de las microcuencas (bosques de galería) y practicas agroecológicas tradicionales, entre otras; que permita el restablecimiento de la estructura, función y composición de un

ecosistema al estado deseado en el marco de políticas y acciones claras de sustentabilidad. Por lo cual una vez lograda la recuperación o el estado de conservación deseado, esta porción se denominará de acuerdo con la zona o subzona que corresponda a la nueva situación. La autoridad ambiental definirá y pondrá en marcha las acciones necesarias para el mantenimiento de la parte recuperada. Esta unidad tiene como objetivo la recuperación de uno o más atributos ecológicos de un ecosistema natural, como la biodiversidad, estructura y procesos ecológicos, incluyendo los servicios ambientales (Ferreira, P. y Fandiño, M. 1998). El área que corresponde a esta unidad es de 533,11 has y es el 25,02 % del área total de la microcuenca.

En el marco de esta unidad de Recuperación y/o Mejoramiento Ambiental, se encuentran zonas de mediana a altamente intervenidas, que por su aptitud e importancia se pueden diseñar estrategias para su restauración y recuperación y posteriormente su conservación y protección; dichas áreas intervenidas están representadas en: Rondas de nacimientos de agua y recarga de acuíferos desprotegidos; Zonas de potreros y cultivos con pendientes superiores al 30%; Zonas en uso agropecuario, que anteriormente eran humedales o zonas de amortiguación; Zonas de antiguos cauces de corrientes hídricas; Zonas con procesos de erosión severa (socavación de talud, deslizamientos, reptación, etc.) y Zonas de explotación minera (material de construcción y explotación oro aluvial).

Estas zonas juegan un papel estratégico en el área de la microcuenca por cuanto, corresponden a las zonas de recarga hídrica, nacimientos y formaciones de suelo de alto contenido orgánico que constituyen complejos biofísicos determinantes para el equilibrio ambiental de la microcuenca. El agotamiento registrado, se evidencia en procesos erosivos y en amplias franjas desérticas que son producto de la

intervención del ecosistema llevando al área a un punto de desequilibrio o pérdida de la capacidad de resiliencia.

La principal aptitud de las rondas de fuentes hídricas en microcuencas abastecedoras es la protección absoluta de su entorno, que permita la recuperación de los bosques de galería que cumplen la función de resguardo de la fuente de agua. Las actividades de reforestación, aislamiento y enriquecimiento de los relictos de bosque que se encuentran en diferentes estados de regeneración natural son estrategias fundamentales para lograr el equilibrio natural de la microcuenca. La cercanía de estos bosques de galería a los centros poblados brinda la posibilidad de implementar actividades de educación ambiental y prácticas de sensibilización a las comunidades principalmente al sector de los jóvenes y niños. En este marco se puede afirmar que los significativos logros obtenidos en la recuperación de las rondas de algunas microcuencas, permiten establecer un Punto de comparación de lo que se puede lograr a mediano plazo mediante un trabajo coordinado entre las instituciones y la comunidad, en donde la sensibilización frente al entorno natural se convierte en el factor que enmarca y sustenta el proceso.

Unidad C. De Producción Económica: A esta unidad corresponden áreas que son utilizadas en el sector agropecuario y minero, principalmente la extracción de materiales de construcción. Los sistemas tradicionales de agricultura campesina y los relictos de bosques han sido sustituidos por la ganadería extensiva. Las zonas de bosque subandino se han visto drásticamente deforestadas y degradadas por la ampliación de la frontera agrícola, al que se han vinculado indígenas y campesinos, con lo cual se ha afectado la capacidad productora de agua de la microcuenca. En consecuencia, la disponibilidad hídrica se ha reducido drásticamente y la erosión y

degradación de suelos se ha extendido y agudizado. El área que corresponde a esta unidad es de 552 has y es el 25,92 % del área total de la microcuenca.

Estas áreas hacen referencia a aquellas producciones de orden agrícola y pecuario, que pese a lo tradicional de su actividad han logrado mantener un adecuado potencial de recursos necesarios para su objeto principal, pero con la condición de que esta actividad se debe potencializar mediante la aplicación de prácticas tecnificadas como la implementación de cultivos intensivos comerciales y la implementación tecnificada de la ganadería, debidamente planificadas, orientadas controladas y monitoreadas en el marco del sistemas de producción agropecuaria sostenible, o de lo contrario la degradación del suelo se irá aumentando paulatinamente, disminuyendo el recurso hídrico.

Unidad D. De Riesgo Natural: A esta unidad corresponde aquellas áreas que se encuentran amenazadas principalmente por fenómenos naturales como Sismos (presencia de Fallas Tectónicas como el Sistema de Fallas del Borde Amazónico), Fenómenos de Remoción (Deslizamientos, reptación, caída de bloques, entre otros) en Masa e Inundaciones, influenciados por la presencia antrópica. En la parte alta de la microcuenca se encuentra influenciada por fenómenos naturales, lo que ha y está ocasionando deslizamientos y reactivación de cicatrices de deslizamientos, especialmente en épocas de alta precipitación, que como consecuencia se presentan represamientos en la parte alta y media y hacia la parte baja desbordes e inundaciones, con un área de 232,49 Has, representando un 10,91%. (Ver mapa y descripción de amenazas naturales y antrópicas).

Por lo anterior, se recomienda dejar la parte alta como Protección Estricta y en aquellas áreas donde hay intervención antrópicas, hacer el

uso del suelo con restricciones, teniendo en cuenta además las recomendaciones del EOT del Municipio de Sibundoy. Toda la microcuenca se encuentra amenazada por Fallas tectónicas y fenómenos de remoción en masa, ocasionando en conjunto con las precipitaciones desbordes e inundaciones hacia la parte plana,

Unidad E. De Desarrollo urbano sustentable: Esta unidad hace referencia al sector urbano y suburbano, enmarcado en el Esquema de Ordenamiento Territorial, principalmente la cabecera municipal y el centro poblado del Sagrado Corazón de Jesús, para los cuales es una necesidad prioritaria que debe normarse y/o ajustarse de acuerdo a este instrumento de planificación, permitiendo a la administración municipal, a la sociedad civil y en general al conjunto de actores que usan y ocupan el territorio, herramientas que permitan tomar decisiones sobre su desarrollo futuro y simultáneamente, actuar sobre sus fortalezas y debilidades o problemas, de tal forma que se superen los conflictos y se conozcan y aprovechen las potencialidades del espacio físico. La variable suelo es un elemento de análisis que retoma para su estudio la clasificación planteada en la Ley 388 de 1997 la cual define suelo urbano (medio físico construido donde se asienta y se consolida la vida urbana), suelo de expansión y suelo de protección, tiene un área de 255,97, que representa el 12,01%.

En el siguiente cuadro se presenta las Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGA's, que determinan la Zonificación Ambiental para la Microcuenca de la quebrada hidráulica y al municipio de Sibundoy que se enmarca dentro de la Cuenca Alta del río Putumayo.

.

Cuadro 18. Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGA´s, que determinan la Zonificación Ambiental de la Microcuenca Hidráulica.

USO ACTUAL	APTITUD DE USO	UMAGA	USOS Y RESTRICCIONES DE LAS UMAGA			
			USO PRINCIPAL	USO COMPATIBLE	USOS CONDICIONADOS	USOS PROHIBIDOS
Rondas de nacimientos de agua y recarga de acuíferos	Áreas Protegidas	Unidad A. De Especial Significancia Ambiental	Forestal protector: áreas consagradas a la protección y al mantenimiento de la diversidad biológica a perpetuidad, así como de los recursos naturales y los recursos culturales asociados. Además de servir de fuente de abastecimiento de agua en calidad y cantidad para el consumo humano	Actividades de ecoturismo, investigación, recreación y la implementación de pagos por servicios ambientales. Dichas actividades tienen que estar bajo estricto control ambiental.	La construcción de cualquier obra civil sobre esta unidad, requiere de una Licencia Ambiental, siempre y cuando se presenten excelentes estrategias o medidas de mitigación, compensación y recuperación de los recursos naturales.	Establecimiento de Vivienda campestre, usos agropecuarios y usos urbanos, actividades de caza, restringir la explotación de recursos mineros.
Reserva Forestal Ley 2da de 1959.						
Áreas con pendientes mayores al 40%.						
Zonas de Baldío Nacional						
Resguardos Indígenas						
Bosque Municipal: predios adquiridos a través del artículo 111 de la Ley 99 de 1993.						

USO ACTUAL	APTITUD DE USO	UMAGA	USOS Y RESTRICCIONES DE LAS UMAGA			
			USO PRINCIPAL	USO COMPATIBLE	USOS CONDICIONADOS	USOS PROHIBIDOS
Franja del cauce de la quebrada Hidráulica con escasa cobertura vegetal.	Áreas con potencial Recuperación - Conservación .	Unidad B. De Recuperación y/o Mejoramiento Ambiental	Establecimiento de coberturas vegetales para la recuperación del suelo como: reforestación; sistemas agroforestales y silvopastoriles; obras de bioingeniería, aislamiento de rondas de microcuencas y prácticas agroecológicas tradicionales, entre otras.	Áreas forestales protectoras y productoras Investigación científica en procesos de restauración de suelos degradados, educación técnica y ambiental, bajo estricto control ambiental.	Obras de infraestructura para servicios públicos (Acueducto, torres de conducción eléctrica etc.), con medidas para que se garantizarse la recuperación y supervivencia de la cobertura vegetal.	Uso de la Ganadería extensiva y cultivos limpios, usos urbanos y vivienda campestre, infraestructura de servicios básicos y explotación inadecuada de recursos mineros
Zonas con escasa cobertura vegetal en pendientes superiores al 20%, utilizada en el sector agropecuario.			Producción sustentable con restricciones.	Implementación de cultivos intensivos comerciales y la implementación	Explotación piscícola (trucha arcoíris) en estanques;	Ganadería y agricultura intensiva con alta cobertura vegetal,

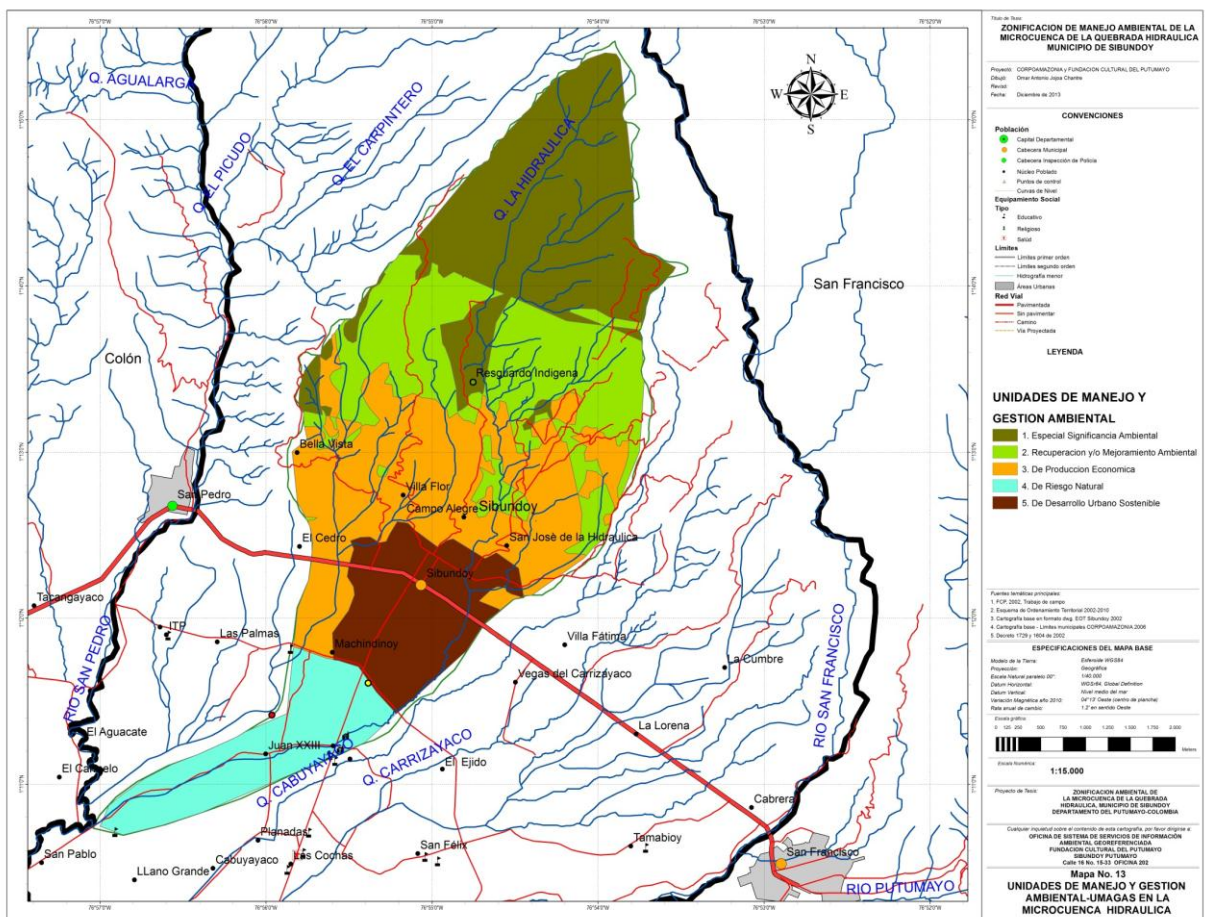
USO ACTUAL	APTITUD DE USO	UMAGA	USOS Y RESTRICCIONES DE LAS UMAGA			
			USO PRINCIPAL	USO COMPATIBLE	USOS CONDICIONADOS	USOS PROHIBIDOS
Área de Producción Agropecuaria.		Unidad C. De Producción Económica	tecnificada de la ganadería, soportada en prácticas de manejo semiestabulado, mejoramiento de praderas (braquiarias principalmente) y la siembra de pastos de corte, con tecnologías que generan rendimientos y permiten la protección de las condiciones productivas y ambientales.	avicultura en galpones, porcicultura con buenas marraneras protegiendo los recursos naturales, especialmente previniendo la descarga de vertimientos a las fuentes superficiales. La explotación minera debe poseer el Estudio de Impacto Ambiental.	respetando los 30 metros de rondas de fuentes hídricas. No se deben afectar bosques primarios o rastrojos altos para su implementación. Control integrado de malezas, plagas y enfermedades.	significativas; Usos urbanos, industria que demande infraestructura civil compleja; agricultura sin ningún tipo de rotación.

USO ACTUAL	APTITUD DE USO	UMAGA	USOS Y RESTRICCIONES DE LAS UMAGA			
			USO PRINCIPAL	USO COMPATIBLE	USOS CONDICIONADOS	USOS PROHIBIDOS
Zonas de amenaza natural por inundaciones.	Desarrollo Humano con Restricciones	Unidad D. De Riesgo Natural	Realizar obras de mitigación (obras de bioingeniería) en zonas de inundación; tener en cuenta el Código de Sismoresistencia para la construcción de obras civiles; aislar y/o revegetalizar áreas con alto grado de erosión.	Realizar el mantenimiento periódico de los canales y corrientes naturales. Proteger las márgenes de las corrientes hídricas con barreras naturales permanentes.	Manejo especial de suelos, frente a la producción agropecuaria, teniendo en cuenta las condiciones orgánicas y ambientales de los mismos.	Asentamientos humanos y obras civiles en áreas cercanas a los ríos y quebradas; Restringir la producción agropecuaria en límites inferiores a los 30 m de las márgenes de los ríos y quebradas.
Zonas de amenaza natural por presencia de Fenómenos de Remoción en Masa.						
Zona de amenaza por presencia de sismos.						
Suelo urbano	Desarrollo urbano con Restricciones	Unidad E. De	Urbanización y consolidación de áreas de acuerdo al	Localización de áreas de recreación	Desarrollo urbano de acuerdo a las especificaciones	Restringir completamente la

USO ACTUAL	APTITUD DE USO	UMAGA	USOS Y RESTRICCIONES DE LAS UMAGA			
			USO PRINCIPAL	USO COMPATIBLE	USOS CONDICIONADOS	USOS PROHIBIDOS
Propuesta de expansión urbana	Desarrollo urbano sustentable	Desarrollo urbano sustentable	componente urbano del EOT. El espacio público debe ser respetado en el marco del principio fundamental donde prima el interés colectivo sobre el particular.	colectiva, zonas verdes y de infraestructura de apoyo a la actividad urbana y rural.	ambientales estipuladas en el EOT.	construcción de núcleos fuera del perímetro urbano y de expansión estipulado en el EOT.

A continuación se hace un resumen y espacialización de la Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS, zonificadas de acuerdo al cruce de mapas temáticos, de acuerdo al conocimiento de la región y de la colaboración de algunos profesionales de la Fundación Cultural del Putumayo. El siguiente cuadro resume las categorías con sus respectivas áreas y porcentajes.

Figura 56. Mapa 13. Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS



Cuadro Resumen, Unidades de Manejo y Gestión ambiental-UMAGAS

ZONA	UNIDAD	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
1	A	De Especial Significancia Ambiental	557,01	26,14
2	B	De Recuperación y/o Mejoramiento Ambiental	533,11	25,02
3	C	De Producción Económica	552,44	25,92
4	D	De Riesgo Natural	232,49	10,91
5	E	De Desarrollo Urbano Sustentable	255,97	12,01
TOTAL			2.131,02	100,00

Del mapa y cuadro anterior se concluye que la zonificación a través del cruce de los diferentes mapas temáticos (Apoyo del SIG con ArcGis 10) y con la ayuda de las diferentes salidas de campo y de algunos profesionales de la región, se puede clasificar a la microcuenca en unidades de Manejo acordes a la realidad (Diagnóstico), es decir en categorías de Especial Significancia Ambiental y de Recuperación y/o Mejoramiento Ambiental con un porcentaje del 51.16%, además de una unidad C. de Producción Económica (25.92%), dónde se desarrollarán actividades acordes a la pendiente y a la aptitud del suelo, sumando un total del 77.08%; unidades que se localizan en la parte alta de la microcuenca y que si se tiene en cuenta este estudio, dichas zonas definirán la cantidad y calidad de agua para las generaciones futuras; disminuyendo el área de riesgo Natural, donde también se deben desarrollar medidas acordes a la aptitud del suelo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- La Cuenca Alta del río Putumayo o Valle de Sibundoy tiene un área de 45.987 Has, de las cuales el municipio de Sibundoy posee un área de 9.068,44 Has, es decir el 20% de la cobertura de la Cuenca y la Microcuenca de la Quebrada Hidráulica posee un Área de 2.131,02 Has, es decir el 27.33% de la cobertura del municipio de Sibundoy, limita al Norte con microcuencas del río San Francisco y río San Pedro; al Sur con el cauce viejo del río Putumayo; al Oriente con la microcuenca de la quebrada Carrizayaco y al Occidente con microcuenca del río San Pedro.

- Con respecto al Estado Legal del Territorio, el área de Ley 2da (1638,07 ha) dentro de la microcuenca de la quebrada Hidráulica (2131,02 ha), le corresponde un porcentaje del 76,89% (Ver Mapa 3. Estado Legal del Territorio); área que cubre gran parte del sector urbano del municipio de Sibundoy y que además cubre el 100% del resguardo Indígena de la Parte Alta, el cual tiene una extensión de 993,89 ha; creando así un conflicto de suelo (un mismo suelo no puede tener dos usos diferentes), teniendo en cuenta que la figura de los resguardos indígenas fue creada para cumplir un uso de suelo social y ambiental, mientras que la figura de uso de suelo de la Ley 2da es sólo para Forestal-Protectora, es decir de protección absoluta, donde no se puede realizar ningún proyecto ni productivo ni de infraestructura.

- Del mapa de Balance Hídrico se puede concluir que aunque el territorio (Valle de Sibundoy-Cuenca Alta del río Putumayo) donde se encuentra localizada la microcuenca Hidráulica, presenta valores por encima de 1.2,

es decir con exceso de agua, al hacer una reclasificación en tres zonas iguales, se puede notar que la parte plana presenta déficit de agua, y esto puede ser debido al Proyecto Putumayo 1, el cual quedó inconcluso, no se desarrolló completamente, afectando la dinámica natural de las diferentes fuentes y modificando principalmente el nivel freático, que es tema de otra tesis.

- Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados a la microcuenca indican que hay una diferencia de calidad biológica muy marcada a través del cauce de la quebrada Hidráulica, observándose que en los dos primeros sitios de muestreo (200 metros antes de la bocatoma y en la bocatoma), donde no hay vertimientos de aguas residuales domésticas, presenta una cantidad menor de microorganismos con relación a los demás sitios de muestreo, y según la clasificación de aguas establecida por la OMS (1978), la calidad bacteriológica de estas aguas requiere la aplicación de métodos habituales de tratamiento como coagulación y filtración; y según los criterios para uso del agua, éstas son aptas para baño, natación y pesca pero no es aceptable para consumo, porque hay presencia de coliformes totales y fecales que son perjudiciales para la salud humana; pero en la parte media y en la parte baja, es muy fácil determinar por qué las caracterizaciones muestran parámetros tan elevados de contaminación, esto se debe a que esta corriente hídrica recibe las aguas servidas producidas por la comunidad asentada en el área de influencia.

- De la Geología se puede concluir que la mayoría de unidades litológicas presente en la microcuenca corresponde en su parte alta a depósitos volcánicos extrusivos correspondientes a Lavas y Piroclastos (ceniza y lapilli), dichas rocas (42,80%) se caracterizan por ser permeables y en

conjunto con la presencia de fallas geológicas (Falla Sibundoy) generan fracturas y acompañadas con las altas precipitaciones ocasionan sobresaturación del suelo y por ende deslizamientos, aumentando sedimentos en las diferentes fuentes de la microcuenca, generando en la parte plana desbordes e inundaciones, conformando a través del tiempo depósitos coluviales y lacustres (25,15%).

- De la Geomorfología, se pueden concluir que la Unidad de Origen Denudativo posee el 58,58% y según las visitas de campo, es el área donde se generan los mayores deslizamientos; los cuales se represan en la Unidad de Origen Estructural, aumentando los caudales de la quebrada hidráulica y depositando los sedimentos en la Unidad de Origen Fluvial.

Del mapa de Pendientes, se concluye que las unidades dominantes son la acolinada (37,82%), montañosa (30,49%) e inclinada (15,25%); unidades que son donde más se presenta los procesos erosivos debido a la presencia de diferentes unidades litológicas, principalmente lapilli.

- Del mapa de Suelos se concluye que la unidad pedológica con mayor porcentaje corresponde a la Consociación Santiago (59,33%), la cual está destinada en su mayoría para ganadería extensiva, donde sus orígenes de suelos pertenecen a lapilli y rocas metamórficas del Precámbrico.

- Del mapa Uso y Cobertura del Suelo, se concluye que el área utilizada para zona de desarrollo compuesta por Cultivos y potreros (Cp), Pastos Naturales (Pn) y Zona urbana (Zu), le corresponde un porcentaje del 70.22%; mientras que las áreas destinadas para protección es decir aquellas identificadas como de Bosque de regeneración (Br), Bosque

primario (Bp) y Zonas de páramos (Zp), le corresponde un porcentaje del 29.78%; lo anterior deja ver que si no se toman medidas compensatorias de protección y conservación a la zona denominada de desarrollo, en poco tiempo la microcuenca estará destinada para potreros y cultivos, atentando contra la calidad y cantidad de agua tanto para consumo como para riego.

- Del mapa de Clases Agrológicas o de Aptitud de Uso, se concluye que las Clases VIII y VII con un porcentaje del 50%, ocupan la mitad de la microcuenca; dichas áreas se localizan en la parte alta, siendo la aptitud de las mismas según el IGAC 2004, de protección y conservación; lo cual contribuye con la sostenibilidad de los recursos naturales.

- Del mapa de Amenazas Naturales y Antrópicas, construido de manera preliminar; se concluye que la zona correspondiente a amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa (51,20%), también se encuentra afectada por sobrepastoreo y deforestación, actividades que contribuyen como detonantes para la reactivación de antiguas cicatrices de deslizamiento o formación de los mismos y que se constituye en conjunto con la zona sísmica (20,51%) en zonas de denudación y alimentación de sedimentos y material vegetal a los afluentes de la corriente hídrica de la quebrada Hidráulica, que acompañados de las altas precipitaciones producen inundaciones hacia la parte media y baja de la microcuenca, dónde la ronda hídrica se encuentra totalmente deforestada.

- Del mapa de Conflicto de uso del Suelo, se concluye que las unidades de conflicto alto y medio (66.22%), tienen un porcentaje alto de cobertura, indicando que se hace necesario zonificar ambientalmente la microcuenca

hidráulica con el fin de proteger y conservar los recursos naturales a futuro.

- Del mapa de Unidades de Manejo y Gestión Ambiental-UMAGAS se concluye que la zonificación a través del cruce de los diferentes mapas temáticos (Apoyo Fundamental del SIG con ArcGis 10) y con la ayuda de las diferentes salidas de campo (Presidentes de Juntas de Acción Comunal) y de algunos profesionales de la región, se puede clasificar a la microcuenca en unidades de Manejo acordes a la realidad (Diagnóstico), es decir en categorías de Especial Significancia Ambiental y de Recuperación y/o Mejoramiento Ambiental con un porcentaje del 51.16%, además de una unidad de Producción Económica (25.92%), dónde se desarrollarán actividades acordes a la pendiente y a la aptitud del suelo, sumando un total del 77.08%; unidades que se localizan en la parte alta de la microcuenca y que si se tiene en cuenta este estudio, dichas zonas definirán la cantidad y calidad de agua para las generaciones futuras; disminuyendo igualmente el área de riesgo Natural, donde también se deben desarrollar medidas acordes a la aptitud del suelo.

- La zonificación Ambiental debe de ser un componente fundamental en el Ordenamiento Territorial, en lo referente a las restricciones de uso del suelo. Las diferentes directrices mencionadas en lo referente a la orientación de los procesos de uso y ocupación del territorio de acuerdo a su aptitud y a sus tipos de Uso, debe ser evaluada por las diferentes instituciones y comunidad, considerando los impactos e implicaciones en los ecosistemas. Entonces la Zonificación Ambiental suministra al Ordenamiento Territorial una síntesis de la estructura y dinámica de los ecosistemas, una valoración de los principales conflictos y potencialidades

y las diferentes propuestas de alternativas de uso, actividades y programaciones en el marco de la sostenibilidad. Lo anterior hace ver que el punto principal en lo relacionado con la ordenación del Uso del Suelo, está en su planificación de uso ya sea desde la Zonificación Ambiental o desde el Ordenamiento Territorial, factor básico para avanzar hacia el desarrollo sostenible.

- A nivel departamental y municipal, el ordenamiento o zonificación ambiental del territorio se materializa tanto en los Planes de Desarrollo como en los Planes de Ordenamiento Territorial contemplados en las leyes 152 de 1994 y 388 de 1997 respectivamente. En estos procesos de planificación, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, que para la región es CORPOAMAZONIA, juegan un papel de primer orden orientado a brindar a las entidades territoriales (Alcaldías, Gobernaciones y Cabildos Indígenas) el marco de referencia ambiental que permita la coherencia y armonización de los diferentes planes, de manera que se optimice su eficacia como instrumento de gestión hacia el desarrollo sostenible.

RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta que es un documento de investigación para optar el título de Magister es necesario tener en cuenta las consideraciones del presente estudio de zonificación ambiental y ajustar algunos Ítems (como el caso de la Zonificación de Amenazas Naturales y Antrópicas y la Zonificación de Uso y Cobertura Actual del Suelo) por parte de la Alcaldía Municipal, Comunidad e Instituciones, a la hora de implementar cualquier obra, actividad o proyecto, con el fin de garantizar un buen aprovechamiento de los recursos presentes en el municipio de Sibundoy-Microcuenca Hidráulica.
- De acuerdo con los resultados de investigación se recomienda que en el Área De Recuperación y/o Mejoramiento Ambiental se estimule la sucesión natural, la reforestación, los sistemas agroforestales y silvopastoriles, además también se pueden establecer Áreas forestales protectoras y productoras de Investigación científica donde existan procesos de restauración de suelos degradados bajo estricto control ambiental, y como complementaria la Construcción de infraestructura para servicios públicos, el cual contengan medidas ambientales para mitigar, minimizar, recuperar la cobertura vegetal existente.
- En el Área De Producción Económica se recomienda la Implementación de sistemas agroforestales, realizando adecuadas prácticas de laboreo al suelo y efectuando rotación de cultivos, también la implementación de la actividad pecuaria, soportada en prácticas de manejo semiestabulado de acuerdo a las pendientes, ya que para

actividades de ganadería y agricultura no se deben ejecutar en zonas de pendientes significativas mayores al 30%.

- Así mismo en la Unidad De Riesgo Natural y Amenaza se recomienda Realizar obras de mitigación como barreras naturales permanentes y cercas vivas en zonas de inundación; también Proteger las márgenes de las corrientes hídricas, además de darle un manejo especial de suelos frente a la producción agropecuaria, teniendo en cuenta las condiciones orgánicas y ambientales de los mismos y por consiguiente impedir que los Asentamientos humanos y obras civiles estén en áreas cercanas a las rondas hídricas. Del mismo modo en el área de Desarrollo urbano la Construcción de viviendas debe ser de acuerdo a la norma sismo resistente, dejar franja de 15 a 30 mts paralelo a la vía nacional, siendo un área exclusivamente para expansión y/o mejoramiento de la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, Á.(2006) Ordenamiento Ambiental Territorial y Gestión Ambiental, En Ministerio del Medio Ambiente - CIDER. El Ordenamiento Ambiental del Territorio. Panel de Expertos. Memorias. Sasaima pp. 25-60.
- Asociación Ampora, Secretaria Ejecutiva Convenio Andrés Bello-SECAB y Corporación para el Desarrollo Sostenible Del Sur De La Amazonia-CORPOAMAZONIA (2008) Plan de ordenación y manejo de la cuenca alta-alta del río Putumayo, Mocoa pp. 35-150.
- Cabildo Indígena Camentsa (2004). Plan Integral De Vida Del Pueblo Kamentsá, CAMËNTSÁ BIYANG CA JĚBTSENASHECUASTONAM "Continuando las huellas de nuestros antepasados", Sibundoy pp. 20-90.
- CIPAV, Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria(2009)*Desarrollo y validación de un esquema piloto de compensación por servicios ambientales en cuencas hidrográficas y reconversión de sistemas ganaderos en el Departamento del Putumayo con énfasis en las microcuencas de Agua Negra en el Municipio de Puerto Asís y la Hidráulica en Sibundoy*. Corpoamazonia, Mocoa pp. 10-120.
- CORPOAMAZONIA, Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la amazonia colombiana(2002)*Plan de Gestión Ambiental de la Región del Sur de la Amazonía Colombiana PGAR*, Período 2002-2011. Mocoa Putumayo pp. 15-50.
- CORPOAMAZONIA, Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la amazonia colombiana (2008)*Informe final de cumplimiento de actividades realizadas de control y vigilancia en la unidad Operativa Valle de Sibundoy*. Mocoapp12-48.

Carmona A.H. (1989) La Administración y/o Gestión de los Recursos Naturales Renovables - Marco conceptual” DNP - FONADE. Bogotá pp. 13-20.

Chaparro, O. (1997) Hacia el uso sostenible de la tierra en el trópico americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali- Colombia, pp. 15-30.

CEPAL, Comisión económica para América Latina y el Caribe (1992) *Bases conceptuales para la formulación de programas de manejo de cuencas hidrográficas*. Bogotá, pp. 21-36.

db SIG, Geólogos Consultores (1997) Fotointerpretación y cartografía para uso, cobertura del suelo, geomorfología e infraestructura en varios asentamientos humanos del Departamento del Putumayo. Manizales Colombia. Pp. 60-86.

FCP, Fundación Cultural del Putumayo (2004) Componente Rural en Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sibundoy. Sibundoy, pp. 110-205.

FCP, Fundación Cultural del Putumayo (2010) Componente Rural en Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sibundoy. Sibundoy, pp.83-152.

Fandiño L.M. (1995) Proyecto evaluación ecológica y de tierras para la conservación y el desarrollo. Bogotá, pp. 10-36.

Fundación Geoplan (2001) Plan de manejo de las Microcuencas el Cedro, Lavapiés, Cabuyayaco, Fátima, Cristal y Carrizayaco, Sibundoy Putumayo. Sibundoy, pp. 23-45.

- Fundación Geoplan y Corpoamazonia (2002) Plan Local De Emergencia y Contingencia-PLEC, Para El Municipio De Sibundoy. Sibundoy, pp. 9-55.
- FIDAR, Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola (2001) Instrumentos metodológicos y recursos utilizados para la recuperación de suelos erosionados en laderas. Cali Colombia, pp. 18-52.
- Gobernación del Putumayo (2008) Plan de Desarrollo Departamental 2008 - 2011. Mocoa, pp. 42-90.
- Gobernación del Putumayo (2008) Evaluación Agropecuaria y viabilidad agroindustrial del Putumayo en Secretaría de Agricultura Departamental Del Putumayo. Mocoa, pp. 82-105.
- IDEAM y Corporación Técnica Alemana GTZ (2006) Caja de Herramientas. Guía Técnico Científica para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia. Bogotá, pp. 8-60.
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2005) Estudio General de Suelos de los municipios de Santiago, Sibundoy, Mocoa, Villagarzón, Puerto Asís, Orito y la parte norte de la Hormiga. Bogotá, pp. 12-50.
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2004) Áreas de Tierras Homogéneas con fines catastrales del municipio de Sibundoy (Putumayo). Bogotá, pp. 3-45.
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1990) Estudio General de Suelos de los municipios de Santiago, Sibundoy, Mocoa, Villagarzón, Puerto Asís, Orito y la parte norte de la Hormiga. Bogotá, pp. 8-23.

- INGEOMINAS (2000) Concepto técnico sobre los fenómenos de remoción en masa que afectan las cuencas de las quebradas Cristales, Cabuyayaco, Lavapiés,(Sibundoy), Diamante y Cofradía (San Francisco), Siguinchinga, Afilangayaco, Marpujay (Colon), Tamauca y Chaquimaiyayaco (Santiago). Bogotá, pp. 15-82.
- Incoplan, BID, Corpoamazonia, Invias (2008) Plan Básico de Manejo Ambiental y Social (PBMAS) de la Reserva Forestal Protectora de la Cuenca Alta del Río Mocoa, en el Departamento de Putumayo. Mocoa, pp. 100-186.
- Ley 99 DE 1993 (19 93) Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y se dictan otras disposiciones. Bogotá, pp. 102-108.
- Lozano R.J. (1997) Principales Enfoques Acerca de la Dimensión Ambiental en los Métodos Actuales de Planificación y Desarrollo. Universidad del Tolima. Ibagué, pp. 21-50.
- Medellín, F. (1992) Lineamientos Metodológicos Básicos en Ordenamiento Ambiental. Universidad de los Andes. Bogotá, pp. 14-23.
- MAVDT, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial(1998) Bases Ambientales para el Ordenamiento Territorial Municipal en el Marco de Ley 388 de 1997. Bogotá, pp. 8-52.
- MAVDT, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2002) Decreto 1729 de 2002. Bogotá., pp. 11-38.
- MAVDT, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2011). Propuesta de lineamientos y directrices para la zonificación ambiental en cuencas hidrográficas. Viceministerio de

Ambiente Dirección de Ecosistemas. Grupo Recurso Hídrico. Bogotá, pp. 10-32.

Suarez, J. (1998) Deslizamiento y estabilización de laderas en zonas tropicales. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, pp. 277-280

UNESCO (2000) Reservas de Biosfera, La estrategia de Sevilla y el marco estatutario de la red mundial. Accedido el 2 de marzo de 2008 en [http:// www. unesco.org/mab](http://www.unesco.org/mab).

Utria, R.D. (1989) "Una introducción al Ordenamiento Ambiental del territorio", Panel científico sobre Ordenación Territorial con criterio ecológico. Santafé de Bogotá, pp. 2-5.

Utria, R.D. (1994) La Sostenibilidad del Desarrollo Urbano. Santafé de Bogotá, pp. 10-23.

Valenzuela E. y Silva A. (2009) Plan de manejo ambiental del parque ecológico distrital humedal Tibanica. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia, pp. 32-50.

GLOSARIO

AMENAZA: Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso de origen Natural (Sismo, Inundación, Deslizamiento, Vendaval, Sequía, etc.) o provocado por el hombre (Antrópico: Deforestación, Contaminación, Incendios, etc.) que se materialice en un sitio específico durante un periodo de tiempo determinado.

ANÁLISIS FISIAGRÁFICO: Constituye como un método moderno y expeditivo para la interpretación de las imágenes de la superficie de la tierra, el cual se fundamenta en la relación que hay entre la geomorfología, los suelos y la vegetación.

ÁREA DE ESPECIAL SIGNIFICANCIA AMBIENTAL: Son los lugares que merecen ser protegidos por su alta importancia ecológica, ambiental y sociocultural ya que contribuyen al mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas, generando un equilibrio ecológico, manteniendo la biodiversidad y garantizando la disponibilidad permanente de los recursos naturales, principalmente el agua, elemento vital para la supervivencia humana.

ÁREA DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA: A esta unidad corresponden áreas que son utilizadas en el sector agropecuario y minero, principalmente la extracción de materiales de construcción.

ÁREA DE RECUPERACIÓN-CONSERVACIÓN: Esta unidad incluye superficies del área protegida en las cuales, debido a su estado ecológico producto de intervenciones humanas y a su particular contexto socio-

económico, se hace necesario para el cumplimiento de los objetivos de conservación, propiciar actividades dirigidas al restablecimiento de la capacidad de los ecosistemas para generar bienes y servicios como parte de un proceso, siendo necesario iniciar actividades de recuperación.

ÁREA DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE: Esta unidad hace referencia al sector urbano y suburbano y rural enmarcado en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial, principalmente la cabecera municipal y los centros poblados, para los cuales es una necesidad prioritaria que debe normarse y/o ajustarse de acuerdo a este instrumento de planificación, permitiendo a la administración municipal, a la sociedad civil y en general al conjunto de actores que usan y ocupan el territorio, herramientas que permitan tomar decisiones sobre su desarrollo futuro y simultáneamente, actuar sobre sus fortalezas y debilidades o problemas, de tal forma que se superen los conflictos y se conozcan y aprovechen las potencialidades del espacio físico.

ÁREAS PROTEGIDAS: Son áreas a las que se les ha asignado alguna categoría de manejo (Por ejemplo: Parque Nacional, Reserva Biológica, Zona Protectora, Reserva Forestal, Refugio de Vida Silvestre, entre otras) y que cuentan con algún tipo de status legal de protección. Dichas áreas pueden o no tener algún manejo en la práctica, pero sí cuentan con una categoría de manejo asignada y con la acción legal formal requerida para ser consideradas como áreas protegidas.

CAPACIDAD DE USO: Determinación en términos físicos, del soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos o

coberturas y/o tratamientos. Generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo.

CAUCE: O también lecho fluvial es la parte del fondo de un valle por donde discurren las aguas en su curso: es el confín físico normal de un flujo de agua, siendo sus confines laterales las riberas.

CLIMA: Abarca valores meteorológicos sobre temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones en la atmósfera. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica.

COBERTURA VEGETAL: Se entiende lo que se ve, y es lo que cubre el suelo. Y el uso es el significado de la cobertura para el ser humano. Asimismo, se habla de cobertura cuando se hace una clasificación de las diferentes formas naturales (no de origen antrópico) de ocupación del territorio, como por ejemplo áreas bajo cobertura vegetal (bosques, sabanas entre otras), bajo cuerpos de agua (ríos, lagos, lagunas).

CULTIVOS AGRÍCOLAS: Conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales.

DEFORESTACIÓN: Pérdida de la superficie forestal. Está directamente causada por la acción del hombre sobre la naturaleza, principalmente debido a las talas o quemas realizadas por la industria maderera, así como para la obtención de suelo para la agricultura y ganadería.

DESARROLLO SOSTENIBLE: Concepto que se refiere a Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones del futuro.

DESPLAZADOS: Son personas obligadas a dejar sus hogares por alguna crisis. Pero a diferencia de los refugiados, permanecen en su mayoría dentro de las fronteras de su país de origen.

GEOLOGÍA: Ciencia que estudia la composición y estructura interna de la Tierra, y los procesos por los cuales ha ido evolucionando a lo largo del tiempo geológico.

GEOMORFOLOGÍA: Rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre. Por su campo de estudio, la geomorfología tiene vinculaciones con otras ciencias.

HIDROGRAFÍA: Ciencia que se ocupa de la descripción y estudio sistemático de los diferentes cuerpos de agua planetarios.

ORDENAMIENTO TERRITORIAL: Política de Estado y un proceso planificado de naturaleza política, técnica y administrativa, cuyo objeto central es el de organizar, armonizar y administrar la ocupación y uso del espacio, de modo que éstos contribuyan al desarrollo humano ecológicamente sostenible, espacialmente armónico y socialmente justo

SISMO: Sacudida del terreno que ocurre por liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico.

SUELO: Se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse o formarse en la superficie de las rocas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos.

USO ACTUAL DEL SUELO: Se dice que el uso del suelo ocurre cuando se le manipula físicamente. El área sin intervención física tiene cobertura natural y el área intervenida cobertura artificial. En ese sentido, el uso del suelo indica el significado de la cobertura para el ser humano y lo que sucede en la actualidad en su campo.

USO POTENCIAL DEL SUELO: Uso virtualmente posible con base en la capacidad biofísica de uso, y de las circunstancias socioeconómicas que rodean a una unidad de tierra. Indica el nivel hasta el cual se puede realizar un uso según la supuesta capacidad del suelo, bajo las circunstancias locales y actuales.

USO PRINCIPAL: Uso deseable cuyo aprovechamiento corresponde a la función específica del área y ofrece las mejores ventajas o la mayor eficiencia desde los puntos de vista ecológico, económico y social.

USOS COMPATIBLES: Son aquellos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la productividad y demás recursos naturales conexos.

USOS CONDICIONADOS: Aquellos que, por presentar algún grado de Incompatibilidad con el uso principal y ciertos riesgos ambientales

previsibles y controlables para la protección de los recursos naturales, están supeditados a permisos y/o autorizaciones previas y a condicionamientos específicos de manejo.

USOS PROHIBIDOS: Aquellos incompatibles con el uso principal del área en particular y con los propósitos de conservación y/o manejo. Entrañan graves riesgos de tipo ecológico y/o para la salud y la seguridad de la población.

VULNERABLE: Corresponde al grado de resistencia de un objeto o ser vivo a la acción de una perturbación.

ZONIFICACIÓN: Es la clasificación que se realiza a porciones de suelo o territorios conforme a un análisis previo de sus aptitudes, características y cualidades abióticas, bióticas y antrópicas.

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DE UN TERRITORIO: Es la división del suelo en zonas homogéneas con base en criterios ambientales, por lo cual se considera como una síntesis de los diagnósticos biofísico, sociocultural y económico y, a la vez, una base para una propuesta de gestión ambiental. La zonificación ambiental busca, a través de la optimización de los usos del territorio en unidades específicas, garantizar una oferta adecuada de bienes y servicios ambientales que respondan a los objetivos de manejo.

ZONA DE RIESGO: A esta unidad corresponde aquellas áreas que se encuentran amenazadas principalmente por fenómenos naturales (Sismos, deslizamientos e Inundaciones) e influenciados por la presencia antrópica.