



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PLAN DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RÍO  
BLANCO DESDE SU ORIGEN HASTA LA CIUDAD DE CAYAMBE

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniera Ambiental en Prevención y  
Remediación

Profesor guía  
Ingeniero Miguel Araque

Autor  
María Cristina Cadena Araujo

Año  
2013

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, María Cristina Cadena Araujo, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

**Miguel Araque**

**Ingeniero Civil**

**1707253090**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

**María Cristina Cadena Araujo**

**1717728412**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios que es mi fuerza y mi guía en todo lo que hago, también agradezco al Ing. Miguel Araque, Tutor de mi tesis, quien me ayudo y apoyó en todo momento, a la Ing. Paola Posligua Tutora de mi carrera, al Ing. Jairo Burbano y a toda mi familia que siempre ha sido mi fuerza, mi apoyo y mi refugio.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis principalmente a Dios y a mis padres, Jenny Araujo y Ricardo Cadena, que siempre están ahí cuando necesito, que han tenido la paciencia, la voluntad y el amor para enseñarme valores y hacerme una persona de bien. También a mis hermanos, Andrés Cadena y Juan Cadena, quyuje son mi orgullo y mi fuerza.

## RESUMEN

Las actividades humanas, la falta de conciencia de la sociedad en general y la falta de políticas ambientales, han puesto en riesgo las pocas fuentes de agua pura que tenemos en el país. Una de estas es la Cuenca del Río Blanco, el cual nace del Nevado- Volcán Cayambe. Nace como un arroyo de nombre Blanquillo y a medida que se unen varios afluentes, su nombre cambia a Río Blanco.

La cuenca del Río Blanco actualmente se encuentra terriblemente contaminada debido a que en la parte alta se encuentran varias floricultoras, que utilizan biocidas, insecticidas y fertilizantes para la optimización de sus plantaciones, pero debido a la escorrentía todos estos productos orgánicos y químicos van a parar al río.

Otra causa de la contaminación de la cuenca del Río Blanco es el hecho de que los aguas negras de la ciudad de Cayambe se vierten en el río, lo que provoca un alto contenido de materia orgánica y tensoactivos en el agua, degradando totalmente la calidad inicial del agua.

Para el desarrollo de este trabajo de tesis se recopiló información primaria y secundaria de las condiciones de la cuenca, se analizó los datos estadísticos del Cantón Cayambe, también se elaboró un mapa base con información del Instituto Geográfico Militar (IGM), a partir del cual se elaboraron mapas de tipo de suelo, de pendientes, de uso de suelo, de isotermas, de isoyetas y de riesgos naturales. Posteriormente se realizó un análisis FODA y a continuación con toda esa información se elaboró una propuesta de Plan de Manejo Ambiental que contiene un programa de prevención y un programa de mitigación de cada uno de los impactos encontrados.

## ABSTRACT

Human activities, the lack of awareness of the society in general and the lack of environmental policies, have endangered the few sources of pure water we have in our country. One of these is the Río Blanco Basin, which originates from the Cayambe Snowy-Volcano. It begins as a watercourse called Blanquillo and as many streams join, the name changes to Río Blanco river.

The basin of the Río Blanco river in the present day is terribly polluted because in the highlands there are many flower farms, that use biocides, insecticides and fertilizers for the improvement of their plantations, but due to the runoff these organic and chemical products end up in the river.

Another cause of the pollution of the Río Blanco is the fact that the wastewater from Cayambe city are poured in the river triggering a high organic and surfactants content in the water, degrading completely the original quality of the water.

For the development of this thesis primary and secondary information on the conditions of the basin was collected, the statistics of Canton Cayambe were analyzed, also a base map was developed with information from the Military Geographic Institute (MGI), from which were mapped soil type, slope, land use, isotherms, isohyets and of natural hazards. Subsequently performed a SWOT analysis and then with all that information is prepared a proposal for an Environmental Management Plan that contains a program of prevention and mitigation program for each of the impacts found.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES .....	1
ALCANCE .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	2
OBJETIVO GENERAL .....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1. ELEMENTOS BÁSICOS DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS .....	4
1.1. MARCO TEORICO .....	4
1.1.1. DEFINICIÓN DE CUENCA HIDROGRÁFICA .....	4
1.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CUENCAS .....	5
1.1.3. TIPOS DE RIOS EN CUENCAS HIDROGRAFICAS .....	6
1.1.4. ORDEN EL RÍO PRINCIPAL DE LA CUENCA Y GRADO DE RAMIFICACIÓN .....	7
1.1.5. CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS .....	8
1.1.5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	9
1.1.5.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	11
1.1.5.3 PRINCIPALES MICROORGANISMOS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS AGUAS .....	18
1.1.5.4 PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN .....	20
1.1.5.5 ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES REALIZADO EN DOS PUNTOS DEL RÍO BLANCO .....	23
1.1.6. TANQUE SÉPTICO.....	24
1.1.6.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO DE TANQUE SÉPTICO .....	26
2. MARCO LEGAL .....	27
3. ANÁLISIS DEL CANTON CAYAMBE .....	28
3.1. ORIGEN DEL CANTÓN .....	28
3.2. CLIMA .....	31
3.3. OROGRAFÍA.....	32

3.4.	GEOLOGÍA.....	33
3.5.	HIDROLOGÍA.....	33
3.6.	GEOMORFOLOGÍA .....	33
3.7.	SUELOS.....	34
3.8.	DEMOGRAFÍA.....	34
3.9.	NEVADO VOLCÁN CAYAMBE .....	42
3.10.	ÁREAS PROTEGIDAS NATURALES Y BOSQUES PROTECTORES.....	43
3.10.1.	FLORA.....	44
3.10.2.	PRODUCCIÓN .....	48
3.10.3.	INDUSTRIA.....	48
3.11.	ANÁLISIS FODA .....	49
3.11.1.	FISICO AMBIENTAL.....	49
3.11.2.	FODA ECONOMIA .....	51
4.	ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MAPAS CORRESPONDIENTES A LA CUENCA DEL RÍO BLANCO .....	54
4.1.	MAPA BASE.....	54
4.2.	MAPA DE ISOTERMAS.....	56
4.3.	MAPA DE PENDIENTES .....	58
4.4.	MAPA DE ISOYETAS.....	62
4.5.	MAPA DE RIESGOS NATURALES.....	64
4.6.	MAPA DE USO DE SUELO.....	66
4.7.	MAPA DE TIPO DE SUELO.....	68
4.8.	MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO.....	70
5.	CAPÍTULO V. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO CON FINES DE PRIORIZACIÓN DE CUENCAS .....	72
5.1.	POLÍTICA.....	73

5.1.1. MARCO DE POLÍTICA.....	73
5.1.2. MARCO LEGAL .....	74
5.1.3. MARCO INSTITUCIONAL.....	75
5.2. SOCIOECONÓMICA.....	76
5.3. DEMOGRAFÍA.....	76
5.3.1. POBLACIÓN DE CENTROS POBLADOS IMPORTANTES (PCP)..	76
5.3.2. POBLACIÓN RURAL (PR).....	77
5.3.3. TASA DE MIGRACIÓN NETA (TMN).....	78
5.3.4. SERVICIOS BÁSICOS URBANOS (SBU) .....	79
5.3.5. SERVICIOS BÁSICOS RURALES (SBR) .....	80
5.4. ESTRUCTURA OCUPACIONAL .....	81
5.5. ECONÓMICA .....	82
5.5.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA CUENCA .....	82
5.6. INSTITUCIONAL .....	83
5.6.1. GESTIÓN INSTITUCIONAL.....	83
5.7. RECURSOS HUMANOS .....	84
5.7.1. CAPACIDAD TÉCNICA INSTALADA.....	84
5.8. INFORMACIÓN .....	85
5.8.1. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	85
5.9. POTENCIAL DE RECURSOS .....	86
5.9.1. AGUA.....	86
5.9.2. SUELO .....	87
5.9.3. FORESTAL .....	88
5.9.4. POTENCIAL DE RECURSO HIDROBIOLÓGICO.....	89
5.10. APROVECHAMIENTO DE RECURSOS .....	90
5.10.1. AGUA.....	90
5.10.2. SUELO.....	92
5.10.3. APROVECHAMIENTO FORESTAL.....	94
5.10.4. APROVECHAMIENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS .....	95
5.11. IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS .....	96
5.11.1. EROSIÓN DEL SUELO .....	96

5.11.2.SEDIMENTACIÓN .....	98
5.11.3.DRENAJE .....	98
5.11.4.SALINIDAD .....	99
5.11.5.INUNDACIONES .....	100
5.11.6.CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	102
<b>6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....</b>	<b>104</b>
6.1. PROGRAMA DE PREVENCIÓN .....	104
6.2. PROGRAMA DE MITIGACIÓN.....	104
6.2.1. PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	105
6.2.2. PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS POR CONTROL DE INUNDACIONES .....	109
6.2.3. PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS POR ALTERACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO Y REDUCCIÓN DE LA RECARGA FREÁTICA .....	109
6.2.4. PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS EN LOS SUELOS.....	110
6.2.5. PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS A LA CALIDAD DEL AIRE .....	113
6.2.6. PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS A LA CALIDAD DEL HABITAT .....	115
6.2.7. PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS A LA CALIDAD DE FLORA, FAUNA Y PAISAJE .....	116
6.2.8. PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS POR DETERIORO EN LA CALIDAD DE VIDA.....	117
6.3. PLAN DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA .....	118
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>119</b>
7.1. CONCLUSIONES:.....	119
7.2. RECOMENDACIONES:.....	120
Referencias.....	122
ANEXOS .....	124

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Principales contaminantes del medio y sus posibles efectos .....	9
Tabla 2.Clasificación por tamaño de las partículas presentes en el agua .....	10
Tabla 3.Composición típica de aguas residuales domésticas .....	13
Tabla 4.Constituyentes orgánicos en las aguas residuales domésticas.....	14
Tabla 5.Cantidades típicas de contaminantes en aguas residuales domésticas...	21
Tabla 6. Resumen de los parámetros tomados en el río Blanco comparados con la tabla del anexo 3 .....	24
Tabla 7. Descripción general del Cantón Cayambe .....	30
Tabla 8. Clima del Cantón Cayambe.....	32
Tabla 9. Proyección de la población en el área urbana y rural de Cayambe .....	35
Tabla 10. Tasa de crecimiento .....	35
Tabla 11.Estadística de vivienda con servicios básicos y otros .....	36
Tabla 12.Estadística de pobreza e indigencia .....	37
Tabla 13.Índice de desarrollo .....	37
Tabla 14.Centros educativos por Parroquia .....	38
Tabla 15. Desnutrición .....	38
Tabla 16. Superficie de los cultivos agrícolas.....	39
Tabla 17. Abastecimiento de agua .....	40
Tabla 18. Tipo de combustible para cocinar.....	40
Tabla 19. Eliminación de aguas servidas .....	40
Tabla 20. Tipo de tenencia.....	41
Tabla 21. Servicio eléctrico .....	41
Tabla 22. Servicio telefónico .....	41
Tabla 23. Escala de calificación Marco de Política.....	74
Tabla 24. Escala de calificación Marco Legal.....	75
Tabla 25. Escala de calificación Marco Institucional .....	76
Tabla 26. Escala de calificación Población de centros poblados importantes.....	77
Tabla 27. Escala de calificación Población Rural .....	78
Tabla 28. Escala de calificación tasa de migración neta .....	79
Tabla 29. Escala de calificación Servicios básicos urbanos.....	80
Tabla 30. Escala de calificación servicios básicos rurales .....	81

Tabla 31. Escala de calificación Estructura ocupacional .....	82
Tabla 32. Escala de calificación, importancia económica .....	83
Tabla 33. Escala de calificación, gestión institucional .....	84
Tabla 34. Escala de calificación, capacidad técnica instalada .....	85
Tabla 35. Gestión de la información .....	86
Tabla 36. Escala de calificación, potencial de recurso agua .....	87
Tabla 37. Escala de calificación, potencial de recurso suelo.....	88
Tabla 38. Escala de calificación, potencial de recurso forestal .....	89
Tabla 39. Escala de calificación, potencial de recurso hidrobiológico .....	90
Tabla 40. Escala de calificación, volumen utilizado.....	91
Tabla 41. Escala de calificación, infraestructura de aprovechamiento .....	92
Tabla 42. Uso de suelo con fines agropecuarios.....	93
Tabla 43. Uso de suelo para fines mineros .....	94
Tabla 44. Aprovechamiento forestal.....	95
Tabla 45. Aprovechamiento hidrobiológico .....	96
Tabla 46. Erosión del suelo cuantitativo.....	97
Tabla 47. Erosión del suelo cualitativo .....	97
Tabla 48. Sedimentación.....	98
Tabla 49. Drenaje.....	99
Tabla 50. Salinidad.....	100
Tabla 51. Inundaciones, cualitativo .....	101
Tabla 52. Inundaciones, cuantitativo .....	101
Tabla 53. Contaminación del agua, cualitativo.....	102
Tabla 54. Contaminación del agua, cuantitativo.....	103

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca del río Blanco .....	4
Figura 2. Sistema de Horton.....	7
Figura 3. Río Blanco contaminado .....	10
Figura 4. Florícola Valle Verde en la cuenca del rio Blanco .....	12
Figura 5. Aguas negras .....	23
Figura 6. Iglesia del Parque central en Cayambe.....	28
Figura 7. Nevado – Volcán Cayambe.....	42
Figura 8. Nogales, Chinchín, Sigse. ....	44
Figura 9. Pajonales .....	45
Figura 10. Frailejones y Puya de hojas espinosas .....	46
Figura 11. Romerillo y Laurel de cera .....	47
Figura 12. Pajonal de hojas pubescentes .....	47
Figura 13. Cola de zorro y Pajonal .....	48

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Marco Legal .....	125
Anexo 2. Plan de Seguimiento y Vigilancia .....	142
Anexo 3. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.....	144
Anexo 4. Análisis de aguas en dos puntos del río Blanco .....	149
Anexo 5. Fotografías de los puntos tomados con el GPS .....	152
Anexo 6. Fotografías de Respaldo .....	154

## **INTRODUCCIÓN**

### **ANTECEDENTES**

El Gobierno Nacional, a través de los Ministerios, Consejos Provinciales y Alcaldías, se encuentran empeñados en el trabajo sistematizado y conjunto para implantar planes y programas que protejan al medio ambiente y de la misma manera que remedien los daños ambientales producidos por la falta de conciencia ambiental y por la ausencia de normas de control, en este caso en específico, referido a los vertidos de aguas servidas en los ríos, causando una gran contaminación a éstos.

### **ALCANCE**

El presente estudio comprende:

- Investigación cartográfica del Instituto Geográfico Militar.
- Investigación de los datos de contaminación, obtenidos en el Ministerio del Ambiente y en la Secretaría Nacional del Agua.
- Delimitación del área de estudio.
- Determinación del nivel socio-económico de la población.
- Determinación de las zonas productivas que en su actividad socio-económica generan contaminación.
- Determinación de las zonas urbanas y rurales que, al evacuar directamente sin tratamiento sus aguas servidas al río Blanco, producen contaminación.
- Determinación de las medidas de mitigación para cada uno de los casos de contaminación.

- Elaboración de un Plan de Remedición Ambiental.
- Conclusiones y recomendaciones.

### **JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, los temas ambientales se han convertido en una prioridad dentro de todo ámbito, debido a la grave situación ambiental en la que vivimos, a causa del calentamiento global, de la pérdida de la biodiversidad, de la contaminación del aire, agua y suelo y varios otros complejos problemas que afectan el medio ambiente. Es por esto la importancia de crear una conciencia ambiental, siendo parte de esto los diferentes planes de prevención y remediación ambiental que se puedan aplicar.

### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer en la cuenca del río Blanco ubicado en el cantón Cayambe un plan de remediación ambiental con la finalidad de proteger y preservar los recursos naturales con la finalidad de que futuras generaciones puedan aprovechar los mismos y de esa manera garantizar un adecuado nivel de vida.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer las características morfológicas de una cuenca hidrográfica
- Determinar las leyes ambientales que pueden ser determinadas para este tipo de proyectos
- Datos básicos de la zona de proyectos metodología de evaluación y diagnóstico con fines de priorización de cuencas
- Hacer un mapeo donde conste el mapa base y lo referente a uso de

suelo, pendiente, tipo de suelo, isoyetas, isotermas y riesgos naturales

- Realizar un programa de mitigación aplicado a la cuenca del río Blanco

## 1. ELEMENTOS BÁSICOS DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

### 1.1. MARCO TEORICO

#### 1.1.1. DEFINICIÓN DE CUENCA HIDROGRÁFICA

Se denominan cuencas hidrográficas al área de drenaje de aguas lluvias y de aguas subterráneas que confluyen hacia un punto de descarga. Los límites de una cuenca están determinados por la línea de divisoria de aguas. Además se puede definir a las cuencas hidrográficas como espacios socio-geográficos donde los habitantes comparten el territorio, sus identidades, tradiciones y culturas; socializan y trabajan en función de la disponibilidad de recursos. (Faustino, Jiménez, Velásquez, Alpízar, Prins, 2006, pp. 6-14)



Figura 1. Cuenca del río Blanco

En la materia de hidrología las cuencas hidrográficas se encuentran definidas como la superficie de drenaje superficial común a un punto, el que usualmente es un río, o sea toda el área comprendida que drena sus aguas hacia ese lugar. Se denomina además como cuenca hidrográfica al territorio que rodea a un río principal, formado por la confluencia de las aguas que descienden de las montañas, buscando el nivel más bajo del terreno. Estos ríos principales finalmente desaguan en un lago, mar u océano.

Podemos además establecer que la cuenca hidrográfica es muy similar a la cuenca fluvial, estas dos se diferencian simplemente por su tamaño, al hablar de una cuenca fluvial, nos referimos a una cuenca muy grande y su sistema fluvial que va desde las zonas más altas de las montañas, hasta la zona más baja donde desembocan; pero al hablar de una cuenca hidrográfica se hace referencia a una cuenca pequeña.

Se podría indicar además que las cuencas hidrográficas son espacios socio geográficos donde los habitantes y sus organismos seccionales comparten el territorio, sus identidades, tradiciones y culturas; socializan y trabajan en función de la disponibilidad de recursos.

### **1.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CUENCAS**

Como Pablo Lloret (Lloret, 1999) en el libro Cuencas Hidrográficas ya lo dijo, en las cuencas se dan ciertas situaciones de carácter físico o socioeconómico, con un distinto grado de dificultad, sobre las que intervienen a su vez factores técnicos, institucionales y políticos. Para entender el funcionamiento y facilitar el diseño de estrategias de manejo de las cuencas, es necesario clasificarlas en función de varios criterios. Los más empleados en nuestro medio son clasificados según su

- Clase de vertientes
- Tenencia de tierra
- Explotación agrícola
- Presencia de áreas naturales y bosques protectores
- Altitud

- Área
- Permanencia del caudal durante el año
- Clima
- Densidad de población
- Propósito del tratamiento

### 1.1.3. TIPOS DE RÍOS EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Los tipos de ríos que encontramos en el libro Ingeniería de Ríos (Martín, 2009), escrito por Juan Pedro Martín, son varios y según su período de actividad se pueden clasificar en los siguientes.

- **Ríos perennes:** Tienen agua en episodios fuertes de precipitaciones debido a sus localizados en zonas de abundantes precipitaciones. Debido a las lluvias, su caudal por cambiar en grandes proporciones.
- **Ríos estacionales:** propios de las zonas con estaciones muy diferenciadas, es decir, un invierno húmedo y un verano seco.
- **Ríos transitorios:** son los de zonas desérticas, secas y áridas. Si bien en estas zonas las lluvias pueden ausentarse por años, el día que llueva se creará un río rápidamente.
- **Ríos alóctonos:** ríos de zonas áridas cuya agua proviene de zonas lluviosas. Un ejemplo clásico de este tipo de río es el río Nilo en Egipto.

Otra clasificación para los ríos surge con su geomorfología:

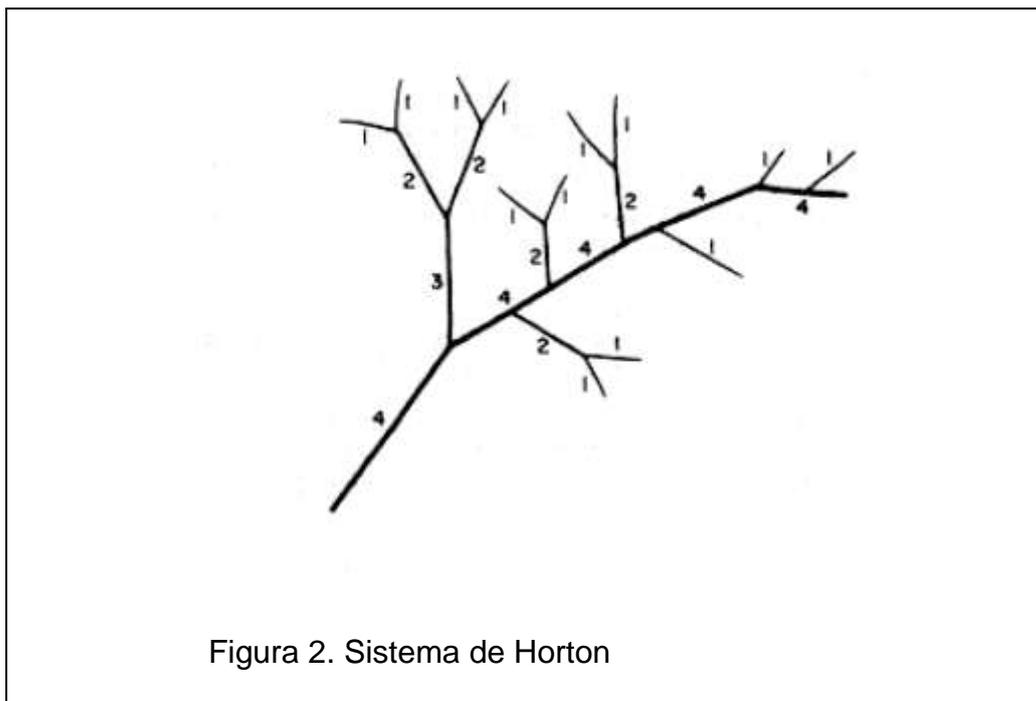
- **Ríos rectilíneos:** son de sinuosidad baja y de un solo canal. Son muy inestables y suelen transformarse en otro tipo de río.
- **Ríos anastomosados:** corrientes de agua que presentan varios

canales. Como están muy ramificados, sus corrientes no suelen ser fuertes.

- **Ríos meándricos:** son de sinuosidad alta y de un único canal. Presentan una curva sobre el canal, lo que genera dos velocidades para el agua que son muy distintas en ambas orillas.

#### 1.1.4. ORDEN EL RÍO PRINCIPAL DE LA CUENCA Y GRADO DE RAMIFICACIÓN

En el Documento técnico publicado por la FAO, Cuencas Fluviales, se describen algunas formas de determinar el grado de ramificación de un río y el más usado es el Sistema de Horton (1954), este determina el grado de ramificación del curso de agua, asignándole un orden a cada uno de ellos en forma creciente desde el inicio de la divisoria hasta llegar al curso principal. Tenemos así el río de primer orden, el cual es un tributario pequeño y sin ramificaciones, uno de segundo orden es el que solo posee ramificaciones de primer orden, uno de tercer orden es el que presenta ramificaciones de primer y segundo orden, y así sucesivamente. (FAO, 1980, p. 2)



### **1.1.5. CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS**

Podemos definir la contaminación como la introducción de un agente extraño o una combinación de agentes contaminantes que puede provocar efectos nocivos para la salud, la seguridad y el bienestar de personas, animales o plantas en el ambiente, o provocar desequilibrio en el medio, ya sea este irreversible o no, de manera que se alteren desfavorablemente las condiciones naturales, produciendo un deterioro en la calidad de vida (Feléz, 2009, pág. 19).

No siempre los contaminantes subsisten sin cambios y con idéntica composición a la de cuando fueron emitidos al medio, los contaminantes pueden clasificarse en contaminantes primarios que son aquellos que se emiten directamente por una fuente y contaminantes secundarios que son aquellos que se producen en el medio receptor como consecuencia de reacciones químicas o de operaciones físicas, a partir de contaminantes primarios u otras sustancias presentes en el medio receptor.

Tabla 1.Principales contaminantes del medio y sus posibles efectos

Contaminantes del agua y los alimentos	Posibles efectos sobre la salud
Bacterias	Infecciones gastrointestinales, endémicas o epidémicas (fiebres tifoideas, cólera, shigelosis, salmonelosis, leptospirosis, etc.)
Virus	Infecciones víricas (hepatitis epidémicas, por ejemplo), posibles inflamaciones cutáneas y de los ojos, en los nadadores.
Protozoos y metazoos	Amebiasis, esquistosomiasis, hidatidosis y otras enfermedades parasitarias.
Metales	Intoxicaciones con plomo, con metilmercurio (ingerido con alimentos), con cadmio (ingerido con alimentos), con arsénico, etc.
Nitratos	Metahemoglobinemia infantil (alteraciones de la moléculas de hemoglobina)

Tomado de(OMS, 2006)

Al encontrarse estos contaminantes en las aguas, se dice que estas se vuelven inadecuadas para el consumo y toman el nombre de aguas contaminadas o residuales. Estas aguas residuales tienen características físicas, químicas y biológicas y dependen del contenido de contaminantes.

#### 1.1.5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Como propiedades físicas se encuentran el olor, el color y el sabor, y lo que proporciona sus características al agua son los sólidos disueltos, coloidales y en suspensión, aunque como una propiedad importante también se considera a la temperatura del agua (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).



Figura 3. Río Blanco contaminado

Tabla 2. Clasificación por tamaño de las partículas presentes en el agua

	Disuelta	Coloidal	Suspensión	Sedimentable (suspensión)
Tamaño ( $\mu\text{m}$ )	<0.001	0.001 - 1	>1	>10

Tomado de (OMS, 2006)

Otra forma de clasificar los sólidos totales es hacerlo atendiendo a su origen orgánico o inorgánico. Los contaminantes orgánicos normalmente están un tercio disueltos, un tercio en forma coloidal y un tercio en suspensión mientras que los inorgánicos normalmente están disueltos. Los sólidos orgánicos reciben también el nombre de sólidos volátiles y los inorgánicos son denominados fijos.

Las aguas residuales domésticas tienen un color variable oscilando del gris al negro. El agua residual reciente suele ser gris y conforme los compuestos orgánicos se van descomponiendo el color pasa a negro. En aguas residuales industriales no puede hablarse de coloración típica.

La descomposición de la materia orgánica produce compuestos químicos que generan olores peculiares. Las aguas residuales domésticas tienen un olor no muy desagradable pero cuando se descomponen aparecen diversos compuestos como ácido sulfhídrico, escatol, putrescina, etc., por lo que huelen fuertemente a podrido. (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Por lo general el sabor va de la mano con el olor, sin embargo algunas sustancias inorgánicas disueltas pueden dar sabores sin producir ningún tipo de olor, las sales de cobre, cinc y hierro dan sabor metálico; los cloruros dan sabor salado, entre otros.

#### **1.1.5.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Las impurezas de las aguas residuales domésticas son materias orgánicas, inorgánicas, minerales disueltos o en suspensión y gases, además hay que incluir los microorganismos que provocan fermentaciones debido a que degradan estas materias. (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).



Figura 4. Florícola Valle Verde en la cuenca del rio Blanco

Mientras que todos los vertidos urbanos presentan impurezas orgánicas e inorgánicas cuya naturaleza y concentración son bastante similares de una comunidad a otra y, por tanto, sus líneas de tratamiento pueden ser análogas, los vertidos industriales son muy diversos debido a las diferentes actividades existentes en este sector. En este caso, se precisa una investigación particular de cada vertido para diseñar el esquema de tratamiento adecuado.

Al tomar en cuenta los criterios económicos, estos permiten afirmar que no hay un sistema de tratamiento de aguas residuales que de manera general, sea mejor que otro sino que, se debe considerar en cada caso, diversas alternativas viables y entre ellas se elige la de menor costo (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Tabla 3. Composición típica de aguas residuales domésticas

Constituyente	Concentración (ppm)		
	Alta	Media	Baja
<b>Sólidos totales</b>	1200	700	350
Sólidos disueltos	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Sólidos en suspensión	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Materia decantable (ml/l)	20	10	5
<b>DBO5</b>	300	200	100
<b>DQO</b>	1000	500	250
<b>Nitrógeno (como N)</b>	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
<b>Fósforo total (como P)</b>	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
<b>Cloruros</b>	100	50	30
<b>Alcalinidad (CO<sub>3</sub>Ca)</b>	200	100	50
<b>Aceites y grasas</b>	150	100	50

Tomado de (OMS, 2006)

En la tabla 3 se presenta una composición típica de las aguas residuales domésticas. Los diferentes constituyentes vienen representados por el valor de su concentración (cantidad total del mismo por unidad de volumen de agua

residual). En el caso de las aguas residuales domésticas no se ha trabajado mucho con el intento de tratar de establecer una clasificación detallada de sustancias orgánicas que suelen estar presentes. En la tabla se presenta un intento de clasificación de estos contaminantes(Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Tabla 4. Constituyentes orgánicos en las aguas residuales domésticas

Sustancia	Proporción de carbono orgánico en el efluente (%)
Hidratos de carbono	11-18
Proteínas	8-10
Aminoácidos	0.5-1.5
Ácidos grasos	23-25
Ácidos orgánicos disueltos	7-11
Lípidos	9-12
Tensoactivos	4-6
Otros	25-28

Tomado de(OMS, 2006)

Los principales compuestos orgánicos son: proteínas, hidratos de carbono y lípidos. También pueden encontrarse una gran variedad de compuestos orgánicos sintéticos entre los que pueden destacarse: tenso activos, fenoles y pesticidas.

Las proteínas están compuestas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, este último en una proporción bastante elevada y constante (16 por 100). También pueden contener en su molécula azufre, fósforo y hierro. Tienen una estructura química compleja e inestable y están sometidas a variadas formas de descomposición(Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Los hidratos de carbono están ampliamente distribuidos por la naturaleza.

Dentro de este número grupo de sustancias hay que destacar los azúcares, almidón y celulosa. Esta última es el hidrato de carbono más abundante en la naturaleza y es insoluble en el agua.

Los lípidos son el tercer grupo de nutrientes de los alimentos. Se denominan aceites cuando son líquidos a temperatura ambiente y grasas cuando son sólidos. Están constituidos fundamentalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno. Los lípidos son compuestos bastante estables y no se descomponen fácilmente por las bacterias. Sin embargo, si lo hacen por la acción de ácidos minerales dando como resultado la formación de glicerina y ácido graso. Por otra parte, en presencia de álcalis, la glicerina se libera y se forman sales alcalinas de los ácidos grasos conocidas como jabones(Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Los agentes tenso activos están formados por grandes moléculas orgánicas, ligeramente solubles en agua que producen espumas. Estos agentes tienden a acumularse en la interfase aire-agua y durante la aireación se acumulan sobre la superficie de las burbujas de aire causando una espuma muy estable. Los detergentes sintéticos están formados principalmente por dos constituyentes que son el detergente propiamente dicho o agente tenso activo y de otra parte el ayudante que es una mezcla de sales sódicas (fosfatos, carbonatos, sulfatos, silicatos, perboratos)(Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Los fenoles causan problemas de sabor en el agua, cuando esta clorada. Su presencia se debe, principalmente, a actividades industriales. Pueden ser biológicamente degradados hasta concentraciones de 500 mg/l. La presencia de fenol en concentraciones de 1 mg/l es tóxica para los peces y en concentraciones menores, la toxicidad se manifiesta frente a microorganismos lo que produce un descenso del poder autodepurador de las aguas. Su concentración en las aguas para uso potable está limitada a 0.001 mg/l.

Los pesticidas y productos químicos agrícolas pueden convertirse en peligrosos

contaminantes de las aguas debido a que son tóxicos para gran número de formas de vida. Sin embargo, no son constituyentes habituales del agua sino que se incorporan como escorrentía de las aguas de riego en campos de cultivos y parques. La presencia de estos contaminantes puede ocasionar la muerte de peces o la contaminación de la carne de pescado y un empeoramiento del suministro de agua. Los plaguicidas totales tienen limitada su concentración en las aguas destinadas a uso de agua potable en 0.001 mg/l.

El principal parámetro para medir la contaminación de las aguas es la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), debido a que sería muy difícil medir y definir cada una de las sustancias que vertimos al alcantarillado: jabones, papel higiénico, comida, orina y materia fecal, cabellos, químicos, residuos industriales, etc.

La prueba del DBO es utilizada para determinar cuánto oxígeno se necesita para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas residuales, municipales, industriales, etc. Su determinación permite calcular los efectos que tienen las descargas de los efluentes contaminados sobre la calidad de los cuerpos de agua dulce o subterránea.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es la medida del contenido de sustancias degradables que están presentes en el agua residual. Se determina midiendo la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos cuando metabolizan estas sustancias para obtener energía. Normalmente el ensayo se realiza durante un periodo de cinco días (entonces se llama DBO5) a una temperatura constante de 20 grados centígrados y el resultado se expresa en ppm o en g/cm<sup>3</sup>. Para aguas residuales domésticas el valor varía ampliamente. El intervalo típico varía entre 0.1 a 0.6 día<sup>-1</sup> (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Las principales limitaciones del empleo del DBO como parámetro indicador de la carga orgánica de las aguas vienen dadas por el largo del periodo del tiempo que es preciso esperar para obtener los resultados, la necesidad de un

pretratamiento cuando haya residuos tóxicos, necesidad de reducir los efectos de la presencia de microorganismos nitrificantes, la necesidad de disponer de un número suficientes de bacterias debidamente aclimatadas y el hecho que los resultados solo se refieran a la materia orgánica que es biodegradable. La DBO5 en las aguas destinadas al uso de agua potable se recomienda que no supere los 2 mg/l.

Los parámetros más empleados para indicar el grado de contaminación de las aguas originados por sustancias inorgánicas son:

**El pH:** es un parámetro importante en la medida de la calidad de las aguas. Se define como el logaritmo cambiado de signo de la concentración del ión hidrógeno. Un agua con una concentración adversa del ión hidrógeno tiene dificultades para el tratamiento biológico. El pH de las aguas destinadas al consumo de agua potable debe estar comprendido entre 6.5 y 8.5 (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

**Los cloruros:** Son otro parámetro importante de la calidad del agua. Estos compuestos se encuentran en el agua procedentes de la disolución de los suelos y rocas, de la intrusión del agua salada o de las descargas de las aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales. Los ablandadores del agua, por ejemplo, pueden aportar cantidades importantes de cloruros. Puesto que los medios convencionales de tratamiento de aguas no eliminan los cloruros de forma significativa, cuando estos aparecen en cantidades importantes en el agua hay que atribuir su presencia al vertido de aguas residuales. Las heces humanas contienen unos 6 gramos de cloruros por persona y día. Las aguas naturales suelen tener concentraciones de 10 a 100 mg/l mientras que el agua del mar contiene 30000 mg/l como ClNa. El límite superior recomendado para el agua de consumo humano es de 200 mg/l (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

**La alcalinidad del agua:** La alcalinidad del agua se debe a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos tales como calcio,

magnesio, sodio, potasio o amonio. Los más importantes son los bicarbonatos cálcicos y magnésicos. El agua residual doméstica suele ser alcalina.

**Nitrógeno y fósforo:** El nitrógeno y fósforo son importantes ya que forman parte del grupo de nutrientes que necesitan los seres vivos. También son necesarios otros elementos como el hierro aunque es este caso a nivel de trazas.

**Los compuestos del fósforo:** Los compuestos del fósforo en las aguas residuales están presentes en dos formas: compuestos orgánicos y compuestos inorgánicos, en este último caso como polifosfatos y ortofosfatos. La principal fuente de sales de fósforo son los detergentes y excrementos humanos. Aproximadamente el 30 por 100 de las sales de fósforo en las aguas residuales proceden de los detergentes.

Sin embargo, la eliminación de sales de fósforo de los detergentes tendría un efecto muy pequeño sobre la llamada producción secundaria de sustancias orgánicas (crecimiento de algas). En su lugar, la solución al problema consiste en asegurar que solamente una mínima parte de las sales de fósforo descargadas a las aguas residuales se vierten a las aguas receptoras (ríos, lagos, embalses) tras el tratamiento de las plantas depuradoras. El límite recomendado en las aguas destinadas al uso potable es de 0.4 mg/l (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

### **1.1.5.3 PRINCIPALES MICROORGANISMOS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS AGUAS**

Los principales microorganismos presentes en las aguas son: bacterias, hongos, protozoos y algas.

Las bacterias son protistas unicelulares. Consumen alimentos solubles. Existen miles de especies diferentes aunque su forma general encaja dentro de algunas de estas categorías: esféricas, cilíndricas y helicoidales. Los tamaños de las bacterias oscilan entre 0.5 y 3  $\mu\text{m}$ .

En la composición de estas células intervienen: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno como elementos mayoritarios de la fracción orgánica mientras que los compuestos inorgánicos están formados principalmente por fósforo, azufre, sodio, calcio, magnesio, potasio y hierro. Puesto que todos estos elementos deben proceder del medio ambiente, la falta de cualquiera de ellos limitará el crecimiento de las bacterias. La temperatura y el pH juegan un papel vital en la vida de las bacterias como sucede con los restantes seres vivos (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Por su parte, en base a su metabolismo, las bacterias pueden clasificarse en heterótrofas y autótrofas según la forma de generación de energía. En el caso de las heterótrofas son incapaces de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas, por lo que deben nutrirse de otros seres vivos mientras que si son capaces en el caso de las autótrofas. En el tratamiento biológico de las aguas, las heterótrofas constituyen, en general, el grupo más importante. A su vez, según su necesidad de oxígeno, las bacterias pueden dividirse en aerobias, anaerobias o facultativas.

Los hongos son microorganismos heterótrofos, no fotosintéticos y multicelulares. En ingeniería sanitaria los términos hongos y mohos se utilizan como sinónimos. Sin embargo, los mohos son los hongos que producen unidades microscópicas que colectivamente forman una masa filamentosa llamada micelio mientras que las levaduras son hongos que no pueden formar un micelio y son, por tanto, unicelulares. La mayoría de los hongos son aerobios estrictos. Su capacidad para sobrevivir a pH bajos y con poco nitrógeno les hace aptos para el tratamiento de aguas residuales industriales. Las algas son microorganismos unicelulares o multicelulares, autótrofos y fotosintéticos.

No son deseables en las aguas porque producen malos olores y sabores (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Los protozoos constituyen la estructura biológica más pequeña de las conocidas que contiene toda la información necesaria para su propia reproducción. Son parásitos obligados por lo que es misión muy importante de los responsables de los tratamientos de agua que éstos estén debidamente controlados.

Los microorganismos patógenos en el agua pueden proceder de desechos humanos infectados o portadores de una enfermedad. Los principales son bacterias. La identificación de los organismos patógenos en el agua es una tarea difícil y laboriosa por lo que suelen utilizarse como indicadores el grupo de los organismos coliformes.

Los organismos coliformes son un grupo de bacterias intestinales de forma de bacilo. No son dañinos al hombre y cada persona evacua de 100000 a 400000 millones cada día. Su presencia en las aguas se interpreta como una indicación de que los organismos patógenos también pueden estar presentes. Se han desarrollado métodos que permiten distinguir los coliformes totales, los coliformes fecales y los estreptococos fecales (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

Para valorar la toxicidad de las aguas residuales se emplean ensayos biológicos. Estos ensayos tienen por misión determinar la concentración de agua contaminada que produce la muerte del 50 por 100 de los organismos empleados en el ensayo en un periodo de tiempo determinado. También tiene por objeto determinar la concentración máxima que no causa efecto sobre los organismos en un ensayo durante 96 horas. Para realizar estos ensayos se suele emplear peces.

#### **1.1.5.4 PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN**

Los sólidos totales es otra de las formas de expresar la carga contaminante de un agua. Expresa la suma de sustancias sólidas y disueltas. Se expresa en

mg/l. Los sólidos suspendidos miden la cantidad de partículas sólidas en un agua residual. También se expresa en mg/l.

Las administraciones de ámbito nacional y regional deben asegurar una protección eficaz de los medios receptores respecto a la contaminación que pueden ocasionar los productos contenidos en los vertidos y limitar las concentraciones de los contaminantes considerados peligrosos, persistentes o bioacumulables en las autorizaciones de vertido con el fin de eliminar del medio receptor sus efectos nocivos (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

La cantidad de contaminantes presentes en las aguas residuales varía ampliamente de un lugar a otro dependiendo del tipo de población así como del número y características de las industrias en una zona. En la tabla se presenta la aportación de diversos contaminantes a las aguas residuales domésticas en gramos de contaminante por persona y día.

Tabla 5. Cantidades típicas de contaminantes en aguas residuales domésticas

<b>Contaminantes</b>	<b>Aportaciones (g/p*d)</b>
Demanda química de oxígeno (DQO)	120 -180
Sólidos en suspensión	70 -90
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	50 -80
Fósforo	2.5 -3.5
Nitrógeno	10 -14
Sólidos volátiles	50 -60
Sólidos totales	150 -250

Tomado de (OMS, 2006)

Las cantidades de la tabla 5 se denominan, normalmente, equivalentes de población. En el caso de los vertidos industriales, en ocasiones también se emplea este término.

Por lo que se refiere a los vertidos de agua “per cápita”, estos son muy variables y, con carácter orientativo, pueden tomarse un valor situado en torno a los 200l/persona y día. Sin embargo, la cantidad de agua residual que llega a una planta de tratamiento puede ser bastante superior. Los análisis de contaminantes pueden hacerse siguiendo las normas (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

En la cuenca del río Blanco solamente se tiene dos infraestructuras relacionadas directamente con el río. La primera se encuentra en la parte alta de la cuenca, casi donde el río Blanquillo cambia de nombre a río Blanco, esta infraestructura es una captación de agua para potabilizarla y fue hecha por la EMAPAAC Empresa Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Aseo de Cayambe. La segunda infraestructura solo es de captación para agua de riego, debido a que la zona de la cuenca del río Blanco no es habitada, solamente es usada por floricultoras y por campesinos, los campesinos viven en la parte baja de la cuenca del río blanco, donde el río cruza por la ciudad de Cayambe, ellos tienen sus viviendas en la parte baja pero usan las tierras de la parte alta para cultivar trigo, maíz, cebada y papas, y para criar su ganado (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).

En la parte donde se encuentra la captación de agua potable el agua del río es casi pura, lo que facilita la potabilización, que posteriormente abastece a la Ciudad de Cayambe, la Chimba, Paquistancia y la Parroquia de Olmedo, pero descendiendo por la cuenca encontramos varias florícolas grandes como Edenrose, Linda flor, Valle Verde, Flores de Nápoles, Flores de Granobles, etc., las cuales vierten una parte de sus aguas residuales directamente al río sin previo tratamiento. Las aguas de escorrentía también ayudan a la contaminación del río ya que arrastran toda la materia orgánica proveniente de la cría de ganado y animales domésticos. Al llegar a la parte baja de la cuenca se encuentran las primeras casas completamente a la orilla del río, sin ningún tipo de alcantarillado, por lo que sus aguas negras se vierten al río. Por este motivo podemos concluir que el río Blanco posee una altísima carga orgánica producto del vertido de las aguas negras de la ciudad de Cayambe y posee una

alta carga de materia orgánica (Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, 2009).



Figura 5. Aguas negras

#### 1.1.5.5 ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES REALIZADO EN DOS PUNTOS DEL RÍO BLANCO

Para comprobar que el río Blanco se encuentra contaminado se realizó un análisis de 4 parámetros básicos de contaminación tomados en dos puntos distintos del río. (Anexo 4). El primer punto se tomó río arriba entre las cotas 2960 y 3000 aproximadamente en las coordenadas N 00.03770° W 078.11827°, y el segundo se tomó aproximadamente en la cota 2800, en las coordenadas N 00.04834° W 078.13954° (Anexo 5). Dando como resultado que el río se encuentra contaminado.

Como se mostró anteriormente el DBO5 es la prueba más utilizada para demostrar que un cuerpo de agua está contaminado, en este caso el DBO es mayor al límite máximo permitido según Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI Anexo 1 (Anexo 4)

Tabla 6. Resumen de los parámetros tomados en el río Blanco comparados con la tabla del anexo 3

Parámetros	Límites permisibles	Punto 1	Punto 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2,0	3,0	7,0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	N.A	7,0	17,0
Potencial de Hidrógeno (pH)	6 a 9	7,24	8,91
Sólidos Suspendidos Totales	N.A	247	255

El primer punto fue tomado antes de la florícola Valle Verde y antes del proyecto de captación de agua del Municipio de Cayambe, el segundo punto se tomó en la parte baja del río antes de que este entre en la ciudad de Cayambe. En el segundo punto donde se tomó la muestra se encuentra un caserío donde todas las viviendas vierten sus aguas negras o servidas directamente al río, por lo que se afirma que el río está contaminado. Al tomar las muestras antes de que el río atravesase la ciudad encontramos parámetros relativamente bajos en comparación con los parámetros posiblemente obtenidos si la muestra hubiera sido tomada al atravesar la ciudad, es por esto que los parámetros se reflejan de esa manera como se aprecia en la tabla 6.

#### 1.1.6. TANQUE SÉPTICO

Los tanques sépticos son una alternativa de tratamiento de aguas, utilizado comúnmente en las zonas rurales donde no se tiene acceso al alcantarillado, es un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, es decir es apta para tratar las aguas provenientes de una o más viviendas. Este tratamiento consiste en la separación y digestión de sólidos, posteriormente el efluente es

enviado al suelo por infiltración, mientras que los sólidos sedimentados por gravedad en el fondo tanque forman una capa de lodos que deben ser extraídos periódicamente para evitar la acumulación y saturación de éste.

La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma se descompone gracias a las bacterias anaerobias, y una parte considerable de ella se convierte en agua y gases, pero el uso excesivo de desinfectantes hace que las bacterias mueran, inhibiendo así el proceso de digestión.

#### **1.1.6.1. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA:**

Antes de decidir la instalación, se debe tener en claro las ventajas y desventajas que se tienen al usar este tratamiento de aguas residuales domésticas.

#### **VENTAJAS**

- Tienen un coste bajo de construcción.
- La dificultad de operación es mínimo si se cuenta con infraestructura de extracción de lodos.
- Es apropiado para comunidades rurales.
- Su limpieza no es frecuente.

#### **DESVENTAJAS**

- Es de uso limitado para un máximo de 350 habitantes.
- Se necesita maquinaria para la remoción y transportación de lodos.
- Su uso lo limita la capacidad de infiltración que posea el suelo en el que se construya la el tanque séptico.

### **1.1.6.2. PRINCIPIOS DE DISEÑO DE TANQUE SÉPTICO**

Para el diseño de un tanque séptico se debe tener en cuenta principios básicos como son aquellos que previenen y aseguran su buen funcionamiento, estos son:

- Considerar que en el tanque séptico permanecerán retenidas las aguas servidas por el tiempo necesario para que, se separen los sólidos y se estabilicen los líquidos.
- Tener condiciones específicas de estabilidad hidráulica para obtener una buena sedimentación y flotación de los líquidos.
- Tomar en cuenta y considerar el tamaño del tanque séptico puesto que, en él se acumularán los lodos y espuma, por lo tanto deberá ser lo suficientemente grande para el propósito.
- Considerar las obstrucciones que pueden suceder y asegurar la existencia de una buena ventilación.

## **2. MARCO LEGAL**

En el capítulo 2 se resumen las leyes y artículos aplicables a este trabajo de grado; los mismos que se han tomado de la Constitución Política del Ecuador, de la Ley de gestión Ambiental, la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, la Ley de Aguas y del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (T.U.L.A.S).

Éstas se han descrito en la parte de Anexos.

### 3. ANÁLISIS DEL CANTON CAYAMBE

#### 3.1. ORIGEN DEL CANTÓN



Figura 6. Iglesia del Parque central en Cayambe

Según Ley del Congreso de la Gran Colombia, de 25 de junio de 1824, publicada en la Gaceta de Colombia No. 124, del 4 de julio del mismo año, Cayambe es cabecera del cuarto cantón de la provincia de Imbabura; los otros son Ibarra, capital de la provincia, Otavalo y Cotacachi. Al disolverse la Gran Colombia, se puede deducir que Cayambe vuelve a ser parroquia de Otavalo (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

El 17 de mayo de 1851, se vuelve a crear el cantón Cayambe con las siguientes parroquias Cayambe -cabecera cantonal-, Tabacundo, Cangahua, Tocachi y Malchinguí (Archivo Legislativo, Carpeta Nacional 362). El 13 de septiembre de 1852 la Asamblea Nacional cambia la cabecera cantonal,

nominando entonces a Tabacundo, y convirtiéndole a Cayambe, una vez más, en parroquia (archivo Legislativo, Folleto 1852 pp. 11).

<b>Capital:</b>	Cayambe
<b>Fecha fundación:</b>	17 de abril de 1884
<b>Superficie:</b>	1.187 km <sup>2</sup>
<b>Ubicación:</b>	Oriente de la provincia de Pichincha
<b>Temperatura media:</b>	14,8° C
<b>Altitud:</b>	2.830 m.s.n.m.
<b>Límites:</b>	
<b>Norte:</b>	Provincia de Imbabura
<b>Sur:</b>	DMQ y provincia de Napo
<b>Este:</b>	Provincia de Napo
<b>Oeste:</b>	Cantón Pedro Moncayo

#### **Estructura política del cantón Cayambe**

<b>Cabecera cantonal:</b>	Cayambe
<b>Parroquias urbanas:</b>	Ayora y Juan Montalvo
<b>Parroquias rurales:</b>	Ascázubi, Sta. Rosa de Cusubamba, Otón, Cangahua y Olmedo.

Tabla 7. Descripción general del Cantón Cayambe

Provincia de Pichincha	Área	Altura (m.s.n.m)	No. Localidades
Área total			
Provincia	13350,00		
Cantón Cayambe			
Área total			
Cantonal Km2	1186,66		91
<b>Parroquia Matriz</b>	Km2		
Cayambe		2900	42
Total Parroquia Cayambe	467,73		
<b>Parroquias Rurales</b>			
Ascázubi	40,84	2593	11
Cangahua	316,5	3102	8
Olmedo	294,27	3216	15
Otón	22,15	2724	8
Santa Rosa de Cusubamba	38,74	2654	7

Tomado de (INEC, 2010)

Al occidente y conforme va acercándose al río Pisque, el terreno está formado por arenales. En las alturas el clima es frío y hasta glaciario. En el valle de Cayambe se vuelve templado, entre 8° y 22°C con variaciones considerables. Al sur y occidente la temperatura aumenta unos pocos grados, por cuanto estas zonas se encuentran a menor altura sobre el nivel del mar. Cayambe se caracteriza por ser una región esencialmente agrícola y ganadera. En las alturas existe gran cantidad de pajonales y en las mesetas y valles hay extensas zonas de pastizales, que favorecen la cría de ganado vacuno. La producción agrícola que predomina en esta región es la de clima frío. Los cultivos más importantes son cereales, tubérculos, legumbres y hortalizas, en la actualidad, el cultivo de flores es un rubro importante en la economía del cantón.

### **3.2. CLIMA**

En las alturas el clima es frío; incluyen las parroquias de Cangahua y Olmedo. En el valle de Cayambe el clima es templado entre 8 grados y 22 grados con variaciones, a veces, considerables. En las parroquias situadas al sur, la temperatura sube unos pocos grados, por cuanto estas zonas se encuentran a menor altura sobre el nivel del mar (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

Tabla 8. Clima del Cantón Cayambe

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	Datos Prom.
Maxima Diaria (Prom. mensual)	23,8	23,8	24	24,2	23,8	23,5	23,8	24,5	25,1	24,7	24,4	23,6	24,1
Diaria Promedio	14,6	14,5	14,8	14,9	14,9	14,7	15	15,4	15,3	14,9	14,5	14,6	14,8
Minima Diaria (Prom. mensual)	6,3	6,3	7,2	7,3	6,8	6,1	5,5	5,6	5,5	5,7	6,2	6,2	6,2
Precipitaciones (mm)													
Precipitaciones mm	99	79,7	118,3	89,7	75,1	16	20,8	17,8	67,9	99,8	95,8	117,3	74,8
Variación diaria de la humedad relativa por meses del año													
Maxima Diaria (Prom. mensual)	87	85	87	86	87	78	73	72	75	81	85	85	81,8
Diaria Promedio	78	79	80	81	78	74	65	65	69	74	79	78	75
Minima Diaria (Prom. mensual)	67	74	76	77	73	70	58	59	67	70	72	73	69,7
Vientos: intensidad y dirección, por meses del año (m/s)													
Velocidad Maxima m/s	8,4	10	14	17	17,2	14,4	18	18,8	17,2	15,2	8,8	9,5	14
Velocidad Minima m/s	6	8	12	12	12	10	14	18	10		8	6	10,2
Dirección Promedio	E	E	SE	SE	E	SE	E	SE	E	S	SW	SE	SE
Nubosidad según meses del año (octavos)													
Octavo de cielo cubierto	5	6	6	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4,8
Heloiofonia según meses del año (h/sol)													
Horas sol	171,2	138,9	153,1	157	170,9	168,9	238,9	239,3	209,6	181,2	172	179,6	181,7

Tomado del INAHMI: Estación Cayambe

### 3.3. OROGRAFÍA

El nevado Cayambe: el glaciar del nevado Cayambe –volcán,- está situado en latitud 00 .01' 72" N, Longitud 77' 59' 13", 5.790 m de elevación. El Cayambe es un volcán compuesto de una base casi rectangular (24 x 18 km) que

asciende a elevaciones de 3.000 metros en su lado occidental y casi 3.600 m en su lado septentrional a su cumbre 5.790 m. Sobre los 4.800 m. El volcán está cubierto por una capa glacial de 22 km<sup>2</sup>. Desde esta capa glacial de hielo se extiende abajo a 4.200 m en el muy mojado lado oriental amazónico pero solamente a 4.600 metros en el lado más seco. El complejo está formado por tres edificaciones volcánicas.

### **3.4. GEOLOGÍA**

Rocas metamórficas paleozoicas, constituidas de facies y esquistos verdes, intensamente plegados y dislocados, forman el núcleo de la cordillera real yafloran a la superficie al este del volcán Cayambe, monte Sarahurco y hacia el suroeste en las zonas de muro filo y tane, recubiertas de rocas volcánicas del cenozoico caracterizadas por rocas volcánicas - continentales del pleistoceno holoceno de composición andesita- liparítico.

### **3.5. HIDROLOGÍA**

Al oeste del cantón se ubica la microcuenca del río Pisque perteneciente a la subcuenca del río Guayllabamba, alimentado por deshielos y vertientes del Cayambe que recargan el curso superior del río, presentando patrones de drenaje rectangular, paralelo, subparalelo, radial, con el curso alineado y cambios bruscos de dirección, el total de área de la microcuenca es 1.118 km<sup>2</sup>, la longitud del río hasta la desembocadura es de 65 km, densidad de drenaje 0,40 (unidad permeable) y pendiente media del 4%. Al este, se localiza la subcuenca del río Quijos, perteneciente a la cuenca del río Napo, su cauce principal es el río Quijos, el cual se alimenta de los ríos que nacen del volcán Cayambe y Sarahurco presentado patrones de drenaje radial, subparalelo y angular (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

### **3.6. GEOMORFOLOGÍA**

La zona este se caracteriza por una heterogeneidad de formas, con pendientes de 3 a 30 % donde se destacan los volcanes Cayambe, Sarahurco, los cuales tienen pendientes mayores del 15%. Al oeste, el relieve en general es plano, con una pendiente promedio de 3% ( Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

### **3.7. SUELOS**

- Suelos derivados de materiales piroclásticos, alofánicos, francos a arenosos, con gran capacidad de retención de agua, muy negros en régimen frígido y mésico, negros en régimen térmico y con presencia, de horizonte amarillo de gran espesor en régimen hipertérmico.
- Suelos poco profundos, erosionados, sobre una capa dura (cangagua) a menos de un metro de profundidad, con horizonte argílico de poco espesor, textura franco arcillo arenoso.
- Suelos negros, profundos, francos a arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con menos de 30 % de arcilla (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

### **3.8. DEMOGRAFÍA**

De acuerdo a la información proporcionada por el V Censo Nacional de Población de 1990, el Cantón Cayambe, contó con 50.613 habitantes, misma que para el año 2000, según la proyección debe estar conformada por 56.429 habitantes.

En términos de valores relativos, al analizar los grupos de edades, se aprecia que se trata de una población en plena capacidad productiva, ya que de los 10 hasta los 59 años, concentra la mayoría, esto es el 63 %. Visto en la relación de sexo y por grupos de edad, se constata que se descompone en 49% de hombres y 51% de mujeres. La tasa anual de crecimiento vegetativo, es del 0,34% en el area rural y 2.3% en el área urbana, pudiéndose observar que se trata de una población con un lento proceso de expansión (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

Tabla 9. Proyección de la población en el área urbana y rural de Cayambe

Años	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2010
Urbano	18,187	18,671	19,18	19,698	20,208	20,694	21,164	21,633	22,087	22,513	22,895	35345
Rural	32,426	32,673	32,869	33,024	33,153	33,267	33,358	33,418	33,459	33,493	33,534	50450
Total Cantón	50,613	51,344	52,049	52,722	53,361	53,961	54,522	55,051	55,549	56,006	56,429	85795

Tomado del (INEC 1990 – 2010)

Tabla 10. Tasa de crecimiento

	Rural	Urbano	Total
Tasa anual de crecimiento demográfico	0,34	2,3	1,09

Tomado del (INEC 2010)

Tabla 11. Estadística de vivienda con servicios básicos y otros

Parroquia	Viviendas con agua potable al interior %	Viviendas con servicio de alcantarillado %	Viviendas con servicio de recolección de basura %	Viviendas con servicio de electricidad %	Viviendas con servicio higiénico exclusivo %
Cayambe	48,44	55,76	77,81	42,18	69,56
Ascázubi	20,46	13,22	82,71	34,82	59,66
Cangahua	9,99	5,13	28,16	8,78	22
Olmedo	14,66	15,45	33,17	9,86	34,14
Otón	7,21	3,3	46,46	7,91	34,43
Santa Rosa de Cusubamba	12,65	2,27	78,76	13,06	55,26

Tomado del SISE

## Continuación Horizontal

Parroquia	Viviendas con características adecuadas de piso %	Viviendas con características adecuadas de techo %	Viviendas con características adecuadas de pared %	Viviendas sin características de hacinamiento %	Hogares con saneamiento adecuado %	Promedio de personas por cuarto
Cayambe	89,02	43,04	80,84	53,48	2,19	72,63
Ascázubi	88,64	16,44	87,12	41,09	1,87	76,1
Cangahua	74,17	16,6	63,68	19,19	3,12	86,11
Olmedo	91,91	27,02	71,12	23,24	2,77	89,23
Otón	87,03	36,32	72,41	32,56	2,72	89,04
Santa Rosa de Cusubamba	91,34	41,65	80,62	33,27	2,34	85,76

Tomado del SISE

Tabla 12. Estadística de pobreza e indigencia

Parroquia	Incidencia de la pobreza %	Brecha de la pobreza %	severidad de la pobreza %	Incidencia de la indigencia %	brecha de la indigencia %	severidad de la indigencia %
Cayambe	72,63	36,89	23,22	40,02	16,31	8,87
Ascázubi	76,1	33,96	18,84	34,76	10,6	4,56
Cangahua	86,11	50,68	34,27	59,58	25,95	14,73
Olmedo	89,23	45,19	26,58	50,34	15,98	6,96
Otón	89,04	47,57	29,14	58,95	19,02	8,48
Santa Rosa de Cusubamba	85,76	39,47	21,98	41,48	11,7	4,83

Tomado del SISE

Tabla 13. Índice de desarrollo

Parroquia	Índice de desarrollo educativo	Índice de desarrollo de salud	Índice de desarrollo en infraestructura	Índice de desarrollo en vivienda	Índice de desarrollo social	Necesidades básicas insatisfechas
Cayambe	54,13	50,83	57,82	55,12	51,62	48,38
Ascázubi	50,06	40,3	48,75	49,41	46,31	53,69
Cangahua	36,87	35,05	45,12	40,07	35,74	64,26
Olmedo	46,58	36,88	47,23	43,15	39,91	60,09
Otón	38,32	35,99	44,9	43,35	37,85	62,15
Santa Rosa de Cusubamba	47,89	36,63	44,82	46,67	42,98	57,02

Tomado del SISE

Tabla 14. Centros educativos por Parroquia

Parroquia	Jardines		Escuelas		Colegios	
	Públicos	Privados	Públicos	Privados	Públicos	Privados
Cayambe	12	4	24	5	6	3
Ascázubi	1	1	4	0	1	0
Cangahua	1	0	22	1	1	0
Olmedo	2	0	9	1	1	0
Otón	0	0	5	0	0	0
Santa Rosa de Cusubamba	1	1	3	0	0	0
Total	17	6	70	7	9	3

ELABORACIÓN: GPP - DIPLA

Tabla 15. Desnutrición

Parroquia	No.	Menores de 6 años
Ascázubi	160	4
Cangahua	998	1
Cayambe	1575	0
Olmedo	509	0
Otón	202	0
Santa Rosa de Cusubamba	185	1

Tomado del SISE

Tabla 16. Superficie de los cultivos agrícolas

Cultivo	Superficie en Ha.	%
Arveja	20	0,22
Avena	85	0,95
Cabada	1980	22,1
Cebolla en rama	498	5,56
Centeno	21	0,23
Chocho	16	0,18
Col, lechuga, rábano	14	0,16
Espárrago	18	0,2
Fréjol seco	22	0,25
Fréjol tierno	118	1,32
Haba seca	65	0,73
Haba tierna	125	1,4
Lenteja seca	10	0,11
Maíz suave choclo	1250	13,95
Maíz suave seco	1208	13,48
Mellocos	4	0,04
Ocas	6	0,07
Papas	2098	23,42
Trigo	1350	15,07
Zanahoria amarilla	52	0,58
Total	8960	100

Tomado del MAGAP

Tabla 17. Abastecimiento de agua

Total	16344	100%
Red pública	9990	61,1
Pozo	556	3,4
Río o vertiente	5309	32,5
Carro repartidor	139	0,9
Otro	350	2,1

Tomado de ( INEC 2011)

Tabla 18. Tipo de combustible para cocinar

Total	16344	100%
Gas	11954	73,1
Electricidad	53	0,3
Gasolina	20	0,1
Kérex o diesel	59	0,4
Leña o carbón	4163	25,5
Otro	22	0,1
No cocina	73	0,4

Tomado de (INEC 2011)

Tabla 19. Eliminación de aguas servidas

Total	16344	100%
Red pública de alcantarillado	7931	48,5
Pozo ciego	2673	16,4
Pozo séptico	2043	12,5
Otra forma	3697	22,6

Tomado de (INEC 2011)

Tabla 20. Tipo de tenencia

Total	16344	100%
Propia	10641	65,1
Arrendada	4301	26,3
En anticresis	30	0,2
Gratuita	925	5,7
Por servicios	357	2,2
Otro	90	0,6

Tomado de (INEC 2011)

Tabla 21. Servicio eléctrico

Total	16344	100%
Si dispone	14785	90,5
No dispone	1559	9,5

Tomado de (INEC 2011)

Tabla 22. Servicio telefónico

Total	16344	100%
Si dispone	3652	22,3
No dispone	12692	77,7

Tomado de (INEC 2011)

### 3.9. NEVADO VOLCÁN CAYAMBE

El glaciar del nevado Cayambe, está situado en latitud 00 .01' 72" N, Longitud 77' 59' 13", 5.790 m de elevación.



Figura 7. Nevado – Volcán Cayambe

El Cayambe es un volcán compuesto de una base casi rectangular (24 x 18 km), que asciende a elevaciones de 3.000 metros en su lado occidental y casi 3.600 m en su lado septentrional a su cumbre 5.790 m. Sobre los 4.800 m. Es la tercera elevación más alta del Ecuador.

El volcán está cubierto por una capa glacial de 22 km<sup>2</sup>. Desde esta capa glacial de hielo se extiende abajo a 4.200 m en el muy mojado lado oriental amazónico pero solamente a 4.600 metros en el lado más seco.

El complejo está formado por tres edificaciones volcánicas.

- A un lado occidental del volcán. Viejo Cayambe comprometido principalmente de flujo de lava. Está extinto actualmente y muestra evidencias de inmenso desgaste glacial.
- El menos sólido nevado Cayambe, una edificación compuesta y construida sobre el oriente y vestigios del Viejo Cayambe, seguida de una caldera, evento que es indicado por una geométrica estructura y yacimientos exteriores más profundos.

Esta edificación fue construida principalmente de flujos de lava seguidos por erupciones ígneas que produjeron un gran espacio soldado de 60-80 m de grosor en el valle La Chimba. Este depósito está cubierto por una gran cantidad de “morrenas” del pleistoceno. Más tarde el nevado Cayambe fue cubierto en la cúpula de la cima de los orígenes de los flujos que descienden por el lado norte-noreste del volcán.

El área en la cima toscamente en una dirección este-oeste, con su cima principal de 5.790 m y su cima oriental de 5.487 m ambas formadas por cúpulas. No hay un cráter observable, grandes “morrenas” extendidas bajo 3.700 m especialmente en el lado norte. Ellas cubren el Viejo Cayambe con flujos de lava, así como también aquellos del nevado Cayambe (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

### **3.10. ÁREAS PROTEGIDAS NATURALES Y BOSQUES PROTECTORES**

**Reserva ecológica Cayambe-Coca.** Fue creada el 17 de noviembre de 1970, abarca una superficie total de 403.103 hectáreas (compartiendo con las provincias de Sucumbíos y Napo), se halla en un rango altitudinal entre 600 y 5.790 msnm. Esta reserva es catalogada como uno de los 22 “centros de diversidad de plantas” (UICN.WWF 1987). Se encuentra en el extremo este del cantón Cayambe, limitando con las parroquias Olmedo, Tabacundo y Cangahua y, parroquia Pifo del Distrito Metropolitano de Quito. Esta reserva abarca varias zonas de vida que poseen una variedad de fauna y flora de incalculable valor, muchas de ellas en peligro de extinción, el área presenta un relieve bastante irregular con pendientes fuertes y medias, debido a las

características propias de la zona con sitios colinados y pendientes fuertes (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

En la reserva se encuentran remanentes de vegetación primaria y manchas de bosque secundario, el bosque natural ha sido poco alterado encontrándose aún grandes parches de vegetación natural, especialmente en los sitios poco accesibles y suelos muy escarpados. Como bosque protector y de propiedad estatal se halla El Panecillo con 70 hectáreas.

### 3.10.1. FLORA

**Bosque seco Montano bajo (b.s.MB)** Desprovisto de su cobertura vegetal natural, debido a su intensa ocupación en agricultura. Sin embargo como plantas indicadoras de esta formación se pueden citar, el nogal, guaranguillo, el chinchín, sigse, achupalla, guaba, sachachocho, retama, varios saucos, arupo, el mataperro (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).



Figura 8. Nogales, Chinchín, Sigse.

**Bosque húmedo Montano (b.h.M)** No existe una cubierta vegetal natural original, predominan los pajonales con las especies de los géneros Estipa,

Calamagrostis y Festuca, en asociación con el romerillo, mortiño, orejuela sacha chocho, chuquiragua, valeriana. Dentro de este paisaje se encuentra vegetación secundaria, en la que predominan la sacha peral o chachacoma, quishuar, y sobre morrenas provenientes de los glaciales, o a lo largo de los riachuelos, se encuentran los quishuares, polylepis formando macizos compactos.

Con el incremento de altitud, los árboles y arbustos se vuelven cada vez más escasos, sin embargo el arbusto que más se encuentra es el Lorocariathuyoides. En los límites inferiores se ve un aumento progresivo en el tamaño y densidad de la vegetación leñosa, mientras los pajonales, como las especies propias del páramo, van desapareciendo (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).



Figura 9. Pajonales

**Bosque muy húmedo Montano (b.m.h.M)** Los géneros más conocidos y característicos en esta zona de vida son el fraylejón el helecho del género *Blechnum*, parecido a la palma; igual que el género *Puya* de hojas espinosas e inflorescencia columnar central, varias especies de pajas formadas por los géneros como *Festuca*, *Calamagrostis* y *Stipa*. Otra de las formas de vida, son

las asociaciones denominadas en esterilla o almohadón, las que se encuentran en las lagunas y charcos pequeños, o donde el nivel freático de las aguas es superficial (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).



Figura 10. Frailejones y Puya de hojas espinosas

**Bosque húmedo Montano Bajo (b.h.MB)** En las partes montañosas, las especies más comunes son cascarilla, romerillo, coquito de montaña, cedro, malva, arrayán. En aquellos sitios donde existe intervención humana son comunes el aliso, el guarumo plateado, helecho arbóreo, laurel de cera, colca y extensos surales (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).



Figura 11. Romerillo y Laurel de cera

**Bosque muy húmedo Sub Alpino (páramo) (b.h.m.h SA)** La cobertura vegetal de esta zona de vida son los pajonales, en que se destacan en forma aislada el género Senecio, de hojas pubescentes y de color blanco, en asociación con rabo de zorro (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).



Figura 12. Pajonal de hojas pubescentes

**Bosque pluvial Sub Alpino (páramo pluvial) (b.p. SA)** La composición florística de esta zona de vida, la conforman los pajonales entre los que se destacan los individuos de senecio en asociación con el rabo de zorro (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).



Figura 13. Cola de zorro y Pajonal

### 3.10.2. PRODUCCIÓN

La zona de Cayambe es productora de cereales, tubérculos y hortalizas. Los productos de mayor escala son cebada, papas, trigo, maíz; se cultivan en menor escala arveja, habas, fréjol, hortalizas, alfalfa etc. Existe ganado de leche y carne. La leche es el principal producto de esta región, la misma que es industrializada para convertirla en quesos, yogurt, leche en polvo, manjares, etc. a pesar que la ganadería de leche ha decrecido todavía se conservan hatos ganaderos de primer orden y calidad (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

La lana de ovinos y la producción porcina son actividades complementarias. El cultivo de la cebolla se ha desarrollado en forma considerable en las comunidades de Cangahua y Olmedo.

La floricultura con alrededor de 120 plantaciones en el cantón y mediante tecnología de punta logra productos con estándares de primera calidad con su correspondiente valor agregado constituyéndose en rubro importante de generación de divisas para el país.

### 3.10.3. INDUSTRIA

Las fábricas Nestle, Alimec S.A.(Miraflores), González, Indulac S.A.(Dulacs) y más industrias pequeñas son las que se dedican al procesamiento de leche. El

molino La Unión produce harina de trigo y fideos. Además existen pequeñas industrias de adoquines, ladrillos, orfebrería, metalmecánica, muebles de madera y otros. La elaboración de biscochos se distribuye en pequeñas industrias populares que generan considerables ganancias a quienes se dedican a estos menesteres (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2009).

### **3.11. ANÁLISIS FODA**

El análisis FODA es una sencilla herramienta utilizada para realizar análisis de la situación de un proyecto, empresa o trabajo, sin embargo hay mucha gente que no conoce esta forma de análisis.

Al análisis FODA también se lo conoce como análisis DAFO, pero se lo puede encontrar también como análisis SWOT.

El Análisis FODA, es un método usado para analizar la situación interna y externa de un proyecto, trabajo o empresa, este método analiza internamente las Fortalezas y las Debilidades, y externamente las Oportunidades y Amenazas que este pueda tener, para planificar una solución o una estrategia a futuro.( Gestión Empresarial, 2012)

#### **3.11.1. FISICO AMBIENTAL**

##### **FORTALEZAS**

- Existencia del Plan de Desarrollo Participativo Cantonal
- Riqueza del suelo
- Existe preocupación de algunas comunidades por cuidar las fuentes de agua
- Manejo sustentable de los recursos naturales

- Existencia de 5 pisos productivos agrícolas
- Cobertura eléctrica en todo el cantón

### **OPORTUNIDADES**

- Crecimiento del turismo ecológico
- Asignación de recursos nacionales e internacionales para un óptimo manejo ambiental
- Estudios y proyectos de universidades
- Alianzas con ONG y organismos financieros para ejecución de obras

### **DEBILIDADES**

- Avance de la frontera agrícola por falta de regulaciones
- Quemas, talas, contaminación por falta de conciencia ambiental
- Contaminación de ríos por residuos químicos y aguas servidas
- Falta de planes de ordenamiento urbano y territorial
- Sistema de recolección de basura deficiente
- Crecimiento urbano acelerado y sin adecuada planificación
- Subdivisión de los páramos para manejo comunitario
- Falta de capacitación en la municipalidad

- Falta infraestructura básica agua potable (baja calidad y poca cobertura)
- Cabeceras parroquiales con insuficiente servicio de alcantarillado
- Insuficientes servicios de salud

### **AMENAZAS**

- Ministerio del Ambiente y su política de división de los páramos
- Falta de atención del Gobierno Provincial de Pichincha

### **3.11.2. FODA ECONOMIA**

#### **FORTALEZAS**

- Variedad de suelos
- Recurso humano
- Suficientes recursos hídricos
- Presencia de industrias lácteas y floricultoras
- Identidad cultural, ecoturismo y etnoturismo
- Posición geográfica

- Vías terrestres de primer orden
- Atractivos turísticos y sitios arqueológicos
- Gran producción ganadera
- Paisaje natural nevado Cayambe
- Inversiones importantes en la floricultura
- Gobierno municipal apoya a la producción
- Plan de Desarrollo Participativo del Cantón

### **OPORTUNIDADES**

- Quito como mercado cercano
- Construcción del nuevo aeropuerto
- Proyecto de reactivación del ferrocarril Quito - Otavalo
- Conectividad vial interprovincial
- Demanda local e internacional de productos alternativos no tradicionales que se dan en la zona

### **DEBILIDADES**

- Erosión del suelo
- Concentración de la tierra en pocas manos

- Alta concentración humana debido a la inmigración
- Ausencia de mercado local e inexistencia de políticas de mercadeo
- Presencia de intermediarios
- Falta de infraestructura turística
- Falta incorporar valor agregado a la producción
- Los ingresos económicos no son reinvertidos en el cantón
- Ausencia de nuevas tecnologías y falta de capacitación
- Emigración de la mano de obra no calificada a las ciudades

## **AMENAZAS**

- Globalización
- Aparición de nuevas enfermedades fitosanitarias.

## **4. ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MAPAS CORRESPONDIENTES A LA CUENCA DEL RÍO BLANCO**

### **4.1. MAPA BASE**

#### **Descripción:**

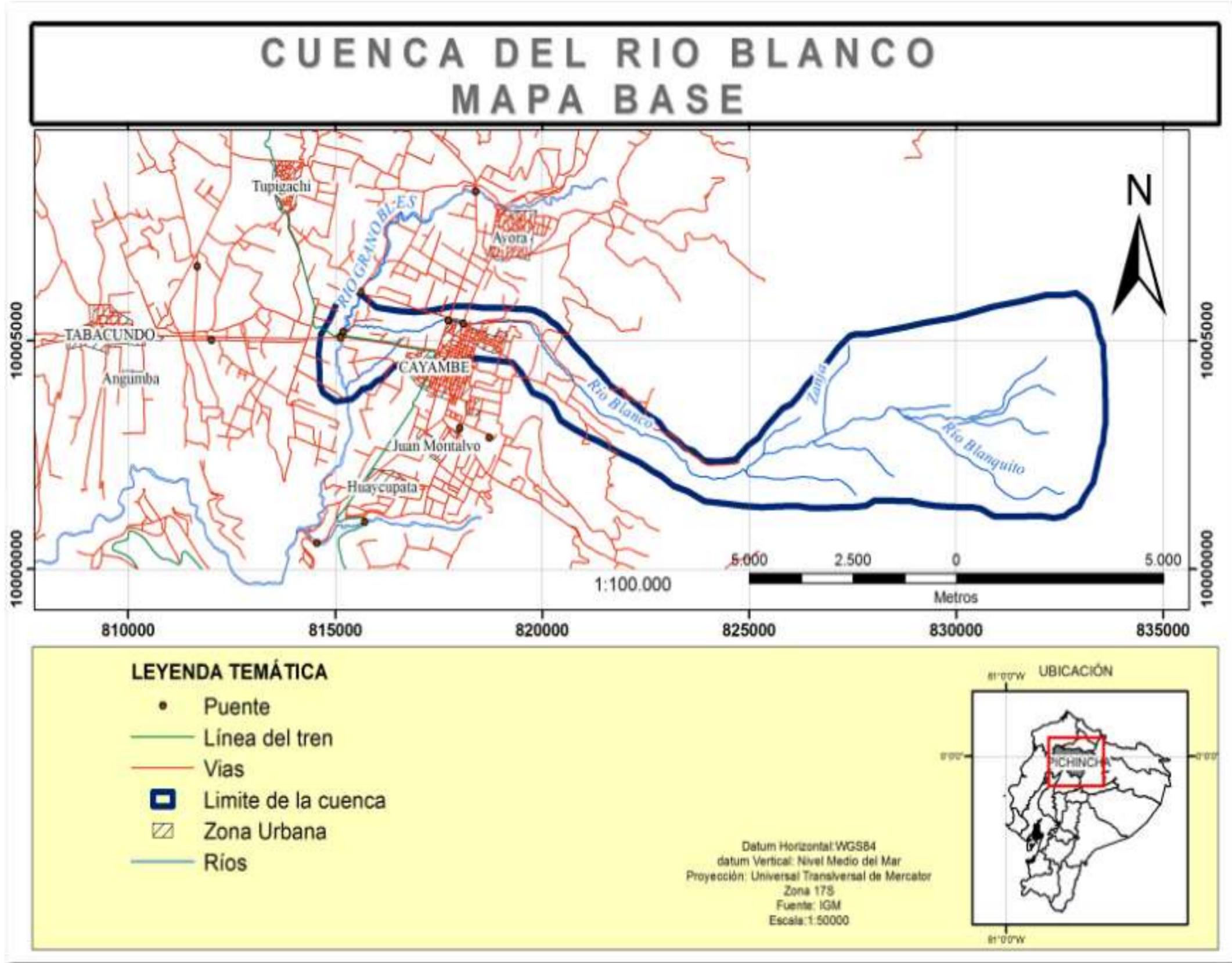
Este Mapa Base fue tomado del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, y a partir de este se generaron los mapas siguientes.

En el Mapa Base se puede apreciar claramente el límite de la Cuenca del Río Blanco, con un tono azul oscuro y con un tono azul claro podemos apreciar los ríos que atraviesan por dicha Cuenca, estos son:

En su origen, en el Nevado Volcán Cayambe, el Río principal toma el nombre de Río Blanquillo, donde podemos apreciar un brazo o ramificación del mismo que toma el nombre de Zanja. Mientras se aproxima a la Ciudad de Cayambe, el Río Blanquillo, toma el nombre de Río Blanco, y casi al llegar al límite final de la Cuenca desemboca en el Río Granobles, el mismo que cruza por la Parroquia Ayora.

Se encuentran 7 Zonas Pobladas o Urbanas. La principal para el presente estudio es la zona del Cantón Cayambe; encontrándose al noreste la población de Ayora y al noroeste la población de Tupigachi, al extremo oeste de Cayambe, las poblaciones de Tabacundo y Angúmba y en la zona sur las poblaciones de Juan Montalvo y Huaycupata.

Se puede divisar 12 puentes, una cantidad considerable de vías, caminos y carreteras que atraviesan las zonas pobladas y una línea férrea o de tren que cruza por Huaycupata, Juan Montalvo, Cayambe y Tupigachi.



## 4.2. MAPA DE ISOTERMAS.

### Descripción:

Desde la cota 5000 hasta la cota 4520 de la Cuenca, se tiene una temperatura promedio de 3-4 °C, por lo que existe la presencia de nieve en Nevado Volcán Cayambe.

Desde la cota 4520 hasta la cota 4200 se presenta una temperatura promedio de 4-5°C, donde se sienten todavía los vientos fríos provenientes del Cayambe

Desde la cota 4200 hasta la cota 4080 se aprecia una temperatura promedio de 5-6°C

Desde la cota 4080 hasta la cota 3640 se aprecia una temperatura promedio de 6-7°C

Desde la cota 3640 hasta la cota 3520 se aprecia una temperatura promedio de 7-8°C

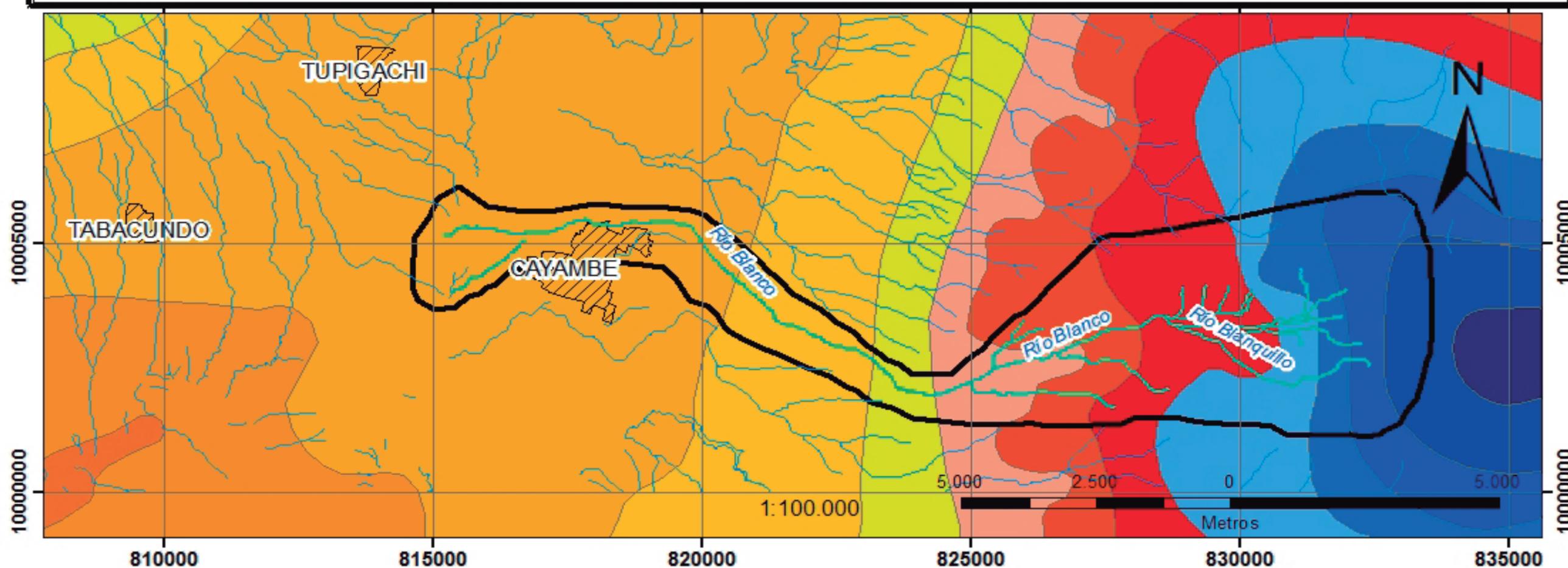
Desde la cota 3520 hasta la cota 3240 se aprecia una temperatura promedio de 8-9°C

Desde la cota 3240 hasta la cota 3160 se aprecia una temperatura promedio de 9-10°C

Desde la cota 3160 hasta la cota 3000 se aprecia una temperatura promedio de 11-12°C

Desde la cota 3000 hasta la cota 2600 se aprecia una temperatura promedio de 12-13°C, siendo esta la más alta que se encuentra en toda la longitud de la Cuenca.

# CUENCA DEL RIO BLANCO MAPA DE ISOTERMAS



## LEYENDA TEMÁTICA

Rio Blanco

Zona Urbana

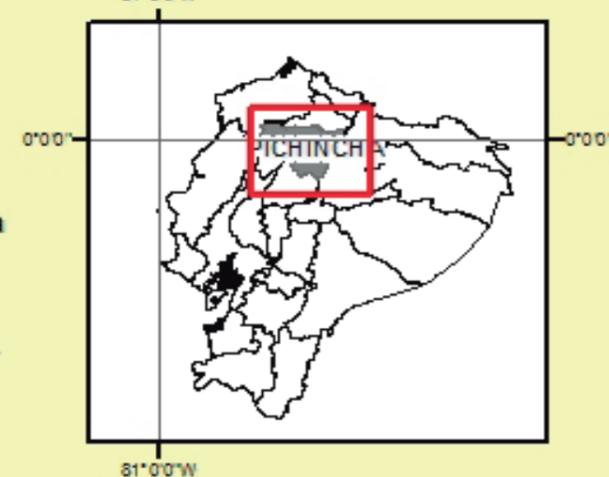
### ISOTERMAS (°C)



Elaborado por: Cristina Cadena

Datum Horizontal: WGS84  
 datum Vertical: Nivel Medio del Mar  
 Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Zona 17S  
 Fuente: IGM  
 Escala: 1:50000

### UBICACIÓN



### 4.3. MAPA DE PENDIENTES

#### Descripción:

Para facilitar la descripción del mapa de pendientes, se ha dividido éste en doce secciones.

S1. Corresponde a la zona misma del volcán y cuya pendiente no se puede analizar, debido a que está cubierta de una gran masa de hielo y el mapa base fue proporcionado por el Ministerio de Agricultura.

S2. Esta sección es un pequeño porcentaje ubicado en la parte superior en la cuenca hidrográfica, aproximadamente en la cota 4200, donde se presenta un terreno montañoso con pendientes mayores al 70%, lo que dificulta las labores agrícolas por presentar alta vulnerabilidad a la erosión hídrica y eólica.

S3. Esta sección es adyacente de la S2, donde encontramos un suelo con pendientes fuertes o colinadas de 25% a 50%. En esta pendiente si es posible las labores agrícolas aunque la escasa accesibilidad a ella, carece de cultivos.

S4. Esta sección se encuentra en la cota 4200, bajo la sección S2, cuya pendiente va del 5% al 12% con una inclinación regular, suave o ligeramente ondulada. A pesar de que el suelo es propicio para la agricultura, las bajas temperaturas de aproximadamente 4°C a 5° C y la poca accesibilidad al sitio mismo, hacen que estas labores sean limitadas.

S5. Se encuentra en la parte inferior de la cuenca hidrográfica, desde la cota 4200 a la cota 3520 aproximadamente, donde encontramos suelos con pendientes muy fuertes, con suelo escarpado del 50% al 70%. Es un suelo donde la labor agrícola se dificulta.

S6. La encontramos entre S4 y S5, se extiende aproximadamente desde la cota 4000 a la cota 3200. Esta sección se caracteriza por presentar una pendiente abrupta, montañoso mayor al 70%, con escasa labor agrícola por ser además propensa a la erosión eólica e hídrica.

S7. Se extiende desde la cota 3600 a la cota 3000, abarcando toda la cuenca de norte a sur, se caracteriza por tener una pendiente muy fuerte, escarpado de 50% a 70%. Por su inclinación se podría decir que implementar una labor agrícola no es tan factible, pero gracias a la accesibilidad y cercanía la gente de los alrededores aprovecha este suelo, tanto para agricultura como para crianza y alimentación de animales domésticos.

S8. Se encuentra en la parte superior de la cuenca hidrográfica, aproximadamente desde la cota 3040 hasta la cota 2880 muy cerca de la ciudad de Cayambe. Se caracteriza por ser una zona con inclinación regular, suave o ligeramente ondulada con pendiente de 5% a 12%, apta para cría de ganado y otros animales domésticos y donde ya encontramos una fuerte labor agrícola, especialmente invernaderos de rosas y productos alimenticios.

S9. Esta sección es un pequeño porcentaje en la parte superior de la cuenca, aproximadamente en la cota 2960, donde encontramos un suelo con pendiente fuerte del 25% al 50%, en la que los campesinos han sabido desarrolla sus labores agrícolas con normalidad pese a su fuerte inclinación.

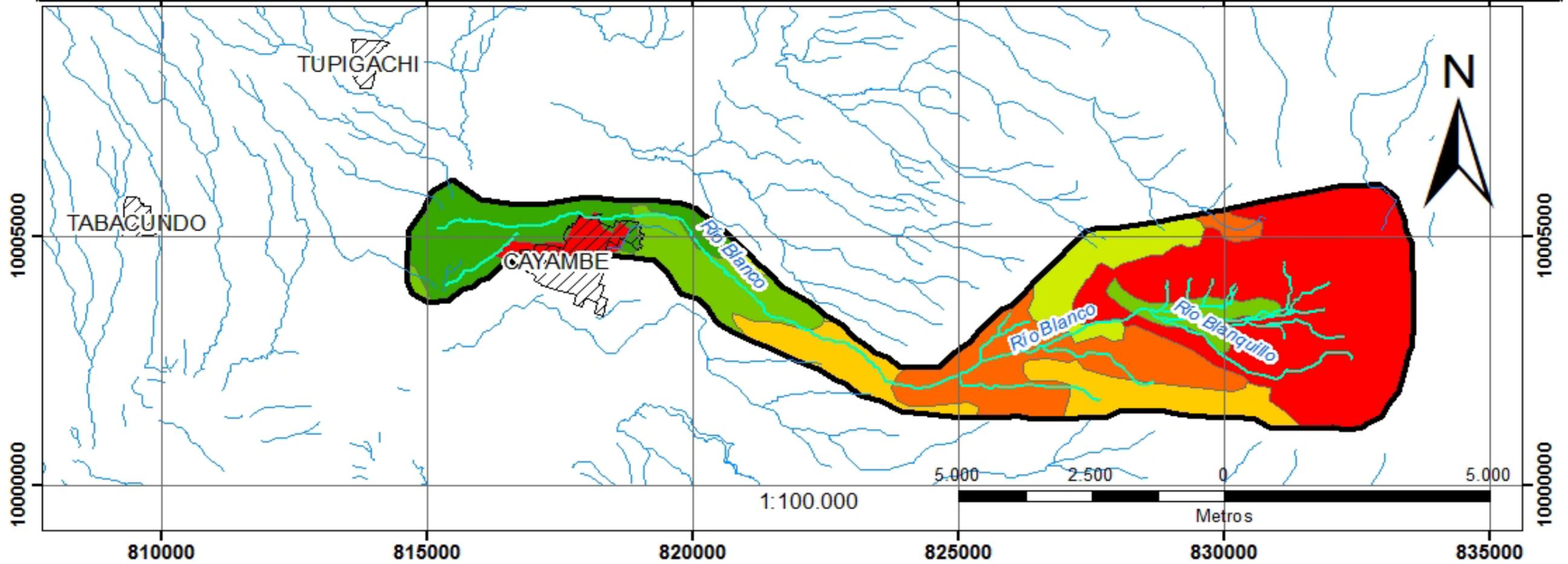
S10. Se encuentra en la parte superior de la cuenca hidrográfica y se extiende desde la cota 2960 hasta la cota 2600, pasando por la parte superior de la ciudad de Cayambe. Se caracteriza por tener pendientes débiles, planas o casi planas del 0% al 5% donde predominan los cultivos alimenticios e invernaderos de rosas.

S11. Es un pequeño porcentaje en la parte inferior de la cuenca hidrográfica, que se extiende desde la cota 2880 hasta la cota 2800 aproximadamente correspondiente a la parte superior de la ciudad de Cayambe, es decir es una zona netamente urbana y habitada por lo que su pendiente no fue estudiada.

S12. Es un mínimo porcentaje de la cuenca ubicado en la parte inferior, aproximadamente en la cota 2640, en la que se encuentra una inclinación

suave o ligeramente ondulada del 5% al 12% de pendiente aproximadamente.

# CUENCA DEL RIO BLANCO MAPA DE PENDIENTES



### LEYENDA TEMÁTICA

- Rio Blanco
- Zona Urbana
- Limite\_subcuenca

### PENDIENTES

#### pendiente

- NO APLICABLE
- ABRUPTAS, MONTAÑOSO MAYOR AL 70%
- MUY FUERTES, ESCARPADO 50-70%
- FUERTES, COLINADO 25-50%
- INCLINACION REGULAR, SUAVE O LIGERAMENTE ONDULADA 5-12%
- DEBIL, PLANO O CASI PLANO 0-5%

### UBICACIÓN



Elaborado por: Cristina Cadena

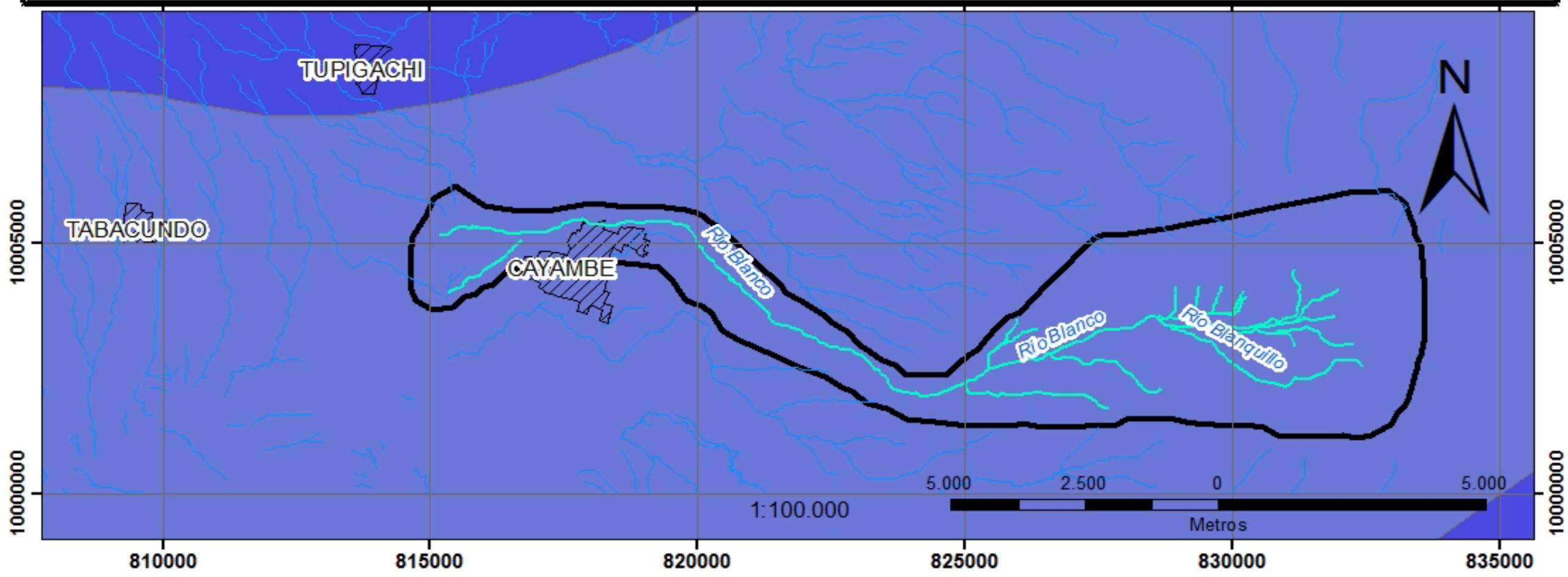
Datum Horizontal: WGS84  
 datum Vertical: Nivel Medio del Mar  
 Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Zona 17S  
 Fuente: IGM  
 Escala: 1:50000

#### **4.4. MAPA DE ISOYETAS**

**Descripción:**

En el mapa de isoyetas se puede apreciar la distribución geográfica de las precipitaciones dando como resultado que en toda la superficie de la cuenca y en las zonas pobladas, tenemos una media de 750 a 1000mm. Solamente en la zona de Tupigachi la media es de 1000 a 1250mm.

# CUENCA DEL RIO BLANCO MAPA DE ISOYETAS



## LEYENDA TEMÁTICA

- Rio Blanco
  - Zona Urbana
  - Limite Subcuenca
- ISOYETAS**
- Rango mm**
- 1250-1500
  - 1000-1250
  - 750-1000



Elaborado por: Cristina Cadena  
Datum Horizontal: WGS84  
datum Vertical: Nivel Medio del Mar  
Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Zona 17S  
Fuente: IGM  
Escala: 1:50000

#### **4.5. MAPA DE RIESGOS NATURALES**

##### **Descripción:**

La cuenca del Río Blanco se encuentra en una zona donde encontramos riesgos naturales de tres tipos distintos:

El primero es el riesgo de movimiento de masas que se lo ha clasificado en tres clases que son: alta, media y de baja a nula susceptibilidad de movimientos en masa.

La clase que va de baja a nula la encontramos en dos sectores de la cuenca, desde la cota 5000 hasta la cota 3760 aproximadamente y desde la cota 2880 hasta finalizar la cuenca en la cota 2600 abarcando la cuenca de norte a sur.

La clase con mediana susceptibilidad solamente se encuentra en la parte superior de la cuenca, desde la cota 4000 hasta la cota 3640 aproximadamente.

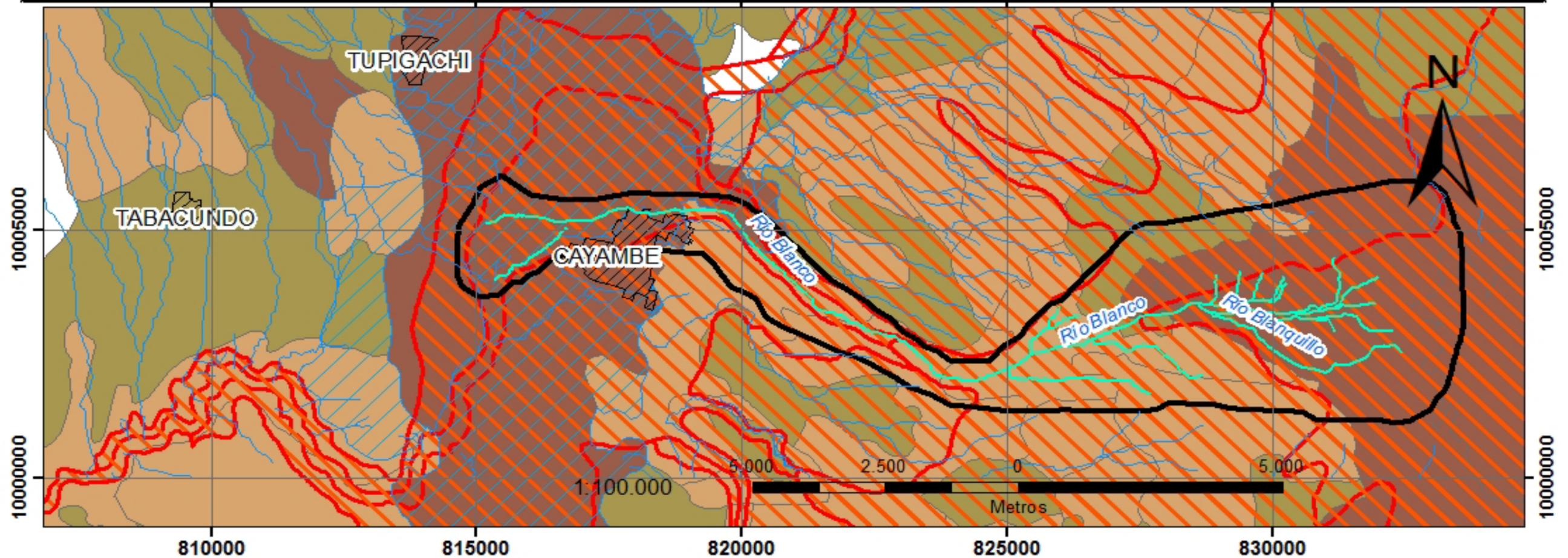
La clase de alta susceptibilidad de movimiento de masa la encontramos en un pequeño porcentaje de la zona superior de la cuenca, aproximadamente en la cota 4200 y en la parte inferior de la cuenca, extendiéndose desde la cota 4200 hasta la cota 2880.

El segundo tipo es el riesgo de inundaciones, es provocado por la crecida del Río Blanco y el Río Granobles, el área de inundación se puede producir desde la cota 2960 hasta la cota 2600 aproximadamente.

El tercer tipo de riesgo natural es el provocado por la cercanía del nevado volcán Cayambe y es el riesgo volcánico; la cuenca, en toda su extensión, es susceptible a este riesgo ya que se encuentra en permanente actividad, aunque no se ha registrado erupciones recientes.

# CUENCA DEL RIO BLANCO

## MAPA DE RIESGOS NATURALES



### LEYENDA TEMÁTICA

-  Rio Blanco
-  Zona Urbana
-  Limite\_subcuenca
-  AREA\_INUNDACION
-  PELIGRO\_VOLCANICO

### MOVIMIENTOS DE MASA

-  ALTA SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA
-  BAJA A NULA SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA
-  MEDIANA SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA

Elaborado por: Cristina Cadena

Datum Horizontal: WGS84  
 datum Vertical: Nivel Medio del Mar  
 Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Zona 17S  
 Fuente: IGM  
 Escala: 1:50000



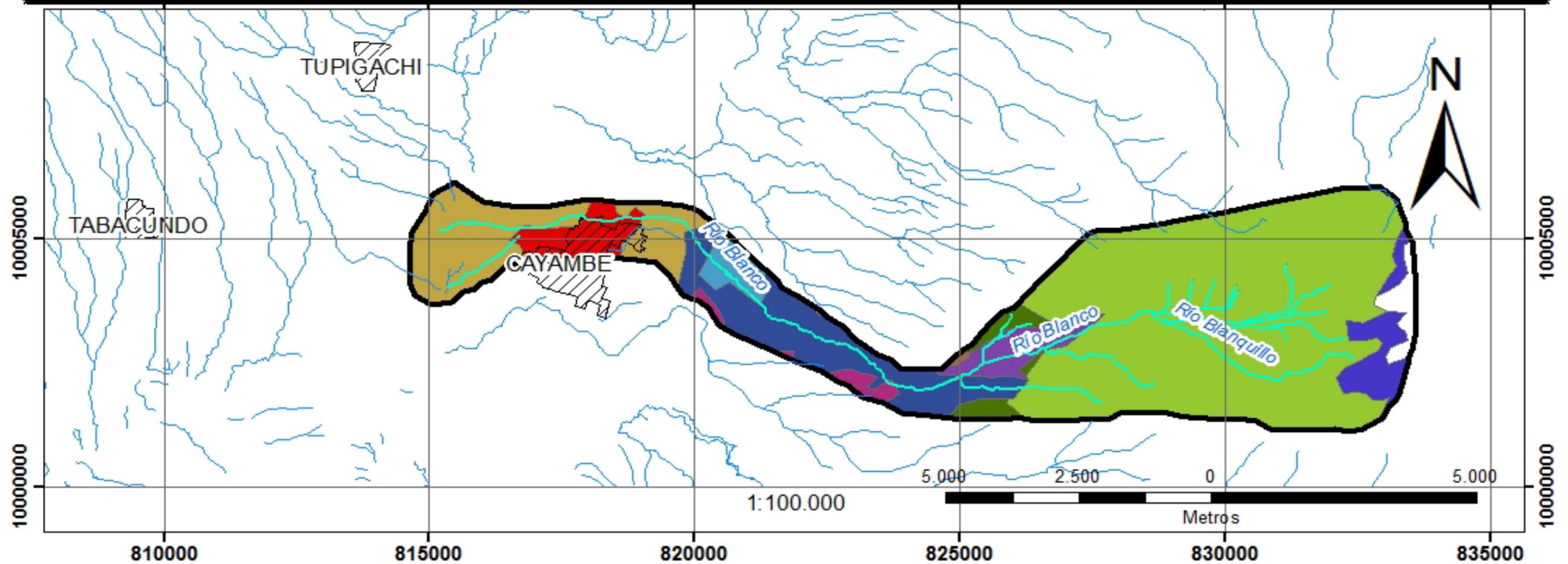
#### **4.6. MAPA DE USO DE SUELO**

##### **Descripción:**

En el mapa de suelos se aprecia que la mayor parte de la cuenca está conformada por páramo y pastos plantados, esto se debe a su poca accesibilidad, desde la cota 4200 hasta la cota 3800 aproximadamente se tiene solamente páramo, desde la 3800 hasta la 3640 aproximadamente se tiene vegetación arbustiva y bosque natural, hasta la cota 3000 aproximadamente se tienen pastos plantados para la crianza de ganado y animales domésticos en general y cultivos de ciclo corto, y por último desde la cota 3000 hasta la 2820 se encuentran ciertos cultivos de ciclo corto.

Aproximadamente desde la cota 3160 se encuentran asentamientos y viviendas a la orilla del río Blanco.

# CUENCA DEL RIO BLANCO MAPA DE USO DE SUELO



## LEYENDA TEMÁTICA

- |                           |                                            |
|---------------------------|--------------------------------------------|
| Rio Blanco                | Cultivos de ciclo corto                    |
| Zona Urbana               | Cultivos de ciclo corto - Pastos plantados |
| Limite_subcuenca          | Nieve, glaciares                           |
| <b>USO DE SUELO</b>       |                                            |
| Areas erosionadas         | Páramo                                     |
| Asentamiento poblado      | Vegetación arbustiva                       |
| Bosque natural            | Vegetación arbustiva - Pastos plantados    |
| Cultivos bajo invernadero |                                            |

Elaborado por: Cristina Cadena

Datum Horizontal: WGS84  
 datum Vertical: Nivel Medio del Mar  
 Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Zona 17S  
 Fuente: IGM  
 Escala: 1:50000



#### 4.7. MAPA DE TIPO DE SUELO

##### **Descripción:**

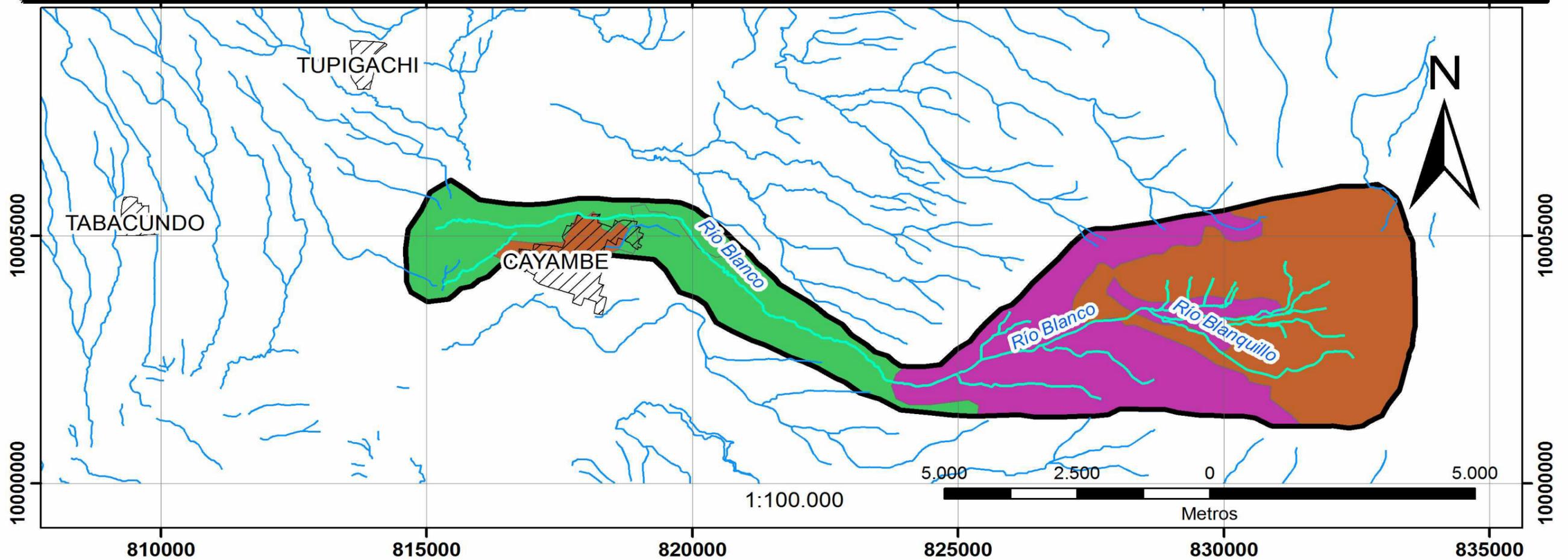
Desde la cota 4200 hasta la cota 3800 aproximadamente encontramos solamente paramos y vegetación arbustiva.

Desde la cota 3800 hasta la cota 3200 aproximadamente se encuentran suelos de orden INCEPTISOL, los cuales se caracterizan por ser suelos iniciales, es decir su principal característica de formación es la presencia de horizontes poco evolucionado.

Son aquellos superficiales o moderadamente profundos, que están empezando a mostrar el desarrollo de los horizontes, se caracterizan por tener piedras de origen volcánico y acumulación de material arrastrado por escorrentía. Es por ello, que en este orden aparecerán suelos con uno o más horizontes con materiales de meteorización extrema. (Gisbert e Ibañez, 2010)

Desde la cota 3200 hasta la cota 2820 se encuentra un suelo de orden MOLLISOL, los mismos que se caracterizan por tener un horizonte bien oscuro, rico en materiales orgánicos y con horizontes subsuperficial cálcico. Como principal factor limitante para el desarrollo del suelo, podemos mencionar al clima, aunque también influye la combinación de otros factores ambientales.(Gisbert et al, 2010)

# CUENCA DEL RIO BLANCO MAPA DE TIPO DE SUELO



## LEYENDA TEMÁTICA

- Rio Blanco
- Zona Urbana
- Limite\_subcuenca

### TIPO DE SUELOS (TAXONOMIA)

#### ORDEN

- INCEPTISOL
- MOLLISOL
- NO APLICABLE

Elaborado por: Cristina Cadena  
Datum Horizontal: WGS84  
datum Vertical: Nivel Medio del Mar  
Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Zona 17S  
Fuente: IGM  
Escala: 1:50000



#### **4.8. MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO**

**Descripción:**

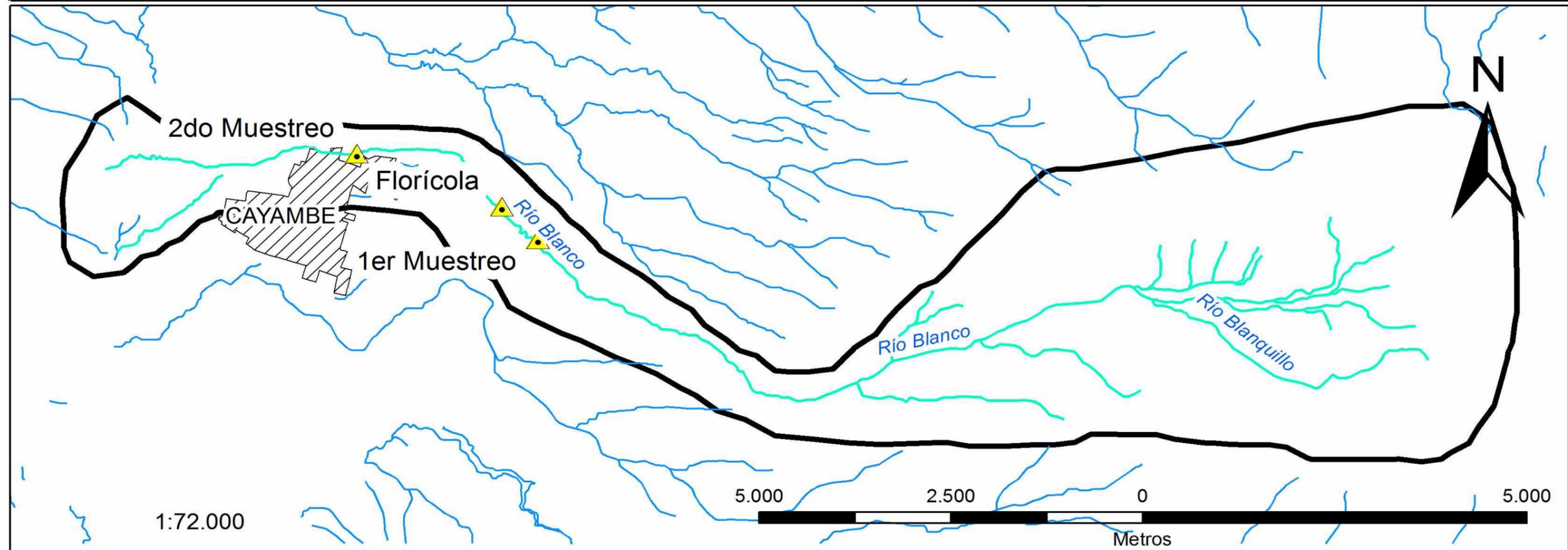
En este mapa se referenciaron los puntos marcados por el GPS, donde se realizó la toma de las muestras para el análisis de aguas.

A estos puntos referenciales se los encuentra en el mapa como un triángulo amarillo con un punto negro en el centro.

En el mapa también se ubicó a una florícola que se encuentra en la cuenca del río Blanco.

# CUENCA DEL RIO BLANCO

## MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO



### LEYENDA TEMÁTICA

-  Puntos\_de\_Muestreo
-  Río Blanco
-  Zona Urbana
-  Límite subcuenca

Elaborado por: Cristina Cadena

Datum Horizontal: WGS84  
 datum Vertical: Nivel Medio del Mar  
 Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Zona 17S  
 Fuente: IGM  
 Escala: 1:50000



## **5. CAPÍTULO V. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO CON FINES DE PRIORIZACIÓN DE CUENCAS**

Por lo general, cuando se requiere conocer el estado situacional de la gestión de las cuencas hidrográficas, se realiza una evaluación y diagnóstico de dicha gestión, con fines de adoptar un conjunto de políticas y estrategias para su manejo. Para llevar a cabo tal evaluación, se han desarrollado algunas metodologías, unas más detalladas que otras, pero que en resumen buscan facilitar el proceso de planificación y toma de decisiones(Villanueva, 2008).

En el análisis, deben considerarse, las áreas temáticas, las mismas que a su vez se pueden dividir en sub-áreas. La metodología de evaluación y diagnóstico (MED) que se desarrolla en función de áreas y sub-áreas temáticas son 2.

- Aspectos Gerenciales
- Aspectos Técnicos.

Se asume que para un aspecto temático a evaluar puede disponerse de suficiente información que es posible ordenarse de mayor a menor, y asumir que su distribución sigue una tendencia normal, por lo que el valor medio puede calificarse o asociarse cualitativamente con un calificador subjetivo medio igualmente. Este valor medio aumentado o disminuido en valores de la desviación estándar correspondiente para producir valores que pueden ser asociados de manera similar con calificadores cualitativos de mayor o menor rango respectivamente(Villanueva, 2008).

El paso siguiente a una evaluación y diagnóstico puede ser la priorización de las cuencas en estudio con fines de aplicar políticas, estrategias, planes de acción, programas y proyectos. Por esta razón, la metodología que se presenta se ha desarrollado en alguna forma relacionada con la priorización de las cuencas consideradas. Se puede decir que la metodología considera la evaluación de cada sub-área temática a través de un parámetro seleccionado en función de la información disponible. El diagnóstico se lleva a cabo mediante

la adopción de una escala de calificación que cumple con los requerimientos de la técnica de priorización. La escala de calificación puede ser cualitativa y cuantitativa, o ambas a la vez.

La información disponible puede provenir de mapas de SIG, estudios, informes o el conocimiento de un experto. Los parámetros de evaluación y escalas de calificación son susceptibles de ser modificados en función de la disponibilidad de información, y de los inconvenientes que se encuentren al momento de realizar la calificación(Villanueva, 2008).

## **ASPECTOS GERENCIALES**

Dentro de estos aspectos temáticos se han considerado: Política, Socioeconómica, Económica, Institucional, Recursos Humanos, Información.

### **5.1. POLÍTICA**

Puede considerarse conformada por tres sub-áreas: Marco de Política, Marco Legal, Marco Institucional.

#### **5.1.1. MARCO DE POLÍTICA**

Se considerada importante evaluar la existencia o no de políticas de gobierno en relación a la gestión, por ejemplo de los recursos naturales como son agua, suelo, forestal y recursos hidro-biológicos.

El parámetro de evaluación puede ser la existencia o no de políticas de gestión de recursos naturales por cada recurso a evaluar. Desde el punto de vista de priorización, es deseable que se tenga el mayor número de políticas sobre la gestión de recursos naturales seleccionados.

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 22.

Tabla 23. Escala de calificación Marco de Política

Número de políticas existentes	Puntaje
4	10
3	7,5
2	5
1	2,5
0	0

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar puede ser el Plan de Desarrollo del país.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 10 debido a que existen más de cuatro políticas a ser aplicadas en esta zona del proyecto

### 5.1.2. MARCO LEGAL

Se considera necesario evaluar la existencia o no de normas legales que guarden relación con las políticas establecidas por el gobierno en relación a la gestión de recursos naturales en la cuenca hidrográfica.

El parámetro seleccionado para evaluar la existencia o no de leyes sobre la gestión de recursos naturales es el número de leyes existentes, en concordancia con el marco de política establecido. Desde el punto de vista de priorización, es deseable que se tenga el mayor número de leyes sobre la gestión de recursos naturales seleccionados.

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 23.

Tabla 24. Escala de calificación Marco Legal

Número de leyes existentes	Puntaje
4	10
3	7,5
2	5
1	2,5
0	0

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar pueden ser las leyes existentes sobre los diferentes recursos naturales seleccionados, como el agua, suelo, forestal, etc.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 10 debido a que existen más de cuatro leyes a ser aplicadas en esta zona del proyecto.

### 5.1.3. MARCO INSTITUCIONAL

En esta área se desea evaluar el grado de implementación de las instituciones a nivel nacional consideradas en el marco de política y el marco legal, con relación a los recursos naturales seleccionados. El parámetro escogido para evaluar es el nivel de implementación de instituciones creadas por las leyes sobre los recursos naturales seleccionados. Desde el punto de vista de priorización, es deseable que se tenga el mayor porcentaje de implementación de las instituciones creadas.

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 24.

Tabla 25. Escala de calificación Marco Institucional

% de implementación	Puntaje
76 – 100	7,6 – 10
51 – 75	5,1 - 7,5
25 – 50	2,1 - 5
0 - 25	0 - 2,5

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar puede ser información cuantificable o información directa de expertos o funcionarios de gobierno.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 4 debido a que el porcentaje de implementación es del 40% zona del proyecto

## 5.2. SOCIOECONÓMICA

Se ha dividido en tres sub-área temáticas: Demografía, Estructura Ocupacional y Estructura Social.

## 5.3. DEMOGRAFÍA

Los aspectos de demografía pueden ser evaluados en función de los siguientes parámetros:

### 5.3.1. POBLACIÓN DE CENTROS POBLADOS IMPORTANTES (PCP)

El parámetro a evaluar puede ser la población del centro poblado más importantes por cuenca. Desde el punto de vista de priorización es deseable que se tenga priorizadas las cuencas con los mayores centros poblados. Se preparará una lista que contenga la ciudad o poblado más importante por cuenca. Se puede distinguir una población máxima (PCP máx.), una población mínima (PCP mín.), una población promedio (PCP prom) y una desviación estándar (Desv. Est.) (Villanueva, 2008).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 25.

Tabla 26. Escala de calificación Población de centros poblados importantes

Rango		Puntaje
PCP mín	, PCP mín + Desv. Est.	2,5
PCP mín + Desv. Est	, PCP prom	5
PCP prom	, PCP prom + Desv. Est.	7,5
PCP prom + Desv. Est	, PCP máx	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar son los reportes estadísticos del INEC.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 10 debido a que tiene centros poblados muy consolidados en la zona del proyecto.

### 5.3.2. POBLACIÓN RURAL (PR)

El parámetro a evaluar puede ser el porcentaje de población rural en la cuenca, con relación a las poblaciones rurales de las demás cuencas. Desde el punto de vista de priorización es deseable que se tenga priorizadas las cuencas con los mayores porcentajes de poblaciones rurales. Se preparará una lista que contenga las poblaciones rurales (PR), donde se puede distinguir una población rural máxima (PR máx.), una población rural mínima (PR mín.), una población rural promedio (PR prom) y una desviación estándar (Desv. Est.)(Villanueva, 2008).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 26.

Tabla 27. Escala de calificación Población Rural

Rango		Puntaje
PR mín	, PR mín + Desv. Est.	2,5
PR mín + Desv. Est	, PR prom	5
PR prom	, PR prom + Desv. Est.	7,5
PR prom + Desv. Est	, PR máx	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar pueden ser los reportes estadísticos del organismo nacional de estadística.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 7.5 debido a que existen población rural y población urbana en esta zona del proyecto.

### 5.3.3. TASA DE MIGRACIÓN NETA (TMN)

El parámetro a evaluar es la tasa de migración neta de la cuenca, en relación a las tasas de migración neta del resto de las cuencas. Desde el punto de vista de priorización es deseable que se seleccionen cuencas con las mayores tasas de migración neta positiva. Se preparará una lista que contenga las tasas de migración neta (TMN) por cuenca, donde se puede distinguir una tasa de migración neta máxima (TMN máx.), una tasa de migración neta mínima (TMN mín.), una tasa de migración neta promedio (TM N prom) y una desviación estándar (Desv. Est.)(Villanueva, 2008).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 27.

Tabla 28. Escala de calificación tasa de migración neta

Rango		Puntaje
TMN mín	, TMN mín + Desv. Est.	2,5
TMN mín + Desv. Est	, TMN prom	5
TMN prom	, TMN prom + Desv. Est.	7,5
TMN prom + Desv. Est	, TMN máx	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar pueden ser los reportes estadísticos del organismo nacional de estadística.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 2,5 debido a que la migración es casi nula en esta zona del proyecto.

#### 5.3.4. SERVICIOS BÁSICOS URBANOS (SBU)

El parámetro a evaluar se lo puede hacer en función de los servicios de agua potable de poblaciones urbanas establecidas en la cuenca. Desde el punto de vista de priorización es deseable que se seleccionen cuencas con los menores porcentajes de servicios básicos urbanos de abastecimiento de agua.

Se elabora una lista que contenga los porcentajes de servicios básicos urbanos de abastecimiento de agua potable (SBU), donde se puede distinguir un porcentaje máximo de servicio básico urbano de abastecimiento de agua potable (SBU máx), un porcentaje mínimo de servicio básico urbano de abastecimiento de agua potable (SBU mín), un porcentaje promedio de servicio urbano de abastecimiento de agua potable (SBU prom) y una desviación estándar (Desv. Est).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 28.

Tabla 29. Escala de calificación Servicios básicos urbanos

Rango		Puntaje
SBU mín	, SBU mín + Desv. Est.	2,5
SBU mín + Desv. Est	, SBU prom	5
SBU prom	, SBU prom + Desv. Est.	7,5
SBU prom + Desv. Est	, SBU máx	10

Tomado del (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar pueden ser los reportes estadísticos de la organización nacional de estadística.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 5 debido a la falta de servicios básicos principalmente el tratamiento de las aguas residuales antes de ser entregadas a las fuentes de agua dulce en esta zona del proyecto.

### 5.3.5. SERVICIOS BÁSICOS RURALES (SBR)

El aspecto de los servicios básicos rurales puede ser evaluado en función de los servicios de agua potable a nivel de poblaciones rurales establecidas en la cuenca. Es deseable desde el punto de vista de priorización que se seleccionen cuencas con los menores porcentajes de servicios básicos rurales de abastecimiento de agua.

Se contará con una lista que contenga los porcentajes de servicios básicos rurales de abastecimiento de agua potable (SBR), donde se puede distinguir un porcentaje máximo de servicio básico rural de abastecimiento de agua potable (SBR máx), un porcentaje mínimo de servicio básico rural de abastecimiento de agua potable (SBR mín), un porcentaje promedio de servicio básico rural de abastecimiento de agua potable (SBR prom) y una desviación estándar (Desv. Est.).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 29.

Tabla 30. Escala de calificación servicios básicos rurales

Rango		Puntaje
SBR mín	, SBR mín + Desv. Est.	2,5
SBR mín + Desv. Est	, SBR prom	5
SBR prom	, SBR prom + Desv. Est.	7,5
SBR prom + Desv. Est	, SBR máx	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar pueden ser los reportes del organismo nacional de estadística.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 5 debido a la falta de servicios básicos principalmente el tratamiento de las aguas residuales antes de ser entregadas a las fuentes de agua dulce en esta zona del proyecto.

#### 5.4. ESTRUCTURA OCUPACIONAL

Para evaluar la estructura social se pueden considerar representativas, con fines de este análisis, las condiciones o niveles de pobreza (NP). El parámetro a utilizar será el nivel de pobreza del área más preponderante en la cuenca, es deseable desde el punto de vista de priorización que se seleccionen cuencas con los niveles más intensos de pobreza. Se preparará una lista que contenga por cuenca el nivel de pobreza del área más preponderante.

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 30.

Tabla 31. Escala de calificación Estructura ocupacional

Nivel de pobreza	Puntaje
Clase V	10
Clase IV	8
Clase III	6
Clase II	4
Clase I	2

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar pueden ser los reportes del organismo nacional de estadística.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 6 debido a los reportes del instituto nacional de estadísticas y censos en esta zona del proyecto.

## 5.5. ECONÓMICA

### 5.5.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA CUENCA

Puede ser analizada a través del PBI departamental. El parámetro a utilizar será el Producto Bruto Interno promedio de la cuenca, que es la resultante del promedio de los PBI de las áreas departamentales que contiene la cuenca. Es deseable desde el punto de vista de priorización, que se seleccionen cuencas con los mayores niveles de PBI.

Se preparará una lista que contenga los PBI por cuenca, donde se puede distinguir un PBI máx, un PBI mín, un PBI prom y una desviación estándar (Desv. Est.).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 31.

Tabla 32. Escala de calificación, importancia económica

Rango		Puntaje
PBI mín.	, PBI mín. + Desv. Est.	2,5
PBI mín. + Desv. Est	, PBI prom	5
PBI prom	, PBI prom + Desv. Est.	7,5
PBI prom + Desv. Est.	, PBI máx.	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar pueden ser los reportes del organismo nacional de estadística.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 5 debido a que la importancia económica en esta zona del proyecto se podría considerar de nivel medio. Estos valores fueron obtenidos del análisis de la información proporcionada por el Municipio del Cantón Cayambe.

## 5.6. INSTITUCIONAL

### 5.6.1. GESTIÓN INSTITUCIONAL

Se considera que puede estar referida a la capacidad institucional por parte del Estado, los usuarios y el sector privado en relación a la gestión de los recursos naturales a nivel de cuenca. El parámetro para evaluar el área temática institucional puede ser el nivel de gestión institucional (NGI). Es deseable desde el punto de vista de priorización, que se seleccionen cuencas con los mayores niveles de Gestión Institucional (Villanueva, 2008).

De no contar con informes o estudios, se puede proceder a utilizar información de un experto para calificar esta área. Se podrá utilizar una escala cualitativa

para que un experto califique el nivel de gestión en la cuenca, y una vez hecho esto el experto procederá a asignar una calificación numérica o puntaje de acuerdo a un rango de calificaciones que le será proporcionado.

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 32.

Tabla 33. Escala de calificación, gestión institucional

Rango	Puntaje
Muy Bueno	7,6 -10
Bueno	5,1 – 7,5
Regular	2,6 - 5
Malo	0 – 2,5

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 6 debido a que se podría considerar que la capacidad institucional por parte del estado es buena en la zona del proyecto.

## 5.7. RECURSOS HUMANOS

### 5.7.1. CAPACIDAD TÉCNICA INSTALADA

Puede ser evaluada a través de la sub-área temática Capacidad Técnica instalada en las diversas instituciones establecidas a nivel de cuencas para tratar con la gestión de los recursos naturales. El parámetro a evaluar puede ser el nivel de capacidad técnica instalada a nivel de cuencas (NCT). Es deseable desde el punto de vista de priorización, que se seleccionen cuencas con los mayores niveles de Capacidad Técnica Instalada. De no contar con informes o estudios, se puede proceder a utilizar información de un experto para calificar esta área. Se podrá utilizar una escala cualitativa para que el

experto califique el nivel de gestión en la cuenca y una vez hecho esto el experto procederá a asignar una calificación numérica o puntaje de acuerdo a un rango de calificaciones que le será proporcionado (Villanueva, 2008).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 33.

Tabla 34. Escala de calificación, capacidad técnica instalada

Rango	Puntaje
Muy Bueno	7,6 -10
Bueno	5,1 – 7,5
Regular	2,6 - 5
Malo	0 – 2,5

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 5 debido a que la capacidad técnica instalada es de un nivel bueno en la zona del proyecto.

## 5.8. INFORMACIÓN

### 5.8.1. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

Puede ser evaluado a través de la gestión global de la información sobre recursos naturales, que abarca la captura, recolección, análisis, edición y difusión de la información. El parámetro a utilizar para evaluar esta área temática puede ser el nivel global de gestión de recursos naturales en la cuenca.

Es deseable desde el punto de vista de priorización que se seleccionen cuencas con los mayores niveles globales de Gestión de la Información. De no

contar con información producto de informes o estudios, se puede utilizar información de un experto para calificar esta área.

Se podrá utilizar una escala cualitativa para que el experto califique el nivel de gestión en la cuenca y una vez hecho esto el experto procederá a asignar una calificación numérica o puntaje de acuerdo a un rango de calificaciones que le será proporcionado(Villanueva, 2008).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 34.

Tabla 35. Gestión de la información

Rango	Puntaje
Muy Bueno	7,6 -10
Bueno	5,1 – 7,5
Regular	2,6 - 5
Malo	0 – 2,5

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 5 debido a que el nivel de información es bueno en esta zona del proyecto.

## 5.9. POTENCIAL DE RECURSOS

### 5.9.1. AGUA

La disponibilidad de este recurso puede ser evaluada en función de los volúmenes anuales de agua superficial (VA) que produce la cuenca. El parámetro para evaluar puede ser el Volumen Anual de Agua en millones de metros cúbicos, se puede utilizar el caudal promedio mensual ( $m^3/s$ ) y convertirlo a volumen anual en millones de metros cúbicos.

Se preparará una lista que contenga los volúmenes de agua superficial por cuenca, donde se puede distinguir un VA máx, un VA mín, un VA prom y una desviación estándar (Desv. Est.).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 35.

Tabla 36. Escala de calificación, potencial de recurso agua

Rango		Puntaje
VA mín.	, VA mín. + Desv. Est.	2,5
VA mín. + Desv. Est	, VA prom	5
VA prom	, VA prom + Desv. Est.	7,5
VA prom + Desv. Est	, VA máx.	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es de 10 debido a que en la zona del proyecto el volumen de agua generada en la cuenca hidrográfica es suficiente pero el problema radica en la defectuosa calidad de la misma.

### 5.9.2. SUELO

Puede ser evaluado en función del uso potencial del suelo en la cuenca. El parámetro a evaluar será la capacidad de uso del suelo según la calificación USDA. Es deseable desde el punto de vista de priorización que se seleccionen cuencas con las mejores capacidades de uso de suelo. Se evaluarán las capacidades de uso del suelo existentes en cada cuenca, luego se seleccionará aquella cuyo uso que tenga el área sea más preponderante en la cuenca.

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 36.

Tabla 37. Escala de calificación, potencial de recurso suelo

Clase preponderante en la cuenca	Puntaje
Clase I y II	10
Clase III y IV	7,5
Clase V y VI	5
Clase VII y VIII	2,5

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información puede ser el Plano de Capacidad de Uso de Suelo.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es 7,5.

### 5.9.3. FORESTAL

Puede ser evaluado en función del potencial de aprovechamiento que posee a nivel de cuenca. El parámetro para evaluar esta sub-área puede ser el área forestal disponible para producción y usos múltiples (AF).

Se calculan las área forestales (AF) disponibles para producción y usos múltiples por cuencas, luego se listan estas AF de mayor a menor de tal manera de tener una AF máx y una AF mín, una AF prom y una desviación estándar (Desv. Est.).

Se aplica la siguiente escala de calificación:

Tabla 38. Escala de calificación, potencial de recurso forestal

Rango		Puntaje
AF mín.	, AF mín. + Desv. Est.	2,5
AF mín. + Desv. Est	, AF prom	5
AF prom	, AF prom + Desv. Est.	7,5
AF prom + Desv. Est	, AF máx.	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar puede ser el Plano Forestal a nivel nacional.

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es 5.

#### 5.9.4. POTENCIAL DE RECURSO HIDROBIOLÓGICO

Puede ser evaluado a través de los recursos aprovechables para consumo y que pueden representar una actividad económica artesanal e industrial. El parámetro a utilizar para evaluar el potencial del recurso hidrobiológico (HB) puede ser el potencial de aprovechamiento, en toneladas métricas, de las especies más importantes presentes en la cuenca.

Este potencial es determinado como la suma de los potenciales individuales por cada especie considerada por cuenca, luego se listan estos HB de mayor a menor de tal manera de tener un HB máx, un HB mín, un HB prom y una desviación estándar (Desv. Est.).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 38.

Tabla 39. Escala de calificación, potencial de recurso hidrobiológico

Rango		Puntaje
HB mín.	, HB mín. + Desv. Est.	2,5
HB mín. + Desv. Est	, HB prom	5
HB prom	, HB prom + Desv. Est.	7,5
HB prom + Desv. Est	, HB máx.	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** Del análisis realizado en el área de influencia del río Blanco el puntaje que alcanza es 5.

## 5.10. APROVECHAMIENTO DE RECURSOS

### 5.10.1. AGUA

Puede evaluarse a través de los volúmenes de agua utilizados en la cuenca y la infraestructura desarrollada para el aprovechamiento del recurso hídrico.

#### - Volúmenes de agua utilizados

Se representa por el volumen anual total de agua que se utiliza en cada cuenca. Se incluye el agua superficial y subterránea y será calculado sumando los usos consuntivos de agua (agrícola, poblacional, minero, industrial). De no contar con información se puede tener un estimado sobre la base de los usos agrícola y poblacional.

El parámetro a evaluar será el grado de utilización del recurso hídrico en comparación con la disponibilidad del recurso. Este balance lleva a establecer las condiciones de déficit, equilibrio o exceso de agua en la cuenca para condiciones actuales.

Es deseable desde el punto de vista de priorización, que se seleccionen cuencas con déficit de agua, con el propósito de implementar políticas de manejo de la demanda de agua.

El balance obtenido es calificado así:

Tabla 40. Escala de calificación, volumen utilizado

Balance	Puntaje
Déficit mayor o igual a 30%	10
Déficit menor a 30%	7,5
Balance o exceso menor a 30%	5
Exceso entre 30 y 50%	2,5
Exceso mayor a 50%	0

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La fuente de información a utilizar puede ser informes o estudios sobre usos del agua producidos en cada sector por instituciones o proyectos de gobierno y por instituciones privadas.

**Análisis:** Este caso solo existe un déficit en los meses de verano con aproximadamente de 50% a 70% por lo que se le calificará con un 10.

#### - Infraestructura de aprovechamiento

Puede ser evaluada como la estructura desarrollada en cada sector de uso del agua (agrícola, poblacional, industrial, minero, energético, etc.). el parámetro a evaluar será el nivel de desarrollo de infraestructura de aprovechamiento (IA) en cada sector.

Es deseable desde el punto de vista de priorización, que se seleccionen cuencas con déficit de infraestructura de aprovechamiento a fin de poder implementar proyectos de infraestructura de aprovechamiento del recurso hídrico.

Se determinan primero los niveles de desarrollo de infraestructura en cada sector (agrícola, poblacional, energético, industrial, minero, etc.)(Villanueva, 2008).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 40.

Tabla 41. Escala de calificación, infraestructura de aprovechamiento

Niveles de desarrollo de infraestructura en cada sector	Puntaje
No desarrollada	0 – 2,5
Poco desarrollada	2,5 - 5
Desarrollada	5 – 7,5
Muy desarrollada	7,5 - 10

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La calificación total del nivel de desarrollo de la infraestructura de aprovechamiento (IA) será la suma de todos los puntajes asignados a cada uno de los sectores considerados.

**Análisis:** La cuenca del río Blanco no posee muchas infraestructuras de aprovechamiento, solo tiene 2 infraestructuras de captación para agua potable, y de captación para riego, por lo que se le debe calificar entre 0 y 2,5.

#### 5.10.2. SUELO

Se puede evaluar en función del aprovechamiento para fines agrícolas, pecuarios y para fines mineros. El aprovechamiento con fines forestales es tratado en el caso del aprovechamiento del recurso forestal.

- Uso del suelo con fines agropecuarios

Puede evaluarse en función de las áreas agrícolas cultivadas y las áreas dedicadas a la actividad pecuaria. Es deseable con fines de priorización, que se seleccionen las cuencas que presenten las mayores áreas agropecuarias.

El parámetro que se utiliza para evaluar el uso del suelo con fines agropecuarios es el área dedicada a actividad agrícola y pecuaria (AA).

Se calculan las áreas agropecuarias (AA) por cuenca, luego se listan estas AA de mayor a menor de tal manera de tener una AA máx, una AA mín, una AA prom y una desviación estándar (Desv. Est.).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 41.

Tabla 42. Uso de suelo con fines agropecuarios

Rango		Puntaje
AA mín	, AA mín + Desv. Est.	2,5
AA mín + Desv. Est	, AA prom	5
AA prom	, AA prom + Desv. Est.	7,5
AA prom + Desv. Est	, AA máx	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** En este caso se le da una calificación de 7,5 porque la mayor parte de la cuenca es usada para fines agropecuarios.

- Uso del suelo para fines mineros

Se refiere al aprovechamiento del suelo o subsuelo con fines mineros. Este aspecto puede evaluarse a través del Catastro Minero para conocer el número de concesiones mineras, el tipo de concesión (oro, plata, estaño, etc.) y su magnitud, puede dar una idea indirecta de la importancia del aprovechamiento minero de la cuenca.

La magnitud total de las concesiones mineras (CM) puede utilizarse para calificar este aspecto. Las magnitudes totales existentes por cuenca puede listarse, conocerse el valor máximo, mínimo, promedio y la desviación estándar de la muestra.

Tabla 43. Uso de suelo para fines mineros

Rango		Puntaje
CM mín.	, CM mín. + Desv. Est.	25
CM mín. + Desv. Est	, CM prom	50
CM prom	, CM prom + Desv. Est.	75
CM prom + Desv. Est	, CM máx.	100

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: Es deseable que se prioricen cuencas con la mayores magnitudes de concesiones mineras.

**Análisis:** La cuenca del Río blanco no posee actividad minera.

### 5.10.3. APROVECHAMIENTO FORESTAL

Puede ser evaluado a través de las concesiones forestales otorgadas. La información puede utilizarse son el área y la producción forestal.

El parámetro que para evaluar el aprovechamiento forestal será el área forestal explotada por cada cuenca (AFE). Es deseable que se priorice las cuencas con mayores áreas forestales explotadas.

Se determinarán las áreas forestales explotadas (AFE), y se puede identificar una AFE máx, una AFE mín, una AFE prom y una desviación estándar.

Para calificar el parámetro de evaluación se utiliza la siguiente escala:

Tabla 44. Aprovechamiento forestal

Rango		Puntaje
AFE mín.	, AFE mín. + Desv. Est.	2,5
AFE mín. + Desv. Est	, AFE prom	5
AFE prom	, AFE prom + Desv. Est.	7,5
AFE prom + Desv. Est	, AFE máx.	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** Dado a que es un páramo no se tiene un aprovechamiento forestal, simplemente agropecuario.

#### 5.10.4. APROVECHAMIENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS

Se considera en función de las especies más importantes consideradas en la evaluación del potencial de recursos hidrobiológicos en la cuenca. La evaluación se realizará a través de las producciones anuales por cada especie que se obtienen en los centros de extracción. El parámetro a utilizar para la evaluación es la producción total anual (AP), en toneladas métricas por cada cuenca.

Se puede identificar una AP máx, una AP mín, una AP prom y una desviación estándar (Desv. Est.).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 44.

Tabla 45. Aprovechamiento hidrobiológico

Rango		Puntaje
AP mín.	, AP mín. + Desv. Est.	2,5
AP mín. + Desv. Est	, AP prom	5
AP prom	, AP prom + Desv. Est.	7,5
AP prom + Desv. Est	, AP máx.	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** No se tiene un dato estadístico de la producción anual.

### 5.11. IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS

Pueden presentarse en la cuenca por actividades antrópicas y por procesos físico- naturales. Con fines de un plan de manejo de cuencas hidrográficas, se identifican impactos ambientales: Erosión del suelo, Sedimentación, Drenaje, Salinidad, Inundaciones, Contaminación del Agua.

#### 5.11.1. EROSIÓN DEL SUELO

Se puede evaluar de manera global, en función de una tasa anual de erosión de la cuenca. Es deseable desde el punto de vista de priorización, que se seleccionen cuencas con las mayores tasas de erosión.

El parámetro a utilizar para evaluar la erosión del suelo en la cuenca será la tasa anual de erosión (TE). Según la calificación de la FAO la tasa anual de erosión se puede calificar.

Tabla 46. Erosión del suelo cuantitativo

<b>Tasa anual de erosión</b>	<b>Grado de erosión</b>
< 10 ton/ha/año	Ligero
11-30 ton/ha/año	Moderado
31-50 ton/ha/año	Fuerte
51-100 ton/ha/año	Muy fuerte
101-200 ton/ha/año	Grave
>200 ton/ha/año	Muy grave

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: Los grados de erosión se califican luego en una escala de 0 -100, así:

Tabla 47. Erosión del suelo cualitativo

<b>Tasa anual de erosión</b>	<b>Grado de erosión</b>
Ligero	0
Moderado	20
Fuerte	40
Muy fuerte	60
Grave	80
Muy grave	100

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: Para calificar esta área se utilizará aquel grado de erosión que tenga el área más preponderante en la cuenca.

**Análisis:** Se tiene un nivel de erosión moderado pero va en aumento debido al sobrepastoreo y al cultivo de papa, maíz, cebada y trigo.

### 5.11.2. SEDIMENTACIÓN

Se debe a las altas tasas de erosión en las partes altas de la cuenca, ya sea por procesos físico-naturales (precipitación) y ausencia de prácticas de conservación de suelos.

La evaluación puede realizarse de manera indirecta a través de las tasas anuales de erosión que se presentan en las partes altas de las cuencas. Para una cuenca en particular:

Tabla 48. Sedimentación

Grado de erosión	Grado de sedimentación	Puntaje
Ligero y Moderado	Bajo	25
Fuerte y Muy fuerte	Moderado	50
Grave	Alto	75
Muy grave	Muy Alto	100

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: Es deseable desde el punto de vista de priorización que se seleccionen cuencas con altos grados de sedimentación.

**Análisis:** En la parte alta no existe mucha erosión por lo que se le califica con 25.

### 5.11.3. DRENAJE

Éste es consecuencia de las bajas eficiencias de riego en zonas con baja disponibilidad de agua y de la falta de infraestructura de drenaje o evacuación en zonas inundables.

Basados en estudios o informes que pueda proporcionar el Ministerio de Agricultura se procederá a identificar las áreas con problemas de drenaje en la cuenca. Se cuantificará estas áreas con mal drenaje (AD) y se hace un listado con las áreas problema y se calcula una AD máx, una AD mín, una AD prom y una desviación estándar (Desv. Est.).

Tabla 49. Drenaje

Rango		Puntaje
AD mín.	, AD mín. + Desv. Est.	2,5
AD mín. + Desv. Est	, AD prom	5
AD prom	, AD prom + Desv. Est.	7,5
AD prom + Desv. Est	, AD máx.	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: Es deseable que se prioricen cuencas con las mayores áreas con problema de drenaje.

**Análisis:** Se tiene un sistema de riego moderado por lo que se lo califica con 2.5

#### 5.11.4. SALINIDAD

Se presenta en zonas áridas con altas tasas de evaporación, donde se producen afloramientos de sales en áreas agrícolas con problemas de drenaje y altas temperaturas.

Será evaluado en función de las áreas con problemas de salinidad en la cuenca (SA). Se procederá a calcular una AS máx, una AS mín, una AS prom y una desviación estándar (Desv. Est.).

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 49.

Tabla 50. Salinidad

Rango		Puntaje
AS mín.	, AS mín. + Desv. Est.	2,5
AS mín. + Desv. Est	, AS prom	5
AS prom	, AS prom + Desv. Est.	7,5
AS prom + Desv. Est	, AS máx.	10

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** La zona de la cuenca del río Blanco no posee mucha salinidad, por lo que corresponde al puntaje 2,5.

#### 5.11.5. INUNDACIONES

Se presenta como producto de las altas precipitaciones que se presentan en el periodo lluvioso, la deforestación en las partes de la cuenca y la falta de infraestructura para controlar los eventos extremos.

Se puede utilizar información procedente de estudios o informes preparados por instancias del gobierno o en su defecto se puede recurrir a obtener información de un experto por cada región.

La escala de calificación cualitativa a aplicar es la indicada en la tabla 50.

Tabla 51. Inundaciones, cualitativo

<b>Magnitud del problema de inundaciones</b>
Ligero o Insignificante
Moderado
Grave
Muy Grave

Tomado de (Villanueva, 2008)

**Análisis:** Se tiene un nivel de inundaciones moderado.

La escala de calificación cuantitativa que se aplica según la escala cualitativa es la indicada en la tabla 51.

Tabla 52. Inundaciones, cuantitativo

<b>Magnitud del problema de inundaciones</b>	<b>Puntaje</b>
Ligero o insignificante	0 - 25
Moderado	26 - 50
Grave	51 - 75
Muy Grave	76 - 100

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: Deben priorizarse las cuencas con mayor magnitud en cuanto al problema de inundaciones

### 5.11.6. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Es debida a los diferentes usos o aprovechamiento de que es objeto y también a los efectos del ambiente. Los principales causantes de la contaminación del agua son: uso minero (relaves mineros), poblacional (aguas negras no tratadas), agrícola (uso de agroquímicos). Se puede utilizar información de estudios o informes donde se pueda obtener datos cuantitativos de la magnitud de la contaminación por cada cuenca en estudio. En su defecto se puede utilizar información global sobre el problema de contaminación y ayudarse de un experto para calificar la magnitud del problema.

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 52.

Tabla 53. Contaminación del agua, cualitativo.

<b>Magnitud del problema de contaminación del agua en una cuenca</b>
Ligero o Insignificante
Moderado
Grave
Muy Grave

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: La escala de calificación cuantitativa que se aplica según la escala cualitativa es:

La escala de calificación a aplicar es la indicada en la tabla 53.

Tabla 54. Contaminación del agua, cuantitativo

<b>Magnitud del problema de contaminación del agua en una cuenca</b>	<b>Puntaje</b>
Ligero o insignificante	0 - 25
Moderado	26 - 50
Grave	51 - 75
Muy Grave	76 - 100

Tomado de (Villanueva, 2008)

NOTA: Es deseable que se prioricen cuencas con problemas de contaminación del agua de mayor magnitud

**Análisis:** En la cuenca del río Blanco se tienen algunas floricultoras grandes que junto con la ciudad de Cayambe, vierten sus aguas residuales al río sin previo tratamiento, por lo que se le califica entre 51 y 100 de grave a muy grave.

## **6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

### **6.1. PROGRAMA DE PREVENCIÓN**

#### **OBJETIVOS DEL PLAN**

Definir las medidas técnicas, normativas, administrativas y operativas para prevenir, evitar y reducir los impactos ambientales negativos en el área de influencia del río Blanco en el cantón Cayambe.

Este programa tiene como objetivos evitar la contaminación de las aguas del río Blanco desde su origen hasta la Ciudad de Cayambe, el control de las inundaciones en la zona del proyecto, la alteración del balance hídrico, la incidencia en los suelos en la zona del proyecto, preservar y recuperar la flora y fauna, entre otros aspectos relevantes de este programa.

El programa de prevención tiene una estrecha relación con el Plan de Mitigación Ambiental ya que la implementación de este último, además de corregir los de contaminación actual permitirá controlar su ocurrencia en el futuro(Espinosa, 2001).

### **6.2. PROGRAMA DE MITIGACIÓN**

#### **OBJETIVOS DEL PROGRAMA**

Este programa tiende a definir las medidas técnicas, normativas, administrativas y operativas para corregir, atenuar o disminuir los impactos negativos que se han producido y se producen en el área de influencia del río Blanco desde su origen hasta la Ciudad de Cayambe.

## **MEDIDAS CORRECTORAS**

Las medidas correctoras se deben aplicar para prevenir, evitar y reducir los impactos causados al medio ambiente, tomando en cuenta que es mejor evitarlos, que luego tener que corregirlos.

Existen varios tipos de medidas correctoras y, de ellas se han seleccionado las siguientes; tomando en cuenta que su ejecución podrá realizarse en cualquier momento en que se necesite. (Espinosa, 2001)

- **Minimizadoras:** Son aquellas que reducen el impacto en la mayor parte posible
- **Correctoras:** Son aquellas que ejecutan para corregir un impacto ya causado y se generan para evitar impactos.
- **Compensatorias:** Son las medidas que se aplican cuando el impacto es inevitable, por esto se compensa de otra manera en otras zonas siempre que sea posible.

Un aspecto importante a considerar en las medidas correctoras es el costo de las mismas, por lo que es indispensable tenerlo en cuenta lo antes posible, igualmente lo que se refiere al aspecto técnico, eficacia y eficiencia teniendo en cuenta el (coste/impacto), facilidad de implantación y mantenimiento (Espinosa, 2001).

### **6.2.1. PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

Contaminación del agua, deterioro de la calidad del agua superficial y subterránea, eutrofización, aumento de toxicidad, presencia de residuos sólidos y líquidos, aumento de turbidez, masificación de los niveles tróficos acuáticos.

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Tratar los efluentes o aguas residuales mediante una serie de procesos para minimizar la contaminación del agua antes de ser vertida al Río Blanco. Una de las soluciones más adecuadas será construir tanques sépticos como tratamiento primarios de las aguas servidas generadas en la zona del proyecto(Weitzenfeld, 1996).
- Monitorear y analizar periódicamente el agua del río y del suelo que lo rodea, mediante la toma de muestras en zonas elegidas aleatoriamente para verificar su estado y calidad.
- Exigir la implementación de letrinas y pozos de relleno sanitario en las zonas pobladas más cercanas y en los caseríos de los alrededores al río.
- Implementar un adecuado manejo de los residuos líquidos y de los desechos sólidos a través de la separación de residuos orgánicos e inorgánicos en la fuente, para posteriormente disponer de ellos de la mejor manera.
- Capacitar a todas las personas que vive en los alrededores del río sobre la forma en la que pueden minimizar la contaminación a través de un adecuado manejo de los desechos.
- Mantener limpios los cauces realizando mingas periódicas.
- Mejorar las prácticas agrícolas y controlar el uso de biocidas y pesticidas, ya que estos son contaminantes muy fuertes que producen una gran deterioro y alteración del agua superficial del río y del agua subterránea de la zona. Es preferible evitar los fertilizantes y pesticidas químicos.

- Evitar la filtración y contaminación del agua subterránea en la zona.
- Realizar una desinfección y una limpieza periódica del agua de los sistemas de abastecimiento de forma sostenible.
- Mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales, de tal forma que se vuelva un tratamiento eficiente.

Degradación de la calidad el agua en reservorios y embalses (eutrofización)

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Limpiar y retirar la vegetación de la zona adyacente al reservorio, en este caso tenemos vegetación lignosa formada por especies arbustivas, arbóreas y herbáceas.
- Controlar el tiempo de retención del agua dentro del reservorio para evitar un estancamiento y ayudar a la fluidez y circulación del agua.
- Dar un buen uso a la tierra, controlar donde y como se realizan las descargas de aguas servidas de la zona y dar un buen uso o limitar la aplicación de agroquímicos y pesticidas en la zona circundante al río.
- Crear nuevas salidas o reubicar en distintos niveles las salidas de descargas al río con el fin de que el agua se oxigene.
- Minimizar los contaminantes del río con un adecuado manejo de desechos orgánicos e inorgánicos.
- Realizar un monitoreo constante mediante análisis de los suelos de la cuenca y del agua del río.
- Dar un mantenimiento a los sistemas de tratamiento de aguas residuales con el fin de mejorar su eficiencia.

Generación de focos infecciosos (presencia de insectos y sus implicaciones sobre la salud, residuos sólidos, aguas residuales).

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Implementar o mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Implementar una separación adecuada de los residuos sólidos en la fuente para fomentar el reciclaje y la reutilización de desechos sólidos.
- Solicitar la construcción de un relleno sanitario para la zona.
- Realizar capacitaciones sobre temas de orientación ambiental y salud.
- Mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales, de tal forma que se vuelva un tratamiento eficiente.
- Impermeabilizar los embalses y lagunas con membranas sintéticas para evitar la infiltración y contaminación.
- Mejorar los actuales sistemas de drenaje o implementar nuevos con medidas adecuadas para evitar vectores.
- Evitar la contaminación al máximo para controlar los mosquitos y vectores más fuertes causantes de enfermedades.
- Reubicar las letrinas hasta lograr una distancia del nivel freático adecuada, para evitar la filtración y contaminación del agua subterránea en la zona.
-

### **6.2.2. PROGRAMA DE MITIGACION DE IMPACTOS POR CONTROL DE INUNDACIONES**

#### **Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Para evitar o controlar las inundaciones es necesario construir defensas ribereñas tales como los diques de control, los muros de contención hechos a base de rocas, buenos canales de drenaje recubiertos para evitar el tránsito lento del agua, entre otros(Weitzenfeld, 1996).
- Con la finalidad de determinar de una forma técnica los niveles de los muros de contención que se disponen a lo largo del río Blanco es necesario realizar un modelaje hidráulico fluvial mediante el uso del programa HEC-RAS.

### **6.2.3. PROGRAMA DE MITIGACION DE IMPACTOS POR ALTERACION DEL BALANCE HIDRICO Y REDUCCION DE LA RECARGA FREATICA**

#### **Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Evitar la pérdida de la cobertura vegetal arbustiva herbácea y arbórea.
- Proteger los suelos desnudos o descubiertos con especies de gramíneas y pastos.
- Dar un adecuado manejo del recurso hídrico controlando y coordinando las dotaciones.
- Aumentar las obras hidráulicas en la zona.
- Mantener un constante monitoreo del cauce y de la cuenca.

- Ubicar y usar fuentes de agua alternas para evitar la sobre explotación del acuífero.
- Establecer y coordinar las prioridades relacionadas con el uso del agua.
- Dar un adecuado manejo del recurso hídrico controlando y coordinando las dotaciones.
- Realizar capacitaciones sobre el buen manejo del recurso hídrico.

#### **6.2.4. PROGRAMA DE MITIGACION DE IMPACTOS EN LOS SUELOS**

Contaminación del suelo, calidad para uso agrícola y calidad del suelo.

##### **Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Como un tipo de disposición final, enterrar los suelos contaminados mínimo a dos metros de profundidad.
- Se debe impermeabilizar con cemento o lona el piso donde se va a tener cualquier tipo de combustible.
- Exigir la implementación de un relleno sanitario para el sector.
- Implementar un adecuado manejo de los residuos líquidos y de los desechos sólidos a través de la separación de residuos orgánicos e inorgánicos en la fuente, para posteriormente disponer de ellos de la mejor manera.
- Implementar una separación adecuada de los residuos sólidos en la fuente para fomentar el reciclaje y la reutilización de desechos sólidos.
- Reubicar las letrinas hasta lograr una distancia del nivel freático

adecuada, para evitar la filtración y contaminación del agua subterránea en la zona.

- Impermeabilizar los embalses y lagunas con membranas sintéticas para evitar la infiltración y contaminación.

Erosión de los suelos, aumento del arrastre de sedimentos, pérdida de la capacidad de infiltración, aumento de la escorrentía.

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Realizar forestación y reforestación en la zona contigua a la cuenca, implementar barreras vivas y demás actividades agrosilvopastoriles.
- Capacitar a la gente del sector sobre cómo evitar la erosión y minimizar la escorrentía.
- Construir defensas ribereñas tales como los diques de control, los muros de contención hechos a base de rocas, buenos canales de drenaje recubiertos, zanjas, andenes, etc.

Bajo drenaje de los suelos, interrupción de los sistemas de drenaje subterráneo y superficial.

**Como medidas de control ambiental tenemos:**

- Mejorar los sistemas de drenaje.
- Dar un adecuado manejo a los actuales sistemas de drenaje e implementar mejores sistemas.
- Aumentar las obras hidráulicas en la zona.

- Implementar colectores de drenaje subterráneos.

Saturación de los suelos.

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Reemplazar la aplicación directa de agua, utilizando métodos de riego por aspersión y goteo, para evitar el desperdicio y riego excesivo.
- Mantener y dar un buen manejo a los sistemas de drenaje.
- Implementar bordes en los canales revestidos de drenaje para prevenir las fugas.

Compactación y asentamientos.

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Remover el suelo y realizar forestación y reforestación en la zona contigua a la cuenca, utilizando de preferencia, gramíneas y plantas nativas de la zona.
- Evitar el tránsito de maquinaria pesada como tractores y camiones y minimizar el sobrepastoreo.
- Realizar pruebas de suelos de compactación mínima.
- Utilizar estructuras especiales para evitar la compactación.

Pérdida de suelos y arrastre de materiales

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Realizar forestación y reforestación de las áreas intervenidas en la zona contigua a la cuenca, utilizando de preferencia, gramíneas y plantas nativas de la zona.
- Dar un adecuado manejo a los actuales sistemas de drenaje e implementar mejores sistemas.
- Construir defensas ribereñas tales como los diques de control, los muros de contención hechos a base de rocas, buenos canales de drenaje recubiertos, zanjas, andenes, etc.
- Dar un adecuado manejo de los suelos.

Reducción de la productividad vegetal.

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Conocer y utilizar técnicas de conservación de suelo.
- Rotar periódicamente los cultivos y utilizar semillas de mejor calidad o mejoradas.
- Exigir la ejecución de proyectos productivos.

**6.2.5. PROGRAMA DE MITIGACION DE IMPACTOS A LA CALIDAD DEL AIRE**

Contaminación del aire; nivel de ruidos, polvo, calidad del aire, mal olor, gases, partículas, micro-climas, vientos dominantes, contaminación sonora.

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Erradicar la quema de plásticos, llantas y basura en general, incluyendo la maleza.
- Implementar un adecuado manejo de los residuos líquidos y de los desechos sólidos a través de la separación de residuos orgánicos e inorgánicos en la fuente, para posteriormente disponer de ellos de la mejor manera.
- Implementar una separación adecuada de los residuos sólidos en la fuente para fomentar el reciclaje y la reutilización de desechos sólidos.
- Realizar forestación y reforestación en la zona contigua a la cuenca, implementar barreras vivas y demás actividades agrosilvopastoriles, para mejorar la oxigenación y como barrera de ruidos y vientos.
- Implementar un programa de monitoreo y control de la calidad del aire

Ruidos fuertes.

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Utilizar equipo de protección personal como tapones de oídos.
- Usar materiales aislantes en la construcción de casetas.
- Minimizar el ruido con silenciadores en la fuente.
- Tener una vigilancia médica permanente.

- Minimizar o reducir el tiempo de exposición a los ruidos fuertes y tratar de reducir la intensidad del ruido.

#### **6.2.6. PROGRAMA DE MITIGACION DE IMPACTOS A LA CALIDAD DEL HABITAT**

Perturbación del hábitat y/o alteración del Medio Ambiente Natural.

##### **Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Dar un buen manejo y especial atención y cuidado a los bosques comunales, corredores y zonas de protección.
- Manejar adecuadamente la fauna y la flora del lugar, adecuar un zoo criadero.
- Fomentar los proyectos de cría de animales menores como cerdos, aves y peces.
- Mejorar los sitios adyacentes con técnicas forestación, reforestación y cría de animales menores.

Destrucción o alteración del hábitat.

##### **Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Forestar con especies frutales y forestales en las áreas intervenidas.
- Cuidar y manejar los bosques comunales.

### **6.2.7. PROGRAMA DE MITIGACION DE IMPACTOS A LA CALIDAD DE FLORA, FAUNA Y PAISAJE**

Reducción de las poblaciones de fauna, especie endémica, migración de fauna. (Weitzenfeld, 1996).

#### **Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Forestar y reforestar las zonas aledañas a la cuenca del Río Blanco con especies nativas de árboles y arbustos.
- Iniciar actividades agrosilvopastoriles.
- Cuidar los bosques de los alrededores y evitar los incendios forestales.

#### **Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Controlar o prohibir que los turistas acampen cerca de las plantaciones.
- Ubicar y establecer zonas de protección de pastos y de bosques.
- Poner una adecuada señalización de las zonas críticas y organizar brigadas de vigilancia de las plantaciones.
- Erradicar o minimizar el sobre pastoreo.

Afectación de los bosques de protección y afectación de ecosistemas especiales o frágiles.

#### **Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Dar una adecuada ubicación a las obras.

- Forestar y reforestar zonas intervenidas.
- Dar un adecuado manejo a los bosques y a los recursos naturales.
- Capacitaciones sobre las posibles afectaciones a los ecosistemas y como evitarlos.

Deterioro de la calidad visual del paisaje; paisaje protegido, plan especial de protección, vistas panorámicas y paisaje.

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Forestar y reforestar zonas intervenidas.
- Hacer que las obras y estructuras sean armónicas con el paisaje.
- Ejecutar proyectos de belleza escénica y paisaje.
- Dar un adecuado manejo a los recursos naturales.
- Tener una buena comunicación y coordinación institucional.

**6.2.8. PROGRAMA DE MITIGACION DE IMPACTOS POR DETERIORO EN LA CALIDAD DE VIDA**

**Como medidas de control ambiental se tiene:**

- Realizar un replanteo de la ubicación de las obras.

- Promover campañas de preventivas sobre la salud.
- Dar un adecuado manejo a los bosques y a los recursos naturales.
- Implementar una separación adecuada de los residuos sólidos en la fuente para fomentar el reciclaje y la reutilización de desechos sólidos.
- Mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales, de tal forma que se vuelva un tratamiento eficiente.
- Reubicar las letrinas hasta lograr una distancia del nivel freático adecuada, para evitar la filtración y contaminación del agua subterránea en la zona.
- Realizar una adecuada desinfección del agua de una forma sostenida.

### **6.3. PLAN DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA**

El plan de seguimiento y vigilancia se ha tomado del Manual básico sobre evaluación del impacto en el ambiente y la salud de acciones proyectadas(Weitzenfeld, 1996) y se lo detalla en el Anexo 2.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES:

- Gracias a la información primaria y secundaria recopilada en la Dirección de Ambiente de Cayambe, la información obtenida en libros y la información obtenida en clases, se pudo realizar la caracterización de las cuencas hidrográficas.
- Al tener como referencia la Constitución Política del Ecuador, el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULAS) la Ley de Gestión Ambiental, la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y la Ley de Aguas, se aprecia que las autoridades correspondientes no dan adecuada atención a estas leyes y normas, puesto que se encontró una alta cantidad de contaminantes en la cuenca baja del Río Blanco.
- En la Ciudad de Cayambe no se tiene datos puntuales ni generales de la cuenca del río Blanco, debido a que toda la atención del Ministerio de Ambiente, Dirección de Ambiente y el Municipio de Cayambe, están enfocados netamente en la Reserva Ecológica Cayambe – Coca, despreocupándose absolutamente de cualquier otro recurso ambiental, en este caso el hídrico
- A pesar de no contar con la ayuda de estas entidades se logró encontrar cierto tipo de información en los caseríos cercanos a la cuenca baja del río Blanco y, en instituciones como la Empresa Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Aseo de Cayambe (EMAPAAC).
- El Municipio de Cayambe está consciente de que la contaminación en el río Blanco es muy alta, debido a que se vierten todas las aguas negras de la ciudad de Cayambe a esta cuenca, pero aun así no se hace nada al respecto.

- Gracias a la ayuda prestada por el Instituto Geográfico Militar (IGM), y al Ing. Jairo Burbano, se pudo elaborar ocho mapas, los mismos que sirvieron para realizar el análisis de la cuenca del río Blanco.
- Estos mapas son principalmente el mapa base, del cual se partió para la elaboración de los siguientes, que son el de Uso de Suelo, el de Tipo de Suelo, un mapa de Riesgos Naturales, un mapa de Isotermas, un mapa de Isoyetas y un mapa donde se indican las pendientes de la cuenca del río Blanco y un mapa donde se encuentran los puntos de toma de muestras de agua para el respectivo análisis.
- Se realizó una propuesta de un plan de manejo de la cuenca del río Blanco, el cual consta de un programa de prevención y uno de mitigación para cada uno de los impactos encontrados.

## **7.2. RECOMENDACIONES:**

- Se recomienda principalmente una mejor organización de la información en cada cantón, ya que fue realmente difícil encontrar la información necesaria para este trabajo.
- Las autoridades del Cantón Cayambe deberían poner la misma atención a todos sus recursos ya que, no se tiene ni siquiera el conocimiento, mucho menos un estudio o información sobre el impacto negativo que se produce en La cuenca del río Blanco.
- Se recomienda por lo menos la capacitación a los habitantes de la cercanía de la cuenca, con respecto a la instalación de tanques sépticos impermeabilizados, para evitar la contaminación del río, ya que ellos consumen y se abastecen de sus aguas.

- Se recomienda también que se implemente una planta de tratamiento de agua para la posterior descarga al río en el Cantón Cayambe y sus alrededores, ya que el impacto producido por las aguas residuales domésticas e industriales es muy alta.

## REFERENCIAS

- Área de postgrados Universidad Politécnica de Madrid, (2009). *Definición, identificación y clasificación de los contaminantes presentes en las aguas*. Madrid.
- Empresarial, Gestión. (s.f.). *El análisis FODA*. Recuperado el 12 de agosto de 2012, de deguate: [www.deguate.com](http://www.deguate.com)
- Espinosa, G. (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile.
- Faustino J., Jiménez F., Velásquez S., Alpízar F., Prins C. (2006). Gestión integral de cuencas hidrográficas. *Gestión integral de cuencas hidrográficas*, (págs. 6-14). Turrialba, Costa Rica.
- FAO1980Cuencas Fluviales, ECOLOGIA DE LAS PESQUERIAS FLUVIALES Depósito de documentos de la FAO
- Feléz. (2009). *Situación actual del estado de la depuración biológica. Explicación de los métodos y sus fundamentos*. Teruel, España.
- Gisbert, J. M., & Ibañez, S. (2010). *Génesis del suelo*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Lloret, P. (1999). *Cuencas Hidrográficas*. Quito, Ecuador: CAMAREN.
- Martín, J. P. (2009). *Ingeniería de Ríos*. Catalunya, España.
- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Catalogación por la biblioteca de la OMS.
- Pichincha, G. d. (2009). *Caracterización municipal y parroquial, Cantón Cayambe*. Quito.
- Pichincha, G. d. (2009). *Caraterizacion Municipal y Parroquial, Cantón Cayambe*. Quito.
- Pichincha, G. d. (2009). *Caraterizacion Parroquial y Provincial*. Quito.
- Salud, O. M. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Catalogación por la biblioteca de la OMS.
- UNATASBAR-CEPIS/OPS. (2003). Especificaciones técnicas para el diseño de tanques sépticos. Lima, Perú.
- Villanueva, A. V. (2008). *Manejo de Cuencas Alto Andinas*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Weitzenfeld, H. (1996). *Manual básico sobre evaluación del impacto en el ambiente y la salud de acciones proyectadas*. Metepec, Mexico.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Marco Legal

### CONSTITUCION POLITICA DEL ECUADOR

#### TÍTULO II

#### DERECHOS

##### Capítulo segundo

##### Sección primera

**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

##### Sección segunda

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumakkawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

##### Sección sexta

**Art. 30.-** Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

**Art. 31.-** Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia

social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía.

#### **Capítulo cuarto**

**Art. 57.-** Se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, de conformidad con la Constitución y con los pactos, convenios, declaraciones y demás instrumentos internacionales de derechos humanos, los siguientes derechos colectivos:

#### **Capítulo séptimo**

**Art. 71.-** La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

**Art. 72.-** La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables. El Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la

restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

**Art. 73.-** El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

**Art. 74.-** Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

## TÍTULO V

### ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO

#### Capítulo quinto

**Art. 318.-** El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público

y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

## **TÍTULO VII**

### **RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR**

#### **Capítulo segundo**

##### **Sección primera**

**Art. 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

**Art. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y

colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.
2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.
3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.
4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.
5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

### **Sección sexta**

**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo

integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

**Art. 412.-** La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

## **LEY DE GESTION AMBIENTAL**

### **TITULO I**

#### **AMBITO Y PRINCIPIOS DE LA LEY**

**Art. 5.-** Se establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales. En el sistema participará la sociedad civil de conformidad con esta Ley.

**TITULO II**  
**CAPÍTULO II**  
**DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL**  
**AMBIENTAL**

- Art. 19.-** Las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.
- Art. 20.-** Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.
- Art. 21.-** Los Sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos. El Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.
- Art. 23.-** La evaluación del impacto ambiental comprenderá:
- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua el paisaje y la estructura y función del los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;
  - b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución y

- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

## **CAPITULO V**

### **INSTRUMENTOS DE APLICACION DE NORMAS AMBIENTALES**

**Art. 33.-** Establecerse como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

## **LEY DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL**

### **CAPÍTULO VI**

#### **DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS**

**Art. 16.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

**Art. 17.-** El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), en coordinación con los Ministerios de Salud y Defensa, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones

para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

## **CAPÍTULO VII**

### **DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS**

**Art. 20.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

**Art. 21.-** Para los efectos de esta Ley, serán considerados como fuentes potenciales de contaminación, las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica.

**Art. 22.-** El Ministerio de Agricultura y Ganadería limitará, regulará o prohibirá el empleo de sustancias, tales como plaguicidas, herbicidas, fertilizantes, desfoliadores, detergentes, materiales radioactivos y otros, cuyo uso pueda causar contaminación.

## **LEY DE AGUAS**

### **TÍTULO I**

#### **DISPOSICIONES FUNDAMENTALES**

**Art. 1.-** Las disposiciones de la presente Ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.

**Art. 2.-** Las aguas de ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso

público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación. No hay ni se reconoce derechos de dominio adquiridos sobre ellas y los preexistentes sólo se limitan a su uso en cuanto sea eficiente y de acuerdo con esta Ley.

**Art. 3.-** Para los fines de esta Ley, declárense también bienes nacionales de uso público todas las aguas, inclusive las que se han considerado de propiedad particular. Sus usuarios continuarán gozándolas como titulares de un derecho de aprovechamiento de conformidad con esta Ley.

**Art. 12.-** El Estado garantiza a los particulares el uso de las aguas, con la limitación necesaria para su eficiente aprovechamiento en favor de la producción.

**Art. 13.-** Para el aprovechamiento de los recursos hidrológicos, corresponde al Consejo Nacional de Recursos Hídricos:

- a) Planificar su mejor utilización y desarrollo;
- b) Realizar evaluaciones e inventarios;
- c) Delimitar las zonas de protección;
- d) Declarar estados de emergencia y arbitrar medidas necesarias para proteger las aguas;
- e) Propender a la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.

**Art. 16.-** Son obras de carácter nacional la conservación, preservación e incremento de los recursos hidrológicos.

**Art. 17.-** El Estado recuperará el valor invertido en los canales de riego para uso agropecuario, en función de la capacidad de pago de los

beneficiarios, mediante títulos de crédito emitidos por las Corporaciones Regionales de Riego, Agencias de Aguas y demás entidades estatales vinculadas con este servicio público, cuando la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego se encuentren total o parcialmente bajo la responsabilidad de estos organismos.

Una vez realizado el proceso de transferencia de los sistemas y canales de riego estatales a favor de las organizaciones de usuarios privados o Juntas de Regantes legalmente constituidas, y encontrándose a cargo de éstas la administración, mantenimiento y operación de la infraestructura del sistema de riego, el Estado, las Corporaciones Regionales de Riego y demás entidades de derecho público o privado, con finalidad social o pública, no cobrarán a los usuarios la tarifa básica.

**Art. 18.-** Por las concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas que otorgue el Estado, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, cobrará las tarifas que se fije en reglamento tanto a las personas naturales como a las jurídicas.

Las concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas destinadas a agua potable, a producción de energía eléctrica para servicio público, así como para empresas industriales que la generen en su propia planta o plantas, están exoneradas del pago de tarifas indicadas en el artículo anterior.

## TITULO II

### DE LA CONSERVACION Y CONTAMINACION DE LAS AGUAS

#### CAPÍTULO I

**Art. 20.-** A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes. Las concesiones y planes de manejo de las fuentes y cuencas hídricas deben contemplar los aspectos culturales relacionados a ellas, de las poblaciones indígenas y locales.

**Art. 21.-** El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

#### CAPÍTULO II

### DE LA CONTAMINACION

**Art. 22.-** Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna. El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición. Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

## TITULO IV

### DE LOS USOS DE AGUAS Y PRELACION

**Art. 35.-** Los aprovechamientos de agua están supeditados a la existencia del recurso, a las necesidades de las poblaciones, del fundo o industria y a las prioridades señaladas en esta Ley.

**Art. 36.-** Las concesiones del derecho de aprovechamiento de agua se efectuarán de acuerdo al siguiente orden de preferencia:

- a) Para el abastecimiento de poblaciones, para necesidades domésticas y abrevadero de animales;
- b) Para agricultura y ganadería;
- c) Para usos energéticos, industriales y mineros; y,
- d) Para otros usos.

En casos de emergencia social y mientras dure ésta, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos podrá variar el orden antes mencionado, con excepción del señalado en el literal a).

**Art. 37.-** Todo cambio de bocatoma o traslado de derechos de agua en cauces naturales o artificiales, sólo podrán efectuarse con la autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos. Se precisará también de esta autorización para la construcción de embalses.

**Art. 38.-** Si varios usuarios llevan sus aguas por un acueducto común, cada uno de ellos puede desviar en el lugar más conveniente las que le corresponden, siempre que no se haga más onerosa la servidumbre para los respectivos predios sirvientes, que no se perjudique el derecho de los demás usuarios, y que se indemnicen los perjuicios que la desviación ocasione. A petición de parte interesada, los usuarios están obligados a poner un medidor en el punto en que desvían las aguas para su predio, a fin de que pase solamente la

cantidad de agua a que tiene derecho y pueda continuar el sobrante por el cauce común. Las reclamaciones se tramitarán según lo establecido en esta Ley.

**TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION AMBIENTAL SECUNDARIO  
(T.U.L.A.S)**

**LIBRO VI. REGLAMENTO A LA LEY DE GESTION AMBIENTAL PARA LA  
PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL**

**CAPITULO I**

**NORMAS GENERALES**

**SECCIÓN II**

**Art. 45.-** Principios Generales.- Toda acción relacionada a la gestión ambiental deberá planificarse y ejecutarse sobre la base de los principios de sustentabilidad, equidad, consentimiento informado previo, representatividad validada, coordinación, precaución, prevención, mitigación y remediación de impactos negativos, solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, reciclaje y reutilización de desechos, conservación de recursos en general, minimización de desechos, uso de tecnologías más limpias, tecnologías alternativas ambientalmente responsables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales y posesiones ancestrales. Igualmente deberán considerarse los impactos ambientales de cualquier producto, industrializados o no, durante su ciclo de vida.

### CAPITULO III

## PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL

### SECCIÓN I

**Art. 54.-** Niveles de Planificación.- La planificación de la gestión para la prevención y control de la contaminación ambiental y preservación o conservación de la calidad del ambiente en el Ecuador, consta de los siguientes niveles:

- a) Específico: Plan de manejo ambiental del regulado;
- b) Local/Provincial/Sectorial/Recurso: Plan de la entidad ambiental de control y de las entidades reguladoras sectoriales y por recurso;
- c) Nacional: Plan de la Autoridad Nacional Ambiental.

Todos los niveles de planificación deberán observar lo establecido en el Plan Ambiental Ecuatoriano. Los lineamientos para la elaboración de los planes descritos en este artículo serán definidos por la Autoridad Ambiental Nacional.

**Art. 56.-** Actividades de las Entidades Ambientales de Control.- En el caso que un municipio realice por administración directa actividades que pueden potencialmente causar contaminación o sea propietario parcial o total de una empresa cuya actividad puede potencialmente causar contaminación, no podrá ejercer como entidad ambiental de control sobre esa obra y/o actividad. El Consejo Provincial será entonces la entidad ambiental de control si hacia éste se hubiere descentralizado la competencia ambiental. De no ser este el caso la autoridad ambiental sectorial o por recurso con competencia será el regulador de la actividad. Igual regla se aplicará para el caso de los Consejos Provinciales y otras instituciones parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, evitándose en todo momento los conflictos de interés.

## **CAPITULO V**

### **SECCIÓN II**

**Art. 92.-** Permiso de Descargas y Emisiones.- El permiso de descargas, emisiones y vertidos es el instrumento administrativo que faculta a la actividad del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que éstas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran esas actividades.

## **Anexo 2. Plan de Seguimiento y Vigilancia**

El Programa de Vigilancia Ambiental debe entenderse como el conjunto de criterios de carácter técnico que, en base a la predicción realizada sobre los efectos ambientales del proyecto, permitirá realizar a la Administración un seguimiento eficaz y sistemático tanto del cumplimiento de lo estipulado en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), como de aquellas otras alteraciones de difícil previsión que pudieran aparecer (2) (Weitzenfeld, 1996).

Presenta una doble vertiente, representa un contrato del promotor con la Administración que le obliga a llevar a cabo lo dicho en el estudio de impacto ambiental y le hace responsable. La Administración no se hace cargo de las medidas correctoras ni del Plan pero atenderá a los informes derivados del plan de seguimiento.

Por tanto, los objetivos de dicho plan podrían enumerarse como sigue:

- Verificación, cumplimiento y efectividad de las medidas del EsIA.
- Seguimiento de impactos residuales e imprevistos que se produzcan tras el comienzo de la explotación, así como afecciones desconocidas, accidentales, indirectas...
- Base para la articulación de nuevas medidas en función de la eficacia y eficiencia de las medidas correctoras pertinentes que aparezcan en la DIA.
- Fuente de datos para futuros EIA, útil para el propio promotor también si se tienen experiencias sistematizadas.

Para cada medida correctora habremos de elaborar una ficha con unas características mínimas:

- Medida correctora a la que hace referencia.
- Indicadores, tanto de realización como de efectividad de la medida.
- Método de control, con un calendario de medida, unos puntos de muestreo fijos y un sistema de medición.
- Datos de referencia o establecimiento de umbrales (mínimos en cuanto a umbrales de intolerancia, umbrales de alerta y umbrales inadmisibles).
- Medidas de urgencia.
- Formación necesaria por parte de la persona que hace el control.

**Anexo 3. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes:  
Recurso Agua**

**LIBRO VI ANEXO 1**

**Límites máximos permisibles para agua de consumo humano y uso  
domestico que únicamente requieren tratamiento convencional**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permissible</b>
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permissible</b>
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permissible</b>
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO <sub>4</sub> =	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0
*Productos para la desinfección		mg/l	0,1
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	µg/l	10,0
Benzo(a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000
Parámetro	Expresado	Unidad	Límite Máximo

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permissible</b>
	Como		Permissible
Xilenos (totales)		µg/l	10 000
Pesticidas y herbicidas			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	µg/l	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	µg/l	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de dicloropropano	µg/l	5
Diquat		µg/l	70
Glifosato		µg/l	200
Toxafeno		µg/l	5
Compuestos Halogenados			

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permissible</b>
Tetracloruro de carbono		µg/l	3
Dicloroetano (1,2-)		µg/l	10
Dicloroetileno (1,1-)		µg/l	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		µg/l	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		µg/l	100
Diclorometano		µg/l	50
Tetracloroetileno		µg/l	10
Tricloroetano (1,1,1-)		µg/l	200
Tricloroetileno		µg/l	30
Clorobenceno		µg/l	100
Diclorobenceno (1,2-)		µg/l	200
Diclorobenceno (1,4-)		µg/l	5
Hexaclorobenceno		µg/l	0,01
Bromoximil		µg/l	5
Diclorometano		µg/l	50
Tribrometano		µg/l	2

Tomada de Libro VI Anexo 1

## **Anexo 4. Análisis de aguas en dos puntos del río Blanco**





**Anexo 5. Fotografías de los puntos tomados con el GPS**

Coordenadas del punto de toma de muestra de aguas, río arriba



Florícola Valle Verde



Coordenadas de toma de muestra de aguas, río abajo

## Anexo 6. Respaldo Fotográfico

### Río Contaminado con basura y desechos sólidos







**Florícolas de la zona de la cuenca del río Blanco**







### Toma de muestras





