



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**INVENTARIO DE LA FLORA Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE  
DE CONTAMINACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO  
CHIMBORAZO EN LA COMUNIDAD CALERA GRANDE Y  
SHOBOLPAMBA, PARROQUIA SAN JUAN, CANTÓN  
RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**CLEVER HUGO AGUINDA ANDI**

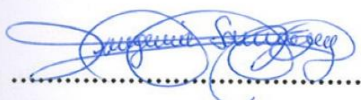
**Riobamba – Ecuador**

**2017**

**HOJA DE CERTIFICACIÓN**

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de titulación denominado **INVENTARIO DE LA FLORA Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO EN LA COMUNIDAD CALERA GRANDE Y SHOBOLPAMBA, PARROQUIA SAN JUAN, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad del señor Clever Hugo Aguinda Andi, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

Riobamba, **TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.**



Ing. María Eugenia Samaniego Erazo

**DIRECTOR**

15-02-2017

**FECHA**



Ing. Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco

**ASESOR**

15-02-2017

**FECHA**

Riobamba-Ecuador


2017

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Clever Hugo Aguinda Andi declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos y constantes del documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Riobamba 7 de febrero de 2017



Clever Hugo Aguinda Andi

150087871-3

## **AUTORÍA**

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual del autor y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.

## **DEDICATORIA**

La presente investigación se la dedico a toda mi familia en especial a mi madre Sarita Dolores Andi, quien fue la que me enseñó a luchar a pesar de las adversidades, que todo en esta vida es posible, a nunca rendirse, a ser fuerte, quien confió en mí y sé que desde el cielo me sigue guiando y apoyando en mis decisiones, este logro es gracias a ti.

A mi hermana Katy Aguinda que siempre estaba a mi lado apoyándome en mis malas y buenas decisiones, ayudándome en todo lo que podías y alentándome a seguir en pie de lucha en mi carrera universitaria. También a mi hermana Jenny por sus consejos y apoyo incondicional en todo momento.

A mi hijo Adrián Mateo por ser la motivación de esfuerzo cotidiano en busca de un mejor porvenir, tu mi alegría, mi esperanza, tu mi todo.

Clever Hugo

## AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por ser mi guía y compañero a lo largo de mi vida y carrera, por tu bendición de la vida. Mi más sincero agradecimiento a toda mi familia en especial mis hermanas que siempre estuvieron ahí presentes para darme su apoyo incondicional en todos estos años, guiarme a ser una mejor persona y ayudarme a lograr mis metas.

Agradezco de todo corazón a mi esposa Lilian Charig que ha sido el apoyo y fuerza estos años de lucha de vida universitaria, gracias por tu amor y comprensión no me desvié de mi objetivo. También agradezco a mis suegros por abrirme las puertas de su hogar y su apoyo incondicional mientras más lo necesite.

Un agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica, por haberme formarme como Ing. Forestal en especial a todos los docentes que me brindaron sus conocimientos y sabiduría para ser un profesional. Mi más sincero agradecimiento al tribunal de titulación Ing. María Samaniego e Ing. Danilo Guilcapi por haber asumido el duro reto de guiarme y su paciencia para que esta investigación se ejecute con éxito.

Clever Hugo

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
<b>I. INVENTARIO DE LA FLORA Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO EN LA COMUNIDAD CALERA GRANDE Y SHOBOLPAMBA, PARROQUIA SAN JUAN, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO .....</b>	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1. Justificación .....	3
2. Objetivos .....	4
2.1    Objetivo general .....	4
2.2    Objetivos específicos .....	4
3. Hipótesis.....	4
3.1    Hipótesis nula. ....	4
3.2    Hipótesis alternante. ....	4
<b>III.    REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
1. Recursos Naturales.....	5
2. Inventarios Forestales .....	5
2.1    Métodos de inventario .....	6
2.2    Diversidad de Especies .....	8
3.    Cuencas Hidrográfica .....	11
3.1    Conceptualización .....	11
3.2    Componentes de una cuenca.....	12
3.3    La Cuenca Hidrográfica y su Importancia.....	13
3.4    Características de la Cuenca Hidrográfica.....	14
3.5    Tipos de cuencas hidrográficas.....	15
3.6    Caracterización Socioeconómica de la Cuenca Hidrográfica.....	16
3.7    Manejo De Cuencas.....	17

3.8	Planificación de Cuencas.....	18
3.9	Manejo Integral de la Microcuenca en el Desarrollo Sostenible .....	19
3.10	Cuencas hidrográficas según la constitución de la republica del ecuador .....	19
4	Contaminación Ambiental .....	20
4.1	Causas de la Contaminación Ambiental.....	20
4.2	Contaminante.....	21
4.3	Clasificación de Contaminantes .....	21
5	Impacto sobre la biodiversidad. ....	22
6	Impacto sobre las fuentes naturales de agua. ....	22
6.1	Contaminación del agua .....	22
6.2	Índice de calidad de Agua.....	24
6.3	Calidad Biológica del agua.....	25
6.4	Bioindicador .....	26
<b>IV.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>30</b>
1	Características del lugar .....	30
1.1	Localización.....	30
1.2	Ubicación geográfica.....	30
1.3	Condiciones climatológicas .....	31
1.4	Clasificación ecológica.....	31
1.5	Características del suelo .....	31
2	Materiales y equipos .....	32
2.1	Materiales de campo.....	32
2.2	Materiales de Oficina.....	32
3.	Metodología .....	32
3.1	Para el cumplimiento del objetivo 1.- “Evaluar los índices de contaminación de la microcuenca del río Chimborazo correspondientes a las dos comunidades en estudio” .....	32
3.2	Para el cumplimiento del objetivo 2.- Elaborar un inventario de las especies vegetales presentes en la zona y analizar las plantas bioindicadoras.....	34
3.3	Para el cumplimiento del objetivo 3.- “Capacitar a las familias por donde atraviesa la microcuenca del río Chimborazo” .....	35



<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>37</b>
1 Evaluar los índices de contaminación de la microcuenca del río Chimborazo correspondientes a las dos comunidades en estudio.....	37
1.1 Recorrer el lugar de estudio.....	37
2 Recoger muestras para el análisis de agua y suelo.....	38
2.1 Muestra de suelo.....	38
2.2 Muestras de Agua.....	40
3 Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del río Chimborazo.....	41
3.1 Caudal.....	41
3.2 Resultados Físico-Químicos y Microbiológicos.....	42
3.3 Índice de Calidad de Agua (ICA).....	53
4 Inventario de especies vegetales presentes en la zona y analizar las plantas bioindicadoras. 54	
4.1 Área de Estudio.....	54
4.2 Delimitación del Área de Estudio.....	55
4.4.3 Inventario de especies vegetales.....	56
4.4 Determinación de la importancia ecológica de las especies.....	58
4.5 Índices de Diversidad.....	60
4.6 Similitud entre Transectos.....	63
4.7 Plantas bioindicadoras.....	65
5 Capacitar a las familias por donde atraviesa la microcuenca del río chimborazo.....	66
5.1 Capacitación.....	66
5.2 Desarrollo de las capacitaciones.....	67
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	<b>69</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>70</b>
<b>VIII. RESUMEN</b> .....	<b>71</b>
<b>IX. SUMMARY</b> .....	<b>72</b>
<b>X. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>73</b>
<b>XI. ANEXOS</b> .....	<b>78</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interpretación de la diversidad .....	10
Tabla 2. Interpretación de la diversidad .....	11
Tabla 3. Clasificación del “ICA” propuesto por Brown .....	25
Tabla 4. Especies bioindicadoras. ....	28
Tabla <sub>5</sub> 6. Puntos de monitoreo de la investigación .....	40
Tabla <sub>6</sub> 7. Resultados de caudal.....	41
Tabla <sub>7</sub> 8. Resultados físico-químicos y microbiológicos. ....	42
Tabla <sub>8</sub> 9. Resultados de Calidad de Agua en la Comunidad Shobolpamba. ....	53
Tabla <sub>9</sub> 10. Resultados de Calidad de Agua en la Comunidad Calera Grande. ....	54
Tabla <sub>10</sub> 11. Coordenadas de Transectos .....	56
Tabla <sub>11</sub> 12. Inventario de plantas cultivadas .....	56
Tabla <sub>12</sub> 13. Especies registradas.....	57
Tabla <sub>13</sub> 14. Valor de Importancia de especies arbustiva. ....	58
Tabla <sub>14</sub> 15. Valor de Importancia de especies herbáceas. ....	59
Tabla <sub>15</sub> 16. Índices de Diversidad de Simpson y Shannon.....	60
Tabla <sub>16</sub> 17. Índices de Diversidad de Simpson y Shannon.....	61
Tabla <sub>17</sub> 18. Índices de Diversidad de Simpson y Shannon.....	62
Tabla <sub>18</sub> 19. Presencias de especies arbustivas en los transectos.....	63
Tabla <sub>19</sub> 20. Similitud entre transectos de especies arbustivas. ....	63
Tabla <sub>20</sub> 21. Presencias de especies Herbácea en los transectos.....	64
Tabla <sub>21</sub> 22. Similitud entre transectos de especies herbáceas.....	65
Tabla <sub>22</sub> 23. Especies Bioindiadoras registradas. ....	65
Tabla <sub>23</sub> 24. Agenda de capacitación.....	67

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Parroquia San Juan.....	30
Gráfico <sub>2</sub> . Desechos encontrados en la Microcuenca. ....	37
Gráfico <sub>3</sub> . Erosión en la Microcuenca. ....	38
Gráfico <sub>4</sub> . Recolección de suelo. ....	39
Gráfico <sub>5</sub> . Recolección de agua. ....	41
Gráfico <sub>6</sub> . pH entre los dos puntos de monitoreo. ....	43
Gráfico <sub>7</sub> . Conductividad entre los dos puntos de monitoreo.....	44
Gráfico <sub>8</sub> . Sólidos Disueltos Totales entre los dos puntos de monitoreo. ....	45
Gráfico <sub>9</sub> . Sólidos Totales entre los dos puntos de monitoreo.....	46
Gráfico <sub>10</sub> . Sólidos Disueltos Totales entre los dos puntos de monitoreo. ....	47
Gráfico <sub>11</sub> . Demanda Bioquímica de Oxígeno entre los dos puntos de monitoreo.....	48
Gráfico <sub>12</sub> . Cloruros entre los dos puntos de monitoreo. ....	49
Gráfico <sub>13</sub> . Sulfato entre los dos puntos de monitoreo. ....	50
Gráfico <sub>14</sub> . Nitratos entre los dos puntos de monitoreo .....	51
Gráfico <sub>15</sub> . Coliformes Fecales entre los dos puntos de monitoreo .....	52
Gráfico <sub>16</sub> . Ubicación geográfica de la microcuenca del río Chimborazo (Parroquia San Juan) .....	55
Gráfico <sub>17</sub> . Cotas y Ubicación de transectos.....	55

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Criterios de Calidad de Suelo. ....	78
Anexo 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional. ....	79
Anexo 3. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.....	82
Anexo 4. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. ....	84
Anexo 5. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola.....	86
Anexo 6. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.....	87
Anexo 7. Tipo de agua de acuerdo a la conductividad.....	88
Anexo 8. Criterios generales según el Índice de Calidad del Agua (ICA).....	89
Anexo 9. Registro de asistentes .....	90

# **I. INVENTARIO DE LA FLORA Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO EN LA COMUNIDAD CALERA GRANDE Y SHOBOLPAMBA, PARROQUIA SAN JUAN, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

## **II. INTRODUCCIÓN**

La conservación de los Recursos Naturales es importante para ser considerada como iniciativa de desarrollo sostenible. El manejo y conservación del agua es de especial importancia. En años recientes ha habido una investigación amplia que confirma la creciente carencia de este recurso, para propósitos de consumo humano e irrigación. La razón principal es la deforestación continua y la contaminación de las cuencas hidrográficas que almacenan y producen agua en las tierras altas en América Latina.

La calidad del agua en el Ecuador se encuentra fuertemente amenazada, las fuentes superficiales se encuentran contaminadas principalmente por vertidos domésticos, productos agrícolas, uso para abrevadero, la producción de petróleo y la actividad minera, entre otros desperdicios provenientes de la zona urbana, casi todos los ríos de nuestro país presentan altas cantidades de DBO, nitrógeno, y fósforo debido a plaguicidas, fertilizantes y biocidas, así como también agua salobre casi transformada en agua salina, presente en los deltas de ríos y en lagunas costeras, además la deforestación y las malas prácticas en la agricultura son responsables de la erosión incrementado la cantidad de sedimentos en los cauces naturales, en el Ecuador toda esta problemática representa ser perjudicial para la población y para los recursos hídricos.

La microcuenca del río Chimborazo está ubicada en la provincia de Chimborazo sus orígenes se encuentran en los deshielos del Nevado Chimborazo recogiendo en su trayecto descargas de varias actividades principalmente de la ganadería, agricultura y la industria láctea viéndose también amenazada por la deforestación ya que en esta zona

los habitantes se encuentran extendiendo sus fronteras agrícolas siendo esta la actividad principal de los moradores del sector.

El presente trabajo se realizó en el área de la microcuenca del río Chimborazo, la cual muestra la diversidad florística de un ecosistema de altura; donde el trabajo de reconocimiento de las especies de plantas se ve enriquecida por el saber local.

El estudio del estado actual de la microcuenca del río Chimborazo se orientó y enfocó al aprovechamiento racional de los recursos naturales, o sea ordenar espacialmente el uso de estos e indicar su manejo adecuado; el cual debe contribuir a mantener o mejorar la capacidad productiva de la tierra, las funciones hidrológicas y las condiciones socio-económicas de la población que habita en esta unidad hidrográfica.

Los alcances de manejo de cuencas evolucionaron de ese enfoque orientado únicamente a la captación de agua a otros niveles más complejos como los de protección de recursos naturales y mitigación del efecto de fenómenos naturales extremos, los de control de erosión, el control de contaminación, y luego conservación de suelos y rehabilitación y recuperación de zonas degradadas.

Paralelamente con los problemas percibidos, existen también técnicas de manejo de información, entre ellas están los sistemas de información geográfica SIG, una herramienta sistemática para referir geográficamente una serie de información, a fin de facilitar la sobre posición, cuantificación y síntesis de los datos, así como de orientar las decisiones para un mejor manejo de los recursos naturales existente, con el objetivo de buscar alternativas de solución que logren un desarrollo sustentable.

## **1. Justificación**

En el Ecuador, el interés público de la preservación del ambiente, de los ecosistemas y cuencas hidrográficas y la prevención del daño ambiental, ha llevado al GAD Parroquial de San Juan a la ejecución del estudio de la microcuenca del río Chimborazo para conocer el estado de la misma, lo cual favorecerá a la aplicación de proyectos ambientales (reforestación) para la conservación del agua, vital para diferentes usos de las comunidades en cuestión.

En la zona no hay estudio en el ámbito ambiental, en especial al manejo de cuencas hidrográficas lo cual presenta un alto grado de impacto al ambiente en especial a la flora y el agua lo que representa problemas de erosión y contaminación natural y antropológica. Por ello la acción irracional del hombre en el planeta, dominada por su ambición económica, está poniendo en peligro los bosques y la calidad del agua, que serán de utilidad para las presentes y futuras generaciones.

Ante este peligro de desaparecer la flora, y al escases del agua de consumo, se realizó esta investigación para conocer la flora actual y las condiciones del recurso hídrico de la microcuenca, para de esta manera aportar al plan integral y manejo de la microcuenca del río Chimborazo, y a la vez socializar la información obtenida con los habitantes del sector, lo que va a general un proceso participativo entre el GAD Parroquial y la comunidad en el cuidado ambiental.

## **2       Objetivos**

### **2.1      *Objetivo general***

Realizar un inventario de la flora y determinar del índice de contaminación de la microcuenca del río Chimborazo en la comunidad Calera Grande y Shobolpamba, parroquia San Juan, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

### **2.2      *Objetivos específicos***

- Evaluar los índices de contaminación de la microcuenca del río Chimborazo correspondientes a las dos comunidades en estudio.
- Elaborar un inventario de las especies vegetales presentes en la zona y analizar las plantas Bioindicadoras.
- Capacitar a las familias por donde atraviesa la microcuenca del río Chimborazo sobre el manejo racional de los recursos naturales de la zona.

## **3       Hipótesis**

### **3.1      *Hipótesis nula.***

No se puede determinar el estado actual de la flora y los índices de contaminación de la microcuenca del río Chimborazo, sin un estudio en la zona.

### **3.2      *Hipótesis alternante.***

Se puede determinar el estado actual de la flora y los índices de contaminación de la microcuenca del río Chimborazo, con un estudio en la zona.



### **III. REVISION DE LITERATURA**

#### **1. Recursos Naturales**

Es indiscutible la dependencia del hombre hacia su medio, sobre todo porque éste último posee las fuentes que permiten el crecimiento humano. El desarrollo económico y progreso de las sociedades se basa fundamentalmente en el conocimiento y explotación de los recursos; sin embargo, no se ha logrado un equilibrio entre el avance económico, la continuidad y buen manejo de los recursos, lo que desde hace tiempo ha provocado su disminución y pérdida, aunado a un deterioro ambiental que constantemente se incrementa a niveles fuera de control humano. En la sociedad actual se hace imperativo vincular los procesos productivos con el manejo óptimo de la naturaleza y lograr así un desarrollo sustentable (Mejía, 2003).

#### **2. Inventarios Forestales**

Los inventarios forestales y los sistemas estadísticos son el fundamento para la adopción de políticas idóneas en apoyo de la ordenación forestal sostenible. La integración de los aspectos económicos y ambientales en la planificación del sector forestal exige disponer de un gran volumen de información sobre los bosques, tanto de carácter espacial como temporal. Los diversos estudios realizados llegan siempre a la conclusión de que es necesario reunir mucha más información sobre la cantidad, calidad y utilización de los bosques. Pese a la demanda creciente de información de más calidad, lo cierto es que están disminuyendo las inversiones, incluso para la realización de inventarios forestales básicos (Rondeux, 1996).

Muchos países no cuentan con un inventario forestal completo y bien realizado desde el punto de vista estadístico desde los años '70 o comienzo de los '80. En otros países está disminuyendo la frecuencia e intensidad de los inventarios físicos y están siendo sustituidos por la elaboración de modelos. La aparición de nuevos métodos, como la

teledetección, facilita la observación de cambios de gran magnitud en la cubierta vegetal, pero la inexistencia de inventarios forestales recientes hace cada vez más difícil evaluar los cambios registrados en la calidad y función de los bosques y establecer conclusiones útiles acerca de la sostenibilidad en su utilización. En principio los inventarios de gestión (completos o por muestreo) se refieren a superficies determinadas que corresponden a unidades de gestión (plantaciones, parcelas, rodales), mientras que los inventarios nacionales o regionales abarcan extensos territorios analizados a partir de informaciones puntuales (Rondeux, 1996).

Según manifiesta Olivier (1992), Se deben considerar la biodiversidad y su control en relación con la gestión forestal sostenible referida a conjuntos constitutivos de rodales forestales, a unidades paisajística o unidades de gestión (fincas de algunas hectáreas a varias decenas de hectáreas), las características esenciales y elementos claves que habrá que tener en cuenta, a intervalos regulares, podrían ser los siguientes, como orientaciones referentes a la magnitud de la masa forestal.

## **2.1 *Métodos de inventario***

Existe una amplia variedad de métodos que permiten realizar la caracterización florística de una comunidad vegetal, cuya conveniencia o aplicabilidad depende de los objetivos específicos de cada estudio y de la estructura de la comunidad estudiada. Sin embargo, y cualquiera sea el método utilizado para el estudio florístico, cada punto de medición (unidad muestral) debe cumplir con los siguientes requerimientos (Müeller-Dombois & Ellenberg, 1974).

- Debe ser de tamaño suficiente como para contener todas las especies que pertenecen a la comunidad vegetal.
- El hábitat debe ser uniforme dentro del área de muestreo, dentro de los niveles que uno puede determinar.

- La cobertura vegetal debe ser lo más homogénea posible

### 2.1.1 *Transectos*

El método del transecto denominado también “transección al paso”, constituye un método muy usado para inventariar y evaluar herbazales, en especial para pastizales, debido sus ventajas frente al método de parcelas con dimensiones fijas, principalmente porque es rápido y permite capturar mayor variabilidad en el terreno y por ende la dispersión de las especie, por lo que permite un gran desplazamiento dentro de la unidad de vegetación a evaluar; además, facilita la toma de datos complementarios como grado de erosión del suelo, topografía, etc. Cada punto de observación o registro lo define un anillo censador de 2.5 cm de diámetro, sujetado por una varilla de bronce que mide entre 50 a 60 cm de largo (Flores, 2005).

El método de los transectos es ampliamente utilizado por la rapidez con se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse (Flores, 2005).

De acuerdo con Gentry (1995), Aplicó los transectos de 2x50 m para medir árboles y bejucos con DAP (diámetro a la altura del pecho) mayor a 2.5 cm. Dentro de los transectos, evaluó el número de individuos presentes, tomando nota de la altura y diámetro de cada planta. Sin embargo, este tamaño de transecto no sería adecuado para evaluar la vegetación del sotobosque de un bosque húmedo; en este caso, será necesario reducir el tamaño del transecto (Ejemplo a 2x4 m).

Al contrario, si se quiere evaluar la vegetación arbórea con DAP mayor a 20 cm, en un transecto de 2x50 m el número de árboles de esta categoría sería poco representativo, lo que indica que el tamaño del transecto debe aumentarse (por ejemplo 10x50m o 10x100

m). Los profesionales forestales, para inventariar una determinada área forestal, generalmente utilizan transectos de 10x100 m o 20x100 m, puesto que sólo necesitan muestrear algunas especies de su interés y con categorías de DAP mayores. En los transectos, generalmente se miden parámetros como altura de la planta, abundancia, DAP y frecuencia (Flores, 2005).

## 2.2 Diversidad de Especies

Según Smith (2000), diversidad es la abundancia y distribución equitativa de especies diferentes en una determinada localidad, se conoce también como “riqueza de especies”. La diversidad de especies hace referencia tanto al número de especies, riqueza de especies, como a la abundancia relativa de individuos entre especies, equitatividad de especies.

Los dos componentes, riqueza de especies y equitatividad de especies, son útiles en la medida de la diversidad de especies. se dice que una comunidad que contiene unos pocos individuos de muchas especies posee una mayor diversidad que una comunidad que tiene el mismo total de individuos pero que pertenecen solamente a unas pocas especies (Smith, 2005).

Existen tres tipos de diversidad: la diversidad alfa, es decir la diversidad dentro de una comunidad, la diversidad beta o la diversidad entre comunidades y la diversidad gamma, que describe la diversidad sobre una base regional, que incluye el reemplazamiento de especies a lo largo de grandes regiones geográficas. La distribución global de la diversidad de especies depende de varias condiciones Según Smith (2000).

- **Los gradientes latitudinales:** a menor latitud, o sea, con la cercanía hacia la línea ecuatorial, el número de especies aumenta, mientras que hacia los polos (mayor latitud) disminuye.

- **Los gradientes de altitud:** en los ecosistemas terrestres la diversidad de especies generalmente disminuye con la altura. En los Andes este fenómeno es patente desde la Amazonía hacia las alturas andinas, es donde cerca de la línea de nieves perpetuas el número de especies es más bajo.
- **Los gradientes de precipitación:** Las zonas desérticas y áridas tienen menos diversidad de especies que las zonas más lluviosas.

### 2.2.1 *Índice de diversidad de Shannon*

Está basado en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema, mide el grado de incertidumbre. Si la diversidad es baja, entonces la seguridad de tomar una determinada especie es alta. Si la diversidad es elevada, entonces es difícil de predecir a que especie pertenecerá un individuo tomado al azar. Una alta diversidad significa una alta impredecibilidad (Smith & Smith, 2001).

$$H = -\sum_{i=1}^S (P_i)(\log_2 P_i)$$

Donde:

H= Índice de Shannon

S= Número de especies

Pi= Proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

### 2.2.2 **Índice de Simpson (ISD)**

Mide la probabilidad de que dos individuos sacados al azar entre todos los individuos de una comunidad pertenezcan a diferentes especies, es decir es una medida de igualdad de

distribución, o de heterogeneidad de especies y homogeneidad poblacional entre ellas. Valores bajos indican dominancia de una especie. Aumenta con el número de especies y refleja a su vez el reparto de las especies en proporciones (Smith & Smith, 2001).

$$ISD = 1 - \sum (P_i)^2$$

**Donde:**

**ISD**= Índice de Simpson

**P<sub>i</sub>**= Proporción del número total de individuos que constituyen la especie

Los Índices de Shannon y Simpson toman en consideración tanto la riqueza como la equitatividad de especies

**Tabla 1.** Interpretación de la diversidad

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Diversidad Baja
0,36 – 0,75	Diversidad Mediana
0,76 – 1,00	Diversidad Alta

Fuente: Smith & Smith, 2001

### 2.2.3 Índice de Sorensen

“También conocido como el coeficiente de comunidad no considerada la abundancia relativa de las especies. Es mucho más útil cuando el principal interés es la determinación de la presencia o ausencia de las especies”. (Smith & Smith, 2001).

“Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades, los datos utilizados en este índice son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos, el Índice de sorensen es el más satisfactorio” (Mostacedo, 2000).

$$ISS = 1 + \frac{2C}{A+B} \times 100$$

**Donde:**

**ISS**= Índice de sorensen

**A**= Número de especies en el sitio 1

**B**= Número de especies en el sitio 2

**C**= Número de especies similares presentes en ambos sitios A y B.

**Tabla 2.** Interpretación de la diversidad

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Disimiles
0,36 – 0,75	Medianamente similares
0,76 – 1,00	Muy similares

Fuente: Mostacedo, 2000

### 3. Cuencas Hidrográfica

#### 3.1 *Conceptualización*

Cuenca u hoya hidrográfica, denominada al área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. Las cuencas pueden considerarse como sistemas abiertos en los que se estudia los procesos hidrológicos (Hénao, 1998).

Según Domingo Gómez Orea (2007), una cuenca hidrográfica son unidades fisiográficas organizadas por el medio físico y más en concreto por el factor agua; que para adoptarla como unidad de ordenación territorial integral exige crear una entidad gestora con capacidad vinculante con los agentes públicos y privados.

## **3.2 Componentes de una cuenca**

“Los elementos que constituyen una cuenca son: Agua, Suelo, Vegetación, Fauna, Hombre y Medio Ambiente, estos elementos o componentes son vivos, dinámicos y se encuentran en interacción” (UICN, 2000).

Para su estudio, los componentes de una cuenca hidrográfica se agrupan de la siguiente forma:

### **3.2.1 Factores Físicos**

“Son los que tienen que ver con el relieve, la corteza terrestre y los elementos naturales que la modifican. Estos factores son el relieve, la topografía, la hidrología, la geología, la geomorfología, el clima” (Ramsar, 2004).

### **3.2.2 Factores Biológicos**

“Son los que tienen vida en la cuenca, estos son: el suelo, la vegetación, la fauna, la ecología” (Ramsar, 2004).

### **3.2.3 Factores Humanos**

“El elemento fundamental del desarrollo de una cuenca hidrográfica, es el hombre, base de toda planificación, puesto que él será el beneficiario directo de los planes que se adelanten” (Hénao, 1998).



### 3.2.4 *Factores Socio Ambientales*

El medio ambiente, o sea lo que nos rodea está centrado en el hombre y consisten en la forma y función de aquellos ecosistemas que rodean y apoyan la vida humana. Existen innumerables ecosistemas grandes como por ejemplo, una cuenca hidrográfica contiene muchos otros ecosistemas: bosques, lagos, ríos, terrenos agrícolas, pastizales e incluso ciudades, que a pesar de su aparente independencia lo que le hagamos a uno de ellos influirá en el otro, pues son interdependientes (Hénao, 1998).

### 3.2.5 *Sistema de Escurrimiento*

“El área de escurrimiento se denomina a la parte desde que escurre el agua que alimenta un río o lo largo de su curso constituye su cuenca fluvial u hoya hidrográfica, está delimitada por zonas más altas que la dividen de otras” (Ramsar, 2004).

## 3.3 *La Cuenca Hidrográfica y su Importancia*

“La cuenca hidrográfica es la unidad territorial natural que capta la precipitación, por donde transita el escurrimiento y la escorrentía hasta un punto de salida en el cauce principal, o sea es un área delimitada por una divisoria topográfica (parte-agua) que drena a un cauce común” (Brooks, 1989, Citado por FAO, 1993).

Catie (2001), define el término de cuenca hidrográfica como una unidad territorial que está delimitada por la influencia de un sistema de drenaje superficial, que tiene como límite físico la divisoria de las aguas hasta la confluencia del río principal a otro río mayor, lago o mar, y en la que se interrelacionan sistemáticamente procesos biofísicos, socioeconómico y ambientales. Es un sistema integrado por elementos biológicos,

físicos y socioeconómicos que se caracteriza por su dinámica y por la interacción de sus componentes o elementos. La cuenca hidrográfica constituye un sistema natural dinámico de elementos físicobiológico, socioeconómico, institucional y político que se relacionan entre sí, creando por consiguiente un conjunto único e indisoluble en permanente evolución, la cual constituye un importante polo de desarrollo socioeconómico; utilizada para la planificación y ordenación de los recursos naturales.

Constituye el espacio más indicado, para combinar adecuadamente el manejo forestal con el ordenamiento integral de los recursos naturales, donde se hagan compatibles las demandas sociales con la capacidad de carga o soporte de la naturaleza, en la cual se lleva a cabo el desarrollo de la comunidad organizada, así como el desarrollo del ciclo hidrológico. Tiene un enfoque antropocéntrico, pues el hombre desarrolla el rol principal; ya que con sus decisiones producen y catalizan cambios positivos y negativos en las cuencas y la naturaleza, con sus comportamientos modela las condiciones reales (Catie (2001)).

### **3.4 *Características de la Cuenca Hidrográfica***

Según el MAG-FOR (2000), una cuenca hidrográfica posee las siguientes características:

- **Medio natural geográficamente bien definido**

Es el área de alimentación de una red natural de drenaje cuyas aguas son recogidas por un colector común.

- **Medio biofísico complejo**

Es un medio natural compuesto por diferentes elementos: suelo, agua, vegetación, flora, fauna, subsuelos y clima; complejo por las interrelaciones e interacciones que dichos elementos mantienen en el dinámico equilibrio de la naturaleza. ·

- **Medio natural morfodinámico**

La génesis de la morfología de una cuenca es un proceso dinámico porque según el clima que prevalece en una cuenca, formaciones superficiales y el tipo de relieve se operan constantes modificaciones como decir, cambios en el patrón de drenaje, como eliminación de meandros, formación de brazos, creación de áreas de abrupción, de transporte y acumulación de sedimentos, etc.

- **Medio humano en transformación**

Se refiere a la demografía, la tenencia de la tierra, la estructura social de los sistemas de producción, las condiciones de mercado y de crédito, etc.

### **3.5      *Tipos de cuencas hidrográficas***

Las cuencas hidrográficas se clasifican en cuatro tipos:

- Exorreicas
- Endorreicas
- Arreicas
- Criptorreicas

“Esta clasificación se da por los puntos en donde desembocan los ríos, a continuación se detalla cada una de las mismas” (Jiménez, 1986).

**a. Cuenca Exorreica.**- “Se define como la cuenca donde la fuente principal desemboca en el mar” (Lanza, 1999).

**b. Cuenca Endorreica.-** “Se conceptualiza como cuencas formadas por afluentes que tienen como punto de desagüe lagunas o charcas, esto indica que en cuerpos de agua que no tienen conexión con los puntos de desagüe de las cuencas exorreicas” (Lanza, 1999).

**c. Cuenca Arreica.-** “Resulta complejo determinar su desembocadura, ya sea porque tienen altos niveles de evaporación, lentos escurrimientos, o el agua filtra en el terreno antes de llegar a redes de drenaje mayores, generalmente estas cuencas ocurren en arroyos, y con volúmenes de agua pequeños, estas cuencas no tienen desembocadura en ríos o cuerpos de agua importantes” (González, 2009).

**d. Cuenca Criptorreica.-** “Consiste en un territorio de drenaje subterráneo que no muestra una red de drenaje determinada, lo que indica que las corrientes de agua se desvanecen de forma espontánea” (González, 2009).

### **3.6      *Caracterización Socioeconómica de la Cuenca Hidrográfica***

La caracterización socioeconómica permite conocer la realidad de la cuenca, la demanda de la población (rural y urbana), sus problemas, sus necesidades, sus tendencias y el conflicto con la capacidad de carga de la cuenca, y proponer alternativas de solución; debido a que el factor social (Hombre y Comunidad) son la clave para movilizar las acciones de manejo de cuencas, por ello es necesario realizar una interpretación cuidadosa de las respectivas características socioeconómicas (Ramakrisma, 1997).

### 3.7 *Manejo De Cuencas*

Catie (1996), define el concepto de manejo de cuencas como la ciencia o arte que trata de lograr el uso apropiado de los recursos naturales en función de la intervención humana y sus necesidades, propiciando al mismo tiempo la sostenibilidad, la calidad de vida, el desarrollo y el equilibrio medio ambiental.

La evolución del concepto de manejo de cuencas siempre estuvo relacionada al uso de los recursos naturales, inicialmente el agua, posteriormente el bosque y el suelo. Actualmente, se promueve que el concepto de manejo de cuencas trata del uso apropiado de los recursos naturales, en función de la intervención humana y sus necesidades. Las actividades que realiza el hombre, sus actitudes y la forma como desarrolla su sistema productivo en base a los recursos, constituyen el eje del manejo de cuencas. El manejo de cuencas requiere de la participación directa de la población total, con un adecuado sistema de extensión, educación ambiental y mecanismo de coordinación interinstitucional Catie (1996).

Según Care (1996), Una Cuenca Hidrográfica es un sistema natural productivo donde el hombre puede interactuar con los recursos naturales, aprovecharlos para satisfacer las necesidades de la población y conservar el equilibrio ecológico que estos a su vez se constituyen en la base para el desarrollo.

Otro actor Campaña (2002), manifiesta que el manejo es el conjunto de esfuerzos que tienden a identificar y aplicar opciones técnicas, socioeconómicas y legales que brindan alternativas a la problemática por el deterioro y mal uso de los recursos renovables cuencas hidrográficas y con ello brindar un mejor desarrollo y calidad de vida para la sociedad humana inserta en ella.

### **3.7.1 *Objeto de Manejo***

Alcanzar en uso verdaderamente racional de los recursos naturales, con especial enfoque hacia el agua, bosque y suelo considerando al hombre y la comunidad como un agente protector y destructor.

### **3.7.2 *Actores del Manejo de una Cuenca Hidrográfica***

Se maneja de acuerdo a su vocación, para el caso que posea una vocación para la producción de energía, su manejo estará a cargo de instituciones especializadas.

## **3.8 *Planificación de Cuencas***

“La planificación de cuencas, se define como la ordenación de los recursos naturales y la restauración de ecosistemas degradados, en función del mejoramiento del bienestar y de la calidad de vida de la comunidad” (FAO, 1996).

Teóricamente y en la práctica la realización de la tarea planificadora en una cuenca empieza por la comprensión de la complejidad del medio y de las interacciones existentes entre los factores físico-naturales, socioeconómicos, institucionales y legales. El inventario integrado de estos factores permite conocer los recursos individuales y sus relaciones mutuas, evaluar las disponibilidades de la cuenca, los usos potenciales y limitaciones; y a la vez suministrar una base real para determinar alternativas para la utilización de los recursos naturales, formular lineamientos para su conservación y estructurar estrategias de desarrollo en relación al ordenamiento del territorio (FAO, 1996).

### **3.9 *Manejo Integral de la Microcuenca en el Desarrollo Sostenible***

Aunque este tema se desarrolla con detalle en los próximos módulos, es importante señalar, que esta alternativa de utilizar el manejo integral de las microcuencas, para contribuir con el desarrollo sostenible, tiene su base en las posibilidades más directas que se definen en los espacios de las microcuencas. En territorio pequeño es probable que las comunidades tengan intereses comunes, por lo tanto la participación conjunta de actores y usuarios de los servicios y recursos de las cuencas, harán posible la aplicación de todas las acciones técnicas directas e indirectas que la cuenca requiere. También los extensionistas y facilitadores de los procesos de desarrollo sostenible tendrán mayor posibilidad de interactuar directamente y en forma más continua con los beneficiarios (Catie, 1996).

Las organizaciones locales se estructurarán mejor y verán los beneficios de manera más inmediata, facilitando la continuidad de acciones. Esta intervención por microcuencas, debe considerar un plan de manejo integral o un plan maestro de la gran cuenca. Un aspecto particular, pero que no es exclusivo, que hace posible la sostenibilidad de los recursos naturales, es el trabajo que se realiza a nivel de finca o de cualquier otra unidad de intervención, cuando se implementan acciones por medio de microcuencas. En este caso, por ejemplo, es más probable que los agricultores adopten las tecnologías, por la continua y frecuente asistencia técnica que puedan recibir (Catie, 1996)

### **3.10 *Cuencas hidrográficas según la constitución de la republica del ecuador***

Según la constitución de la republica del ecuador, otorga competencias a los gobiernos regionales y gobierno provincial. El art. 262 y 263 nos dice que la gestión y el ordenamiento de cuencas hidrográficas y proporcionar la creación de consejos de cuenca, de acuerdo con la ley. Según el 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.”*

#### **4 Contaminación Ambiental**

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la ciudad, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida de las personas, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos además es la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público (Morejón, 1999).

Albert (2009), manifiesta “La contaminación ambiental siempre ha existido pues, en parte, es inherente a las actividades del ser humano es importante prestar cada vez mayor atención, ya que han aumentado la frecuencia y gravedad de los incidentes de en todo el mundo y cada día hay más pruebas de sus efectos adversos sobre el ambiente y la salud...”

##### **4.1 Causas de la Contaminación Ambiental.**

Albert (2009), manifiesta las principales causa son las actividades del hombre, en particular, las productivas, incluyendo la explotación de los recursos naturales no renovables como el petróleo o los diversos minerales, la industria en general o la agricultura, sin embargo también puede causar contaminación las actividades no



productivas como las que se realiza dentro del hogar o las asociadas con el transporte público.

Al existir muchas definiciones de contaminación ambiental se puede definir a la presencia de sustancias, organismos o formas de energía en ambientes y bajo condiciones tales, que esas sustancias interfieren con la salud y la comodidad de las personas, dañan los recursos naturales o alteran el equilibrio ecológico de la zona, por lo tanto para que se considere que hay contaminación se debe tomar en cuenta que éste se encuentre, y, hasta cierto punto también de la situación específica o la percepción subjetiva (Morejón, 1999).

#### **4.2      *Contaminante***

“El contaminante es todo material o energía, en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmosfera (agua, suelo, flora, fauna, o cualquier elemento natural) altera o modifica su composición y condición natural (según la ley para preservar y controlar la contaminación)” (Semarnat, 2000).

#### **4.3      *Clasificación de Contaminantes***

Los contaminantes se pueden clasificar de acuerdo con su estado físico, tipo, rapidez con que se transforman en el medio ambiente y lugar donde se depositan. Así en relación con su estado, pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos; por su tipo son físicos, químicos, biológicos, psicológicos y sociales; por la rapidez con que se transforman se agrupan en biodegradables y no biodegradables. Por último, al considerar el lugar donde se desechan, se clasifican en contaminantes de la atmósfera, suelo, agua y alimentos (Semarnat, 2000).

## **5 Impacto sobre la biodiversidad.**

Aunque la extinción de especies es un proceso biológico natural, las actividades humanas pueden acelerarla. El hombre ha destruido e invadido casi todas las áreas de la tierra; cuando invade un área, el hábitat de muchas plantas y animales se destruye, lo que da lugar a la extinción de muchas especies. Una vez que una especie se extingue se pierde para siempre. Otros factores más de la extinción de una especie son el control de plagas y depredadores, la contaminación (pesticidas) y la introducción de especies exóticas en un área. Se han clasificado aproximadamente 1700.000 especies de organismos, pese ha estimado que existen cerca de 40.000.000. Pese a ello, en virtud de las actividades humanas, muchas de las especies han desaparecido. Se ha calculado que desaparecen 1000 especies cada año. Lo que supone un promedio de más de dos especies por día (Morejón, 1999).

## **6 Impacto sobre las fuentes naturales de agua.**

Se crea por los residuos de la agricultura extensiva, residuos industriales y desechos humanos. La eutrofización por adición excesiva de nutrientes, como fosforo y nitrógeno, procedente de la agricultura puede deteriorar una cuenca de agua o envenenar las fuentes de agua por desechos industriales y sedimentación natural (García, 2006).

### **6.1 *Contaminación del agua***

Se entiende por contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir algún material o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales. El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede

llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino más bien nocivo (García, 2006).

#### 6.1.1 *Fuentes de contaminación del agua*

Según manifiesta Ramos (2004), las fuentes principales de acuerdo a su origen pueden ser:

- Urbanas
- Industriales
- Agropecuarias
- Naturales

#### 6.1.2 *Principales contaminantes del agua*

Los contaminantes microbiológicos así como también los orgánicos, son elementos que no pueden ser detectados fácilmente por el sentido humano, estos contaminantes pueden pasar desapercibidos, si no se da un proceso de enfermedades o epidemias a causa del agua en comunidades humanas, el agua puede estar contaminada con todos los desechos generados de las actividades humanas, como pesticidas, fertilizantes, químicos, estos químicos causan una serie de problemas en el cuerpo humano y su fisiología (Water Quality Association 2000).

Por lo que se tienen generalmente como contaminantes principales del agua, los antes mencionados biológicos y químicos, los contaminantes biológicos se determinan acorde a su origen y a estudios de evaluación de los patógenos presentes, y los contaminantes químicos basados en análisis, se cuenta con una lista de los contaminantes más comunes, entre los cuales están:

Alteraciones de pH, aluminio, Amonio, Arsenico, Bario, Cadmio, Cloraminas, Cromo, Cobre, Bacterias y virus, Nitritos y nitratos, Mercurio, Perclorato, Radio, Selenio, Uranio (Water Quality Association 2000).

## 6.2 *Índice de calidad de Agua*

Los índices pueden generarse utilizando ciertos elementos básicos en función de los usos del agua, el “ICA”, define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Estos Índices son llamados de “Usos Específicos”.

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no. (Romero, 2002).

Para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros, los cuales son:

- Coliformes Fecales (NMP/100 mL)
- pH
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO<sub>5</sub> en mg/ L)
- Nitratos (NO<sub>3</sub> en mg/L)
- Fosfatos (PO<sub>4</sub> en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (°C)
- Turbidez
- Sólidos disueltos totales (mg/ L)
- Oxígeno disuelto (%)

### 6.2.1 *Estimación del Índice de Calidad de Agua general “ICA”*

El “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo “General” se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Clasificación del “ICA” propuesto por Brown

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		90 a 100
Buena		70 a 90
Regular		50 a 70
Mala		25 a 50
Pésima		0 a 25

Fuente: Romero, 2002

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella. Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas. Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación (Romero, 2002).

### 6.3 *Calidad Biológica del agua*

“Está fundamentada en los efectos producidos por los agentes contaminantes sobre los organismos acuáticos. Para esto se puede utilizar métodos basados en la existencia o

ausencia de organismos, o en el nivel de tolerancia de los mismos ante ciertos contaminantes” (Lanza, 2000).

#### **6.4 *Bioindicador***

Es un organismo vivo cuyos rasgos se desarrollan de acuerdo al medio donde viven, las mismas que pueden variar en relación con las alteraciones ambientales. Los bioindicadores pueden dar información acerca de las perturbaciones ambientales ya que son sensibles a estas y responden a estos estímulos, su capacidad de respuesta depende de la etapa de vida ya que los organismos más jóvenes son más sensibles mientras que los adultos presentan mayor resistencia, la constitución genética también es importante ya que algunos organismos pueden o no adaptarse al medio cambiante y responder más rápidamente o más lentamente a los estímulos en comparación con otros (Capo, 2007).

Los bioindicadores son sensibles a los cambios ambientales y reaccionan a ellos como si fueran estímulos específicos. Los estímulos absorbidos provocan respuestas en los bioindicadores que dan información tanto acerca de los cambios ocurridos como, en ocasiones, del nivel de intensidad del cambio ambiental. Por ejemplo, una planta “caducifolia” ante el estímulo “contaminación” atmosférica, reacciona, de tal forma que sus hojas comienzan a presentar síntomas de clorosis; los síntomas serán más intensos cuanto más intenso sea el estímulo o, lo que es lo mismo, las zonas cloróticas serán más extensas cuanto más elevada sea la contaminación, hasta producirse necrosis, muerte y caída de las hojas (Ederra 1997 & Izco 2004).

La capacidad de respuesta de los bioindicadores según Ederra (1997), depende de factores, tales como:

- De la composición genética del organismo, porque puede favorecer o no la adaptación a los cambios y por tanto la manifestación de respuestas fácil y rápidamente visibles.
- De su estado de desarrollo, hay etapas en el ciclo vital que son más influenciables; por ejemplo, los individuos juveniles suelen ser más sensibles, mientras que los adultos suelen ser más resistentes.
- De las propias condiciones ambientales, porque los estímulos pueden ser infinitamente variados y sus efectos no siempre son aditivos, sino que puede haber sinergismos o efectos potenciadores de unas condiciones frente a otras.

#### 6.4.1 *Plantas vasculares (especies indicadoras)*

Si se observa alrededor y junto a muchos otros seres vivos u objetos inertes se observan plantas. Si se pone atención se puede descubrir que las plantas no están sobre la tierra como distribuidas al azar, sino que realmente su presencia parece seguir ciertas normas. Así como se observa que en los montes muy altos ya no suele haber árboles, que en los muros de las ciudades suelen vivir ciertas flores, o que las algas están casi siempre sumergidas en el agua. Es que, efectivamente, en la naturaleza cada cosa está en su sitio; en el caso de la flora cada planta esta donde debe estar: hay un orden en la naturaleza (Ederra, 1997).

Las plantas tienen una serie de características que son muy interesantes para poder interpretar este orden y que han de tenerse en cuenta para poder comprender la importancia de los vegetales como indicadores de la calidad de los ecosistemas, entendiendo el término calidad como medida del orden o desorden de los ecosistemas. En las plantas vasculares las situaciones de contaminación se manifiesta con mayor énfasis en la desaparición, presencia de especies, en la presencia de síntomas como marchitamiento, clorosis, pudrición, etc (Izco, 2004).

Hay otros tipos de plantas que en cambio se ven favorecidos por la presencia de contaminantes, en este caso su presencia determina las condiciones “óptimas” para su desarrollo. El documento trata de dar una idea de las especies que es posible encontrar dependiendo del tipo de suelo, presencia de humedad, sales, etc (Ederra, 1997).

#### 6.4.2. Plantas bioindicadoras en climas fríos.

“La variedad altitudinal y compartimentación topográfica produce un importante mosaico climático, así los páramos fríos de altura, con clima fresco, que produce el desarrollo de una vegetación con características distintas a los de otros ecosistemas” (Jorgensen & Yáñez 1999).

**Tabla 4.** Especies bioindicadoras.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Habitat Distribución
Helecho	<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R.M. Tryon & Stolze	Blechnaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4000 m.
Zarsillo	<i>Brachyotum gracilescens</i> Triana	Melastomataceae	Endémica. Andes. 2000 – 3500 m.
Paja	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	Poaceae	Nativa. Andes. 2500 – 4500 m.
Chuquiragua	<i>Chuquiraga jussieui</i> J.F. Gemel.	Asteraceae	Nativa. Andes. 2500 - >4500 m.
Piquil	<i>Gynoxys fuliginosa</i> (Kunth) Cass.	Asteraceae	Nativa. Andes 2500 – 4500 m.
Quique	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindel.	Rosaceae	
Trensilla	<i>Loricaria thuyoides</i> (Lam.) Sch.Bip.	Asteraceae	Nativa. Andes. 2000 – 4500 m.
Campanilla	<i>Macrocarpaea sodiroana</i> Gilg	Gentianaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4000 m.
Periquita	<i>Paepalanthus ensifolius</i> (Kunth) Kunth)	Eriocaulaceae	
Yagual	<i>Polylepis incana</i> Kunth	Rosaceae	Nativa, Andes, 3000 – 4500 m.
Achupalla	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae	Endémica. Andes. 2500 – 3500 m.



Achupalla	<i>Puya lanata</i> (Kunth) Schult.f.	Bromeliaceae	Nativa. Costa y Andes. 500 – 1000 m. y 1500 – 2500 m.
Paja	<i>Stipa icchu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	Poaceae	Nativa. Andes. 1500 – 3500 m. y 4000 – 4500 m.
Valeriana	<i>Valeriana</i> spp.	Valerianaceae	
Licopodios	<i>Lycopodium complanatum</i> L.	Lycopodiaceae	
Licopodios	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Lycopodiaceae	Nativa. Galápagos y Andes. 0 – 4000 m.

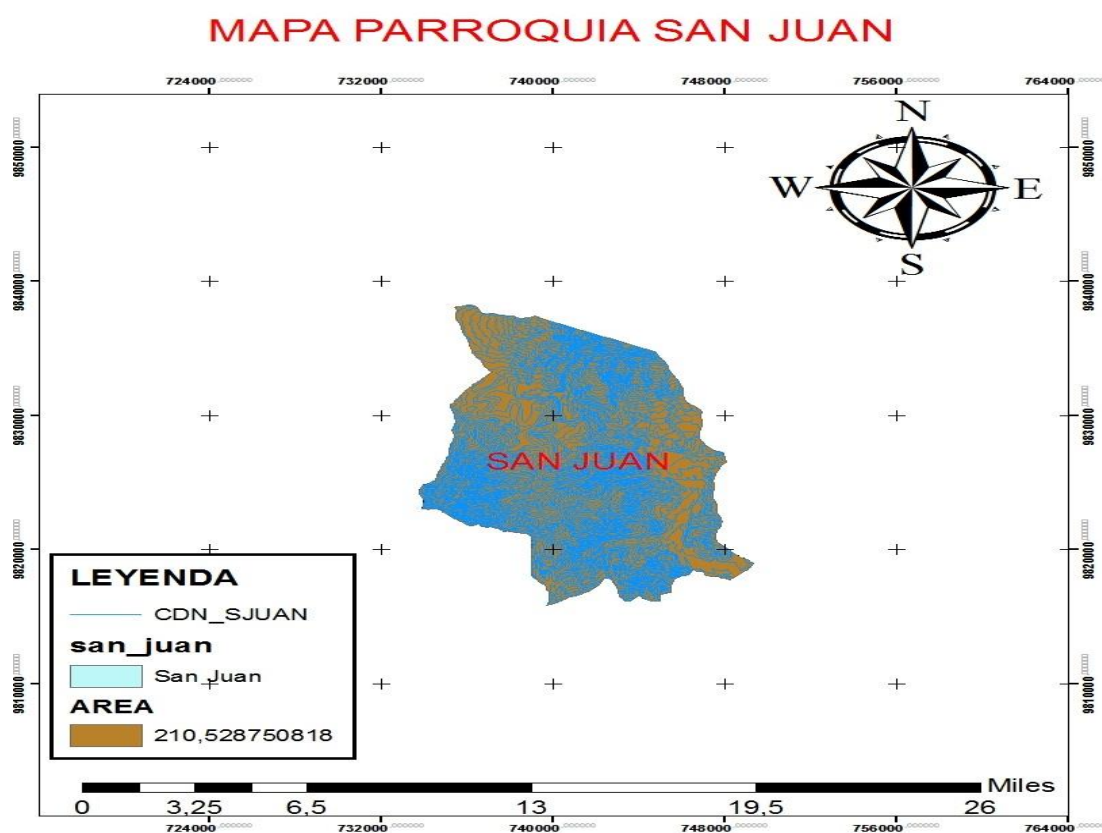
Fuente: Jorgensen y León Yáñez 1999

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 1 Características del lugar

#### 1.1 Localización

El presente estudio se realizó en las comunidades Calera Grande y Shobolpamba pertenecientes a la Parroquia De San Juan, Cantón Riobamba, Provincia De Chimborazo.



**Gráfico 1.** Parroquia San Juan.

Fuente: Google maps

#### 1.2 Ubicación geográfica

##### Limites:

**Norte:** Parroquia San Andrés, cantón Guano

**Sur:** Parroquia Villa La Unión, cantón Colta

**Este:** Parroquia Calpi, cantón Riobamba

**Oeste:** Provincia Bolívar

**Altitud:**

Superior 5000 m. s. n. m

Inferior 3170 m. s. n. m

**X** = 0746806 N

**Y** = 9819207 E

DATUM WGS84

Coordenadas UTM de la zona 17S

### **1.3      *Condiciones climatológicas***

Precipitación: 500 –1000 mm

Temperatura: 6 –16 °C

Humedad Relativa: 0.7 –1.8

### **1.4      *Clasificación ecológica***

Según el Ministerio del Ambiente (2016) las comunidades se clasifican en tres tipos de páramos: Páramo de Arenal. Páramo de Pajonal, Páramo de Almohadilla

### **1.5      *Características del suelo***

Dentro de la clasificación de suelos, estas comunidades poseen dos tipos de suelos: Suelos franco arenosos muy sueltos con baja retención de humedad. Suelos alofánicos con gran retención de humedad y negros.

La mayoría de los suelos están cubiertos por una capa de vegetación a excepción de los suelos del arenal que se hallan cerca de las faldas del Chimborazo, los mismos que poseen muy poca vegetación y son secos.

## **2 Materiales y equipos**

### **2.1 *Materiales de campo***

Libreta de campo, Cámara fotográfica, Lápiz de apunte, Botas, Muestras de suelo y agua, Guía del sector, Barreno, Libro guía para identificar las especies arbórea y arbustiva, Cinta métrica, Estacas, Piolas para la establecer transectos, Machete, Tijeras de podar, Prensa portátil, Papel periódico, Fundas y frasco para recolectar las muestras de suelo y agua.

### **2.2 *Materiales de Oficina***

Computadora, Datos de campo, Impresora, Fotos de campo, Análisis de laboratorio, Hojas de papel bond, Programa de ARGIS 10.1 para la elaboración de mapas.

## **3. Metodología**

### **3.1 *Para el cumplimiento del objetivo 1.- “Evaluar los índices de contaminación de la microcuenca del río Chimborazo correspondientes a las dos comunidades en estudio”***

### **a. Reconocimiento el lugar de estudio**

El señor Tobías Ati presidente del GAD Parroquial de San Juan y los representantes de las comunidades Calera Grande y Shobolpamba, asignaron a dos lugareños del sector del área de estudio de la microcuenca del río Chimborazo que sirvieron como guía para trasladarse al área de estudio y recorrer la misma, observar rastros de contaminación ambiental y antropológica.

### **b. Recoger muestras para el análisis de agua y suelo**

En el área de estudio (microcuenca del río Chimborazo) se realizó la recolección de muestras de suelo de la siguiente manera:

1. Se recorrió en forma lineal la microcuenca del río Chimborazo, y se recogió la muestra de suelo en forma de zig-zag, limpiando la superficie del terreno.
2. Se realizó un hoyo en forma de “V” de 30 cm de profundidad, y 40cm de ancho, después se procedió a recoger una parte de muestra del centro que salió en la pala, en una porción de 3 cm de espesor.
3. Una vez obtenida las sub muestras de todas las muestras planteadas se procedió a mezclarlas para obtener una mezcla homogénea para después recoger un 1kg de muestras de suelo que fueron trasladadas a un laboratorio.
4. La muestra de suelo fue trasladada al laboratorio LSA (Laboratorio de Servicios Ambientales) de la UNACH, con su respectiva identificación.

Se realizó la recolección de agua de la cuenca del río Chimborazo en frascos de vidrio, en dos puntos, el primer punto se recolectó en la Comunidad Calera Grande y el otro punto en la Comunidad de Shobolpamba, con su respectiva identificación y posterior a

ello se trasladó las dos muestra de agua al laboratorio para el análisis Físico, Químico y Bacteriológico.

### **3.2 *Para el cumplimiento del objetivo 2.- Elaborar un inventario de las especies vegetales presentes en la zona y analizar las plantas bioindicadoras.***

#### **a. Delimitación del área de estudio.**

Se coordinó con el señor Tobías Ati presidente del GAD Parroquial de San Juan para el reconocimiento del área de estudio de la microcuenca del río Chimborazo, en las 2 comunidades Calera Grande y Shobolpamba.

Con la ayuda de cartas topográficas del IGM y la información del GADPRSJ (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Juan) en el programa ArcGIS 10.3 se identificó la microcuenca del río Chimborazo, su localización, nacientes, afluentes.

#### **b. Realizar el inventario de especies vegetales del área de estudio.**

El inventario se realizó por transectos, lo cual nos permitió detallar cada especie arbórea y arbustiva encontrada en el lugar de estudio. El método de los transectos es ampliamente utilizado por la rapidez con se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. Gentry (1995) aplicó los transectos de 2x50 m para medir árboles y bejucos con DAP (diámetro a la altura del pecho) mayor a 2.5 cm. En este trabajo se implementara un transecto con tamaños menores (por ejemplo: 4x25 m) y sirven para muestrear árboles, menores a 10 cm de DAP y mayores a 2 m de altura a la vez especies arbustivas.

**1. Trazados de transectos.-** Se establecieron tres transectos de 50 m de largo x 2 m de ancho, utilizando cinta metrica, piola plástica, estacas, GPS, estos transectos se encuentran en la Microcuenca del río Chimborazo, ingresando por la Parroquia de San Juan, por la via a Guaranda.

**2. Identificación de especies.-** Dentro de los transectos se realizó la recolección de muestras de las especies arbóreas y arbustivas, las mismas que fueron identificadas con la ayuda de libros de botánica (Guía de Plantas útiles de los páramos), a su vez de los conocimientos adquiridos en la EsPOCH y a la vez con la ayuda de los nombres vulgares facilito el trabajo de identificación de nombres científicos, y con esta información se elaboró el inventario de la flora.

En este inventario se registró las plantas bioindicadoras de contaminación y se analizó que tipo de contaminación se adapta o indica las especies registradas en el área de estudio.

Como no se encontraron muchos árboles mayores a 10 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho), en los transectos establecidos, no se ordenaron por clases diamétricas. Además se registró el número de individuos.

### **3.3 *Para el cumplimiento del objetivo 3.- “Capacitar a las familias por donde atraviesa la microcuenca del río Chimborazo”***

#### **a. Capacitar a las familias por donde atraviesa el Río Chimborazo.**

Se coordinó con los presidentes de las comunidades Calera Grande y Shobolpamba para las capacitaciones sobre educación ambiental, uso racional de los recursos naturales a los lugareños del sector de la siguiente manera.

1. Se realizó las capacitaciones a las familias de la comunidad.

- Calera Grande el día 18 de agosto del 2016,
- Shobolpamba el 19

Temas:

- Cuenca Hidrográfica y su Importancia.
  - Manejo De Cuencas.
  - Causas de la Contaminación Ambiental.
  - Impacto sobre la biodiversidad.
  - Impacto sobre las fuentes naturales de agua.
  - Contaminación del agua.
  - Principales contaminantes del agua.
2. Las capacitaciones se realizaron en papelógrafos y se entregaron trípticos a los participantes que asistieron a las charlas.
3. Las capacitaciones se realizaron en la tarde, porque los habitantes del sector no podían asistir en la mañana, y registrando su asistencia.



## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1 Evaluar los índices de contaminación de la microcuenca del río Chimborazo correspondientes a las dos comunidades en estudio

#### 1.1 *Recorrer el lugar de estudio*

Una vez delimitado el área de estudio para esta investigación que se realizó en la microcuenca del río Chimborazo por las comunidades de Calera Grande y Shobolpamba, y para determinar los índices de contaminación se efectuó un recorrido por el área para establecer la situación del sector mediante la observación directa e indirecta, la cual se realizó con la colaboración de dos guías, los señores Francisco Gualancañay de la comunidad de calera grande y Juan Inga de la comunidad de Shobolpamba.

Durante el recorrido por la microcuenca del río Chimborazo, se pudo observar que los habitantes de las comunidades de Calera Grande y Shobolpamba contaminan la microcuenca, arrojando todo tipo de desechos como llantas de vehículos, pañales, fundas plásticas sacos con basura etc, a su vez se encontró sobrepastoreo en las orillas del río de la microcuenca.



**Gráfico 2.** Desechos encontrados en la Microcuenca.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Durante el recorrido por la microcuenca del río Chimborazo, se pudo observar un alto grado de erosión, que provoca obstrucción en el río, y en gran parte del área de estudio no hay presencia de árboles que sirvan de protección, para así reducir la erosión que presenta.



**Gráfico 3.** Erosión en la Microcuenca.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

## **2 Recoger muestras para el análisis de agua y suelo**

### **2.1 *Muestra de suelo***

En la microcuenca del río Chimborazo se realizó la recolección de muestras de suelo para su respectivo análisis.

Para esta investigación se recogió muestras de suelo del sector de estudio, con el objetivo de conocer la situación de la microcuenca, por ello se realizó la recolección de suelo mediante calicatas de 40 x 40 cm, con profundidad de 30 cm, de estos tipos de calicatas se repitió 15 veces, de las cuales se obtuvo 15 submuestras.



**Gráfico 4.** Recolección de suelo.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Con el fin de obtener un kilogramo de muestra de suelo se realizó una mezcla de las 15 submuestra en un balde con el fin de tener una muestra homogénea, para obtener una muestra de un kilogramo, se colocó la muestra en papel periódico uniformemente y se cortó en cruz la muestra se suelo, de la cual se recolectó una de las esquinas hasta completar el peso requerido, que fueron trasladados al LSA (Laboratorio de servicios ambientales) en la UNACH (Universidad nacional de Chimborazo).

**Tabla 5.** Resultado Físico - Químico del suelo

<b>CODIGO</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
MS-O7-16	pH	----	8,21
MS-O7-16	Humedad	%	13,8
MS-O7-16	Densidad Aparente	g/cm <sub>3</sub>	1,02
MS-O7-16	Conductividad eléctrica	μS/cm	168,7
MS-O7-16	Nitrógeno (N)	%	1,91
MS-O7-16	Potasio (K)	%	2,32
MS-O7-16	Fosforo (P)	%	1,24
MS-O7-16	Plomo (Pb)	mg/kg	0,0017
MS-O7-16	Cromo (Cr)	mg/kg	0,59

**Fuente:** Fuente: Informe del Análisis Físico - Químico Informe del Análisis Físico - Químico

Los suelos analizados poseen un pH básico, con una humedad media por lo que se encuentra cerca del río, a su vez posee nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio

como se puede observar en la tabla 01, estos valores indican que el suelo posee nutrientes en cantidades favorables para establecer plantaciones forestales con el objetivo de preservar y conservar el recurso agua y suelo en este sector.

La contaminación del suelo es una pérdida de este recurso, además los contaminantes constituyen un riesgo para el medio ambiente y la salud de las personas. Por ello en esta investigación se determinó la calidad del suelo, la cual se recolectó la muestra a la vez se trasladó para el análisis respectivo de la misma en LSA (Laboratorio de Servicios Ambientales), en la UNACH, y los valores encontrados de plomo (Pb) de 0,0017 mg/kg y de cromo (Cr) es de 0,59 mg/kg los cuales se encuentran por debajo de los límites permisibles como lo estipula el Ministerio del Ambiente ver anexo 1, lo que representa que este suelo posee una contaminación leve porque para ser contaminado deben sobrepasar los límites que son de plomo (Pb) 25 mg/kg y cromo (Cr) 20 mg/kg.

## 2.2 Muestras de Agua

**Tabla 6.** Puntos de monitoreo de la investigación

PUNTOS DE MONITOREO	SITIO	DATUM: WGS1984 UTM ZONA 17S COORDENADAS	
		LONGITUD (X)	LATITUD (Y)
PUNTO 1	Comunidad Shobolpamba	0745616	9820519
PUNTO 2	Comunidad Calera Grande	0746673	9824207

Fuente: Clever Aguinda Andi

Para complementar con la investigación, se realizó la recolección de muestras de agua en la comunidad de Calera grande y Shobolpamba como se presenta en la tabla 02.





**Gráfico 5.** Recolección de agua.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Como podemos observar en la imagen 04, se recolectó la muestra de agua en la microcuenca del río Chimborazo, en el sector de la comunidad de Calera Grande y Shobolpamba, en un frasco de vidrio de 250ml, con su respectiva etiqueta bien identificada, que posteriormente se trasladó al LSA (Laboratorio de servicios ambientales) en la UNACH (Universidad nacional de Chimborazo), para su respectivo análisis que dio a conocer la situación actual de contaminación de la microcuenca en esta área de estudio.

### 3 Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del río Chimborazo

#### 3.1 Caudal

A continuación se presentan los resultados de los cálculos de caudal en los puntos donde se realizó la recolección de la muestras de agua.

**Tabla 7.** Resultados de caudal

<b>PUNTOS DE MONITOREO</b>	<b>CAUDAL (L/s)</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>VELOCIDAD (m/s)</b>
P1	79,79	0,73	0,2156
P2	80,53	0,83	0,156

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

El caudal se tomó en el mes de agosto en los dos puntos como se menciona en la tabla 03 y se observó que el punto 2 que corresponde a la comunidad de Calera Grande hubo un mayor caudal debido a que recibe vertidos domésticos al río y por efecto de escorrentías menores y en el punto 1 el caudal es menor.

### 3.2 *Resultados Físico-Químicos y Microbiológicos*

Los resultados de las muestras de agua analizadas en el laboratorio LSA (Laboratorio de Servicios Ambientales) de la UNACH, se muestran en la siguiente tabla:

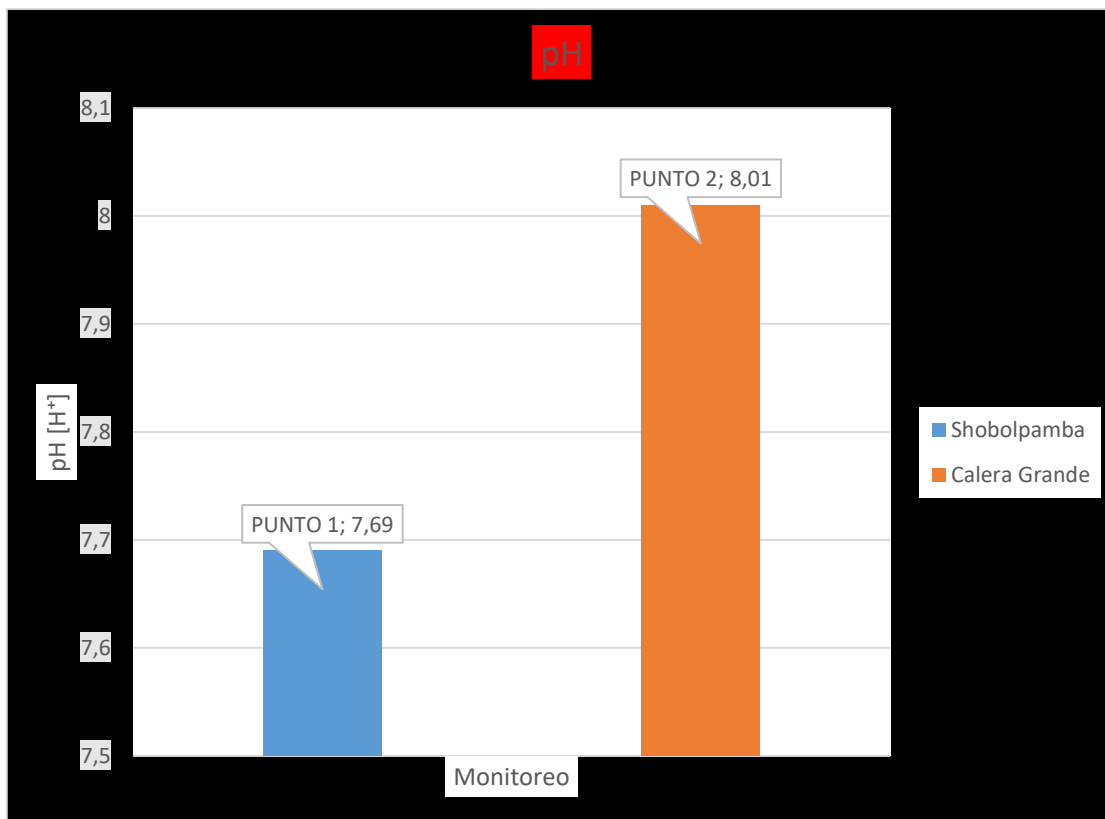
**Tabla 8.** Resultados físico-químicos y microbiológicos.

<b>Parámetros Físico - Químico y Microbiológicos</b>	<b>Unidades</b>	<b>Punto 01</b>	<b>Punto 02</b>
<b>pH</b>	N	7,69	8,01
<b>Conductividad</b>	μS/cm	559	509
<b>Turbidez</b>	NTU	5,02	4,87
<b>Sólidos totales</b>	mg/L	506	472
<b>Sólidos Disueltos totales</b>	mg/L	99	89
<b>DQO</b>	mg/L	44	47
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg O <sub>2</sub> /L	18	21
<b>Cloruros</b>	mg/L	4,1	3,96
<b>Magnesio</b>	mg/L	18	20
<b>Sulfatos</b>	mg/L	28	66
<b>Dureza total</b>	mg CaCO <sub>3</sub> /L	138	142
<b>Nitratos</b>	mg/L	6,8	3,8
<b>Nitritos</b>	mg/L	0,173	0,058
<b>Coliformes totales</b>	UFC/ML	251	227
<b>Coliformes fecales</b>	UFC/ML	58	43

Fuente: Informe del Análisis Físico - Químico y Microbiológicos

Esta tabla fue elaborada con los datos de los resultados de análisis en laboratorio efectuado en LSA (laboratorio de servicios ambientales) de la UNACH

### 3.2.1 pH

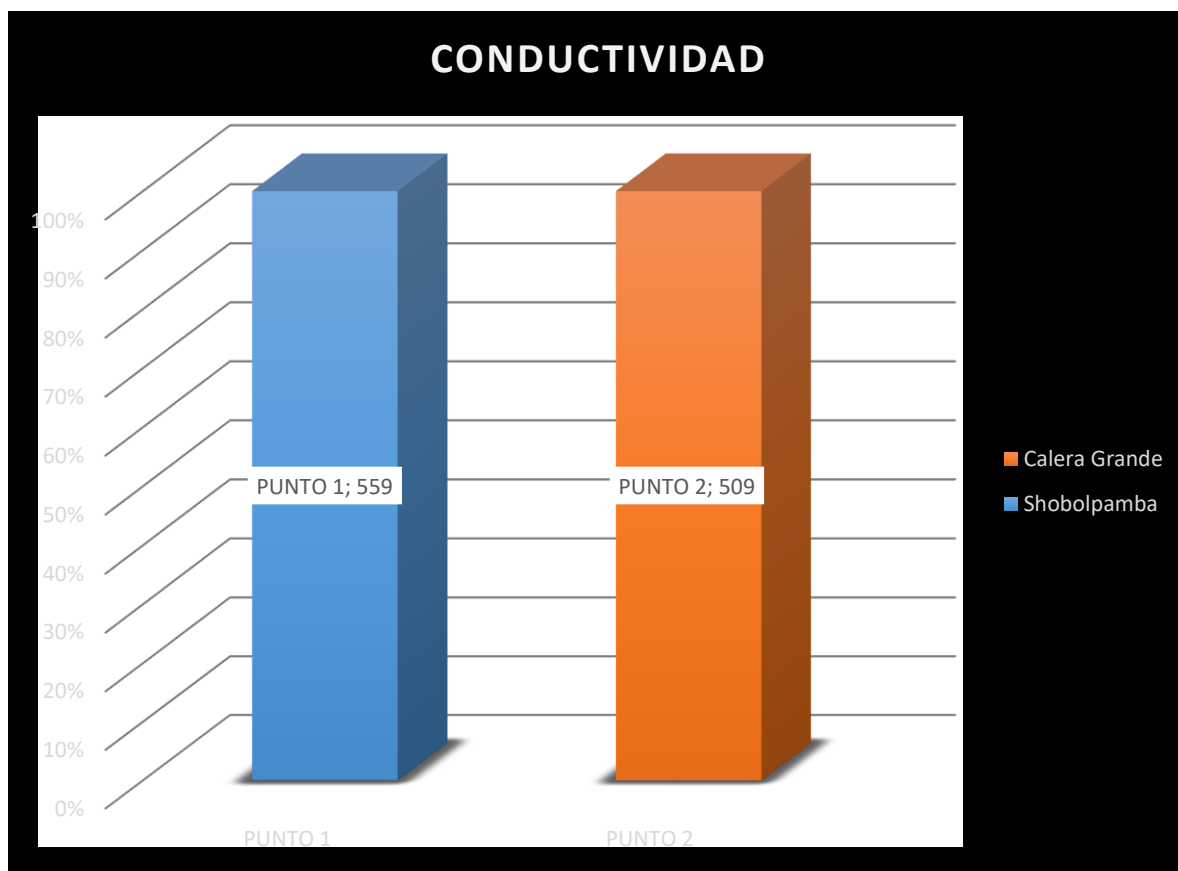


**Gráfico 6.** pH entre los dos puntos de monitoreo.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

El valor de pH es básico, esto se debe a la presencia de roca volcánica en todo el trayecto del río Chimborazo y los valores oscilan entre el punto 1 de **7,69** de pH que corresponde a la parte baja de la microcuenca correspondiente a la comunidad de Shobolpamba y en el punto 2 es de **8,01** de pH que está situado en la parte media de la microcuenca del río Chimborazo, en la comunidad Calera Grande.

### 3.2.2 Conductividad



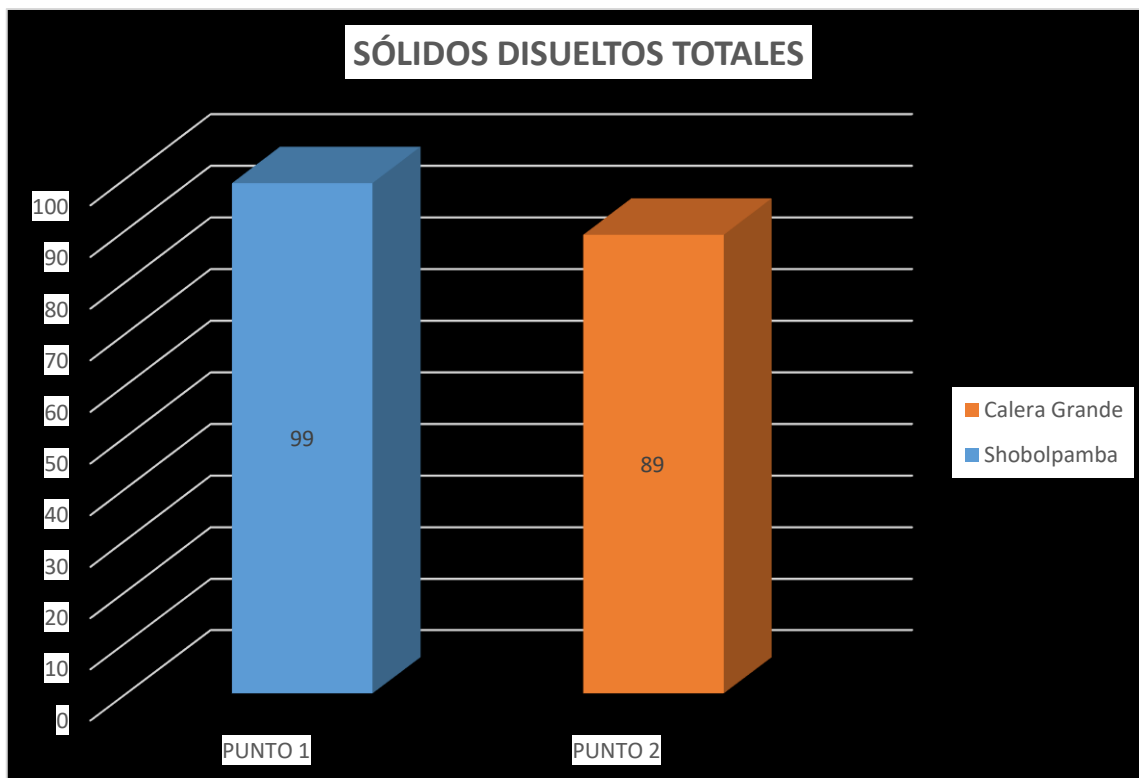
**Gráfico 7.** Conductividad entre los dos puntos de monitoreo.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

La conductividad de un punto a otro no representa mucha diferencia en esta investigación aunque se ve un ligero aumento en el primer punto de 9% de segundo punto del río Chimborazo, y el valor más alto de conductividad se obtuvo en el primer punto con el valor de 559  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en cambio en el punto de la comunidad Calera Grande se obtuvo un valor menor de 509  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , donde la conductividad de estos dos puntos se encuentran fuera del rango de agua de montaña que es de 1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pero dentro del rango de agua para uso doméstico que es de 500 a 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , al igual que el máximo para agua de potabilización que es de 10055  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , de acuerdo a lo que manifiesta Infoagro, ANEXO 7.



### 3.2.3 Sólidos Disueltos Totales

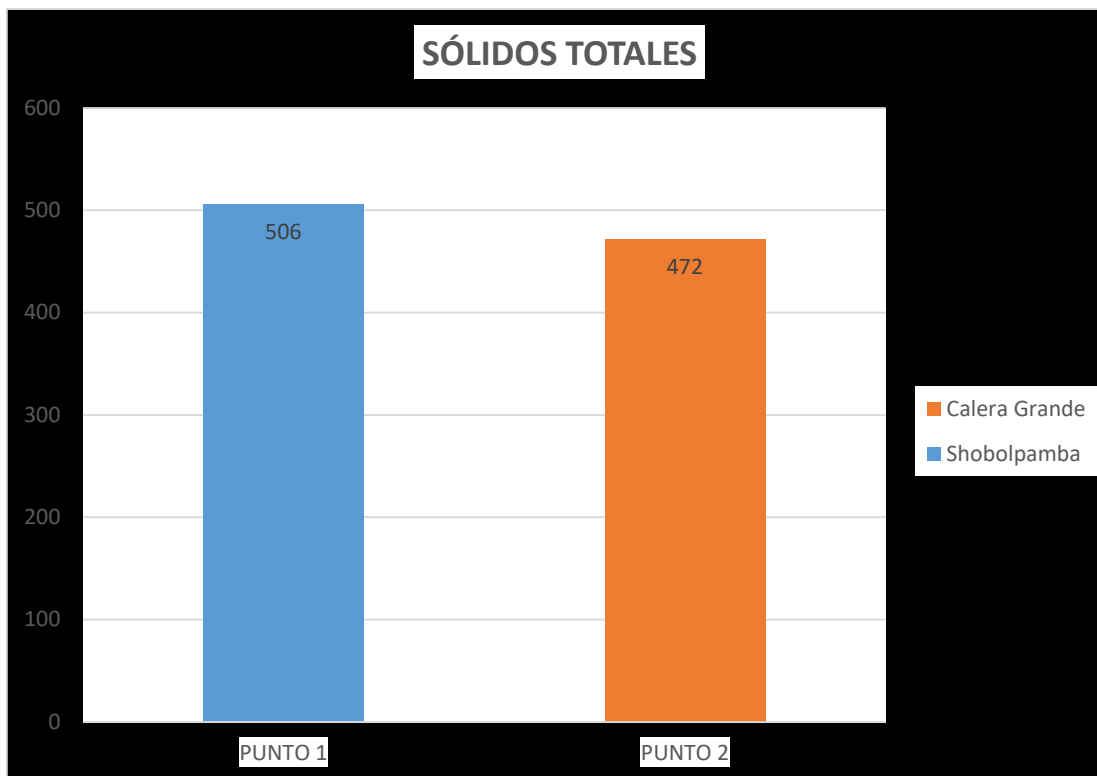


**Gráfico 8.** Sólidos Disueltos Totales entre los dos puntos de monitoreo.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Los sólidos disueltos totales pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor, y en esta investigación los valores más alto corresponde al punto de monitoreo 1 con 99 mg/l y el punto 2 de 89 mg/l las cuales se encuentra por debajo de los límites permisibles para aguas de uso humano y uso doméstico, tanto para las que necesitan tratamiento convencional (1000ppm), como las que necesitan desinfección (500ppm) de acuerdo a lo que indica la normativa TULSMA del Ecuador en los Anexos 2 y 3 de esta manera los puntos de monitoreo se mantienen dentro de los límites permisibles. Y según la misma normativa para aguas de uso agrícola y pecuario están dentro de estos usos como indica TULSMA, anexos 5 y 6.

### 3.2.4 Sólidos Totales

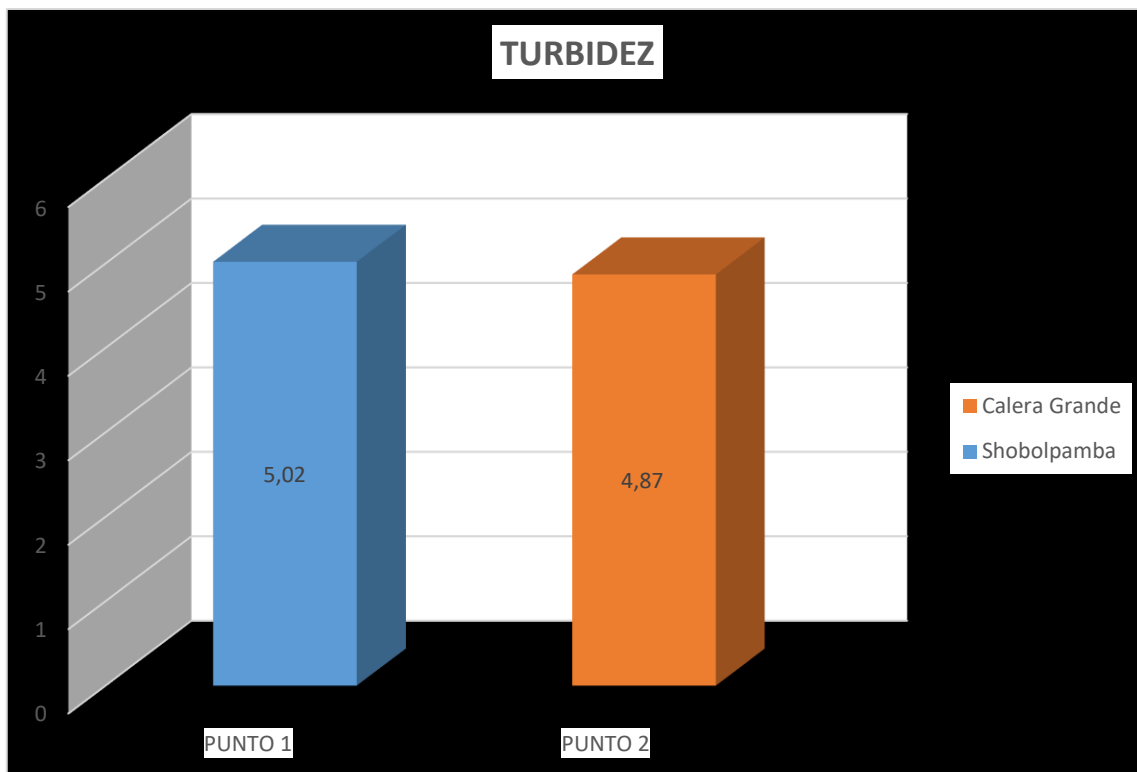


**Gráfico 9.** Sólidos Totales entre los dos puntos de monitoreo.

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

Para los resultados de sólidos totales no se encontraron estándares de calidad ambiental nacional e internacional, sin embargo con relación a los sólidos disueltos totales (SDT), están por debajo de lo establecido en los estándares internacionales, y TULSMA, el valor mínimo encontrado fue 476 mg/l en el punto y el máximo 506 en el punto 2 como se observa en el grafico 08, lo que manifiesta que no presenta contaminación por solidos totales.

### 3.2.5 Turbidez

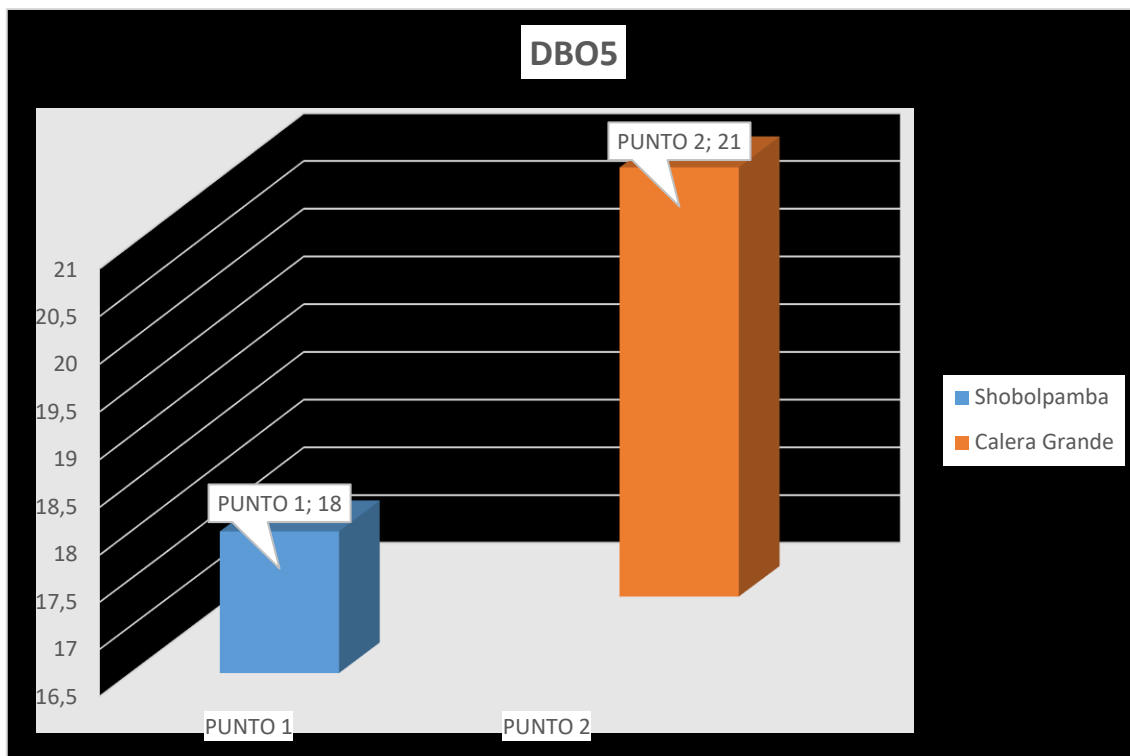


**Gráfico 10.** Sólidos Disueltos Totales entre los dos puntos de monitoreo.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso los 5 NTU (Unidades Nefelométricas de turbidez), y estará idealmente por debajo de 1 NTU, y esta investigación correspondiente en los puntos 1 y 2 de la microcuenca a del río Chimborazo, se encuentra por encima de los límites permisibles por lo que no cumplen la norma para consumo humano y uso doméstico, siendo el punto dos el más alto con 5.06 NTU que pertenece a la parroquia de Shobolpamba, y los valores de turbidez dependen de la cantidad de sólidos que se encuentran en el agua debido a la lixiviación de los suelos hacia los cauces de río, estos valores en un mismo punto varían de las condiciones climáticas como lluvias o deslaves etc.

### 3.2.6 Demanda Bioquímica de Oxígeno.

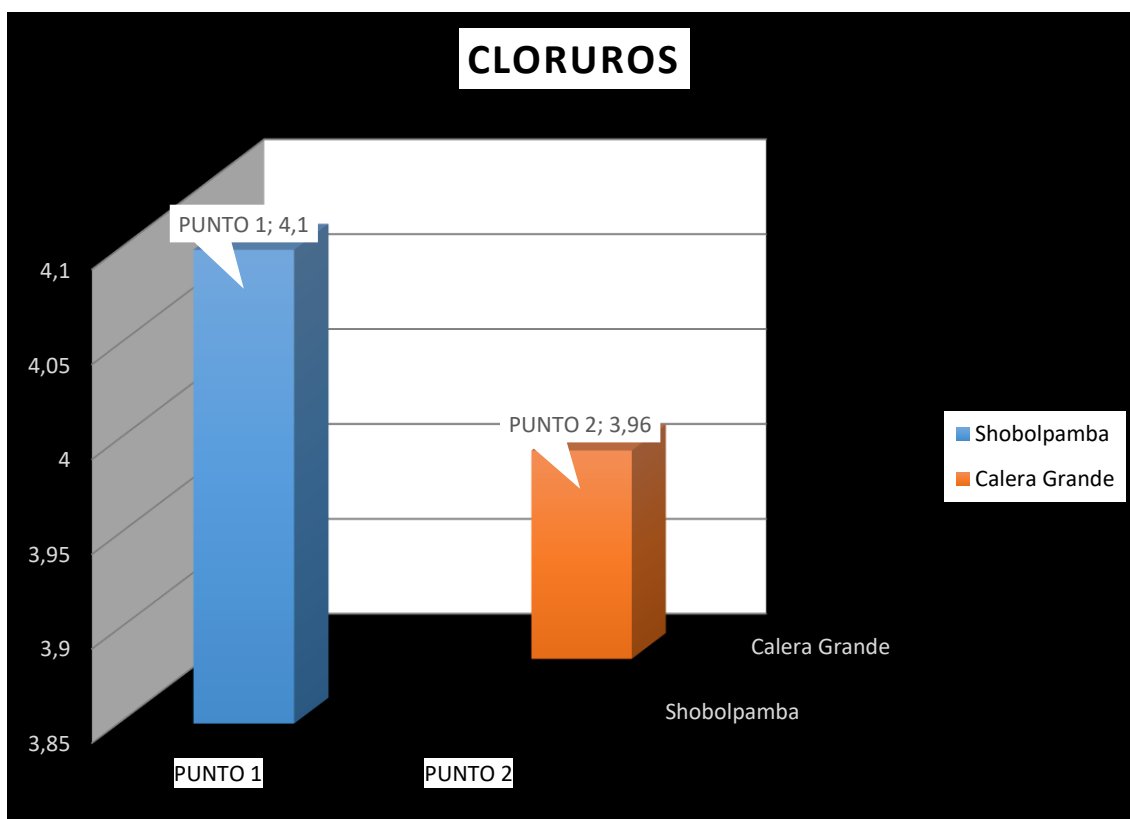


**Gráfico 11.** Demanda Bioquímica de Oxígeno entre los dos puntos de monitoreo.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Los valores de demanda bioquímica de oxígeno, realizados en LSA (Laboratorio de Servicios Ambientales), de las muestras recolectadas en los puntos 1 y 2 se encuentran fuera del rango establecido en el reglamento del TULSMA para aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren tratamiento convencional y desinfección que es de 2,0 mg/l como máximo, en los anexos 2 y 3 por consiguiente DBO<sub>5</sub> indican contaminación en la microcuenca del área de estudio. Los valores más alto se presentó en el segundo punto con 20 mg O<sub>2</sub>/l y el valor mínimo en el punto 1 con 18 mg O<sub>2</sub>/l lo que confirmaron que esta microcuenca del río Chimborazo presentaba índices de contaminación.

### 3.2.7 Cloruros

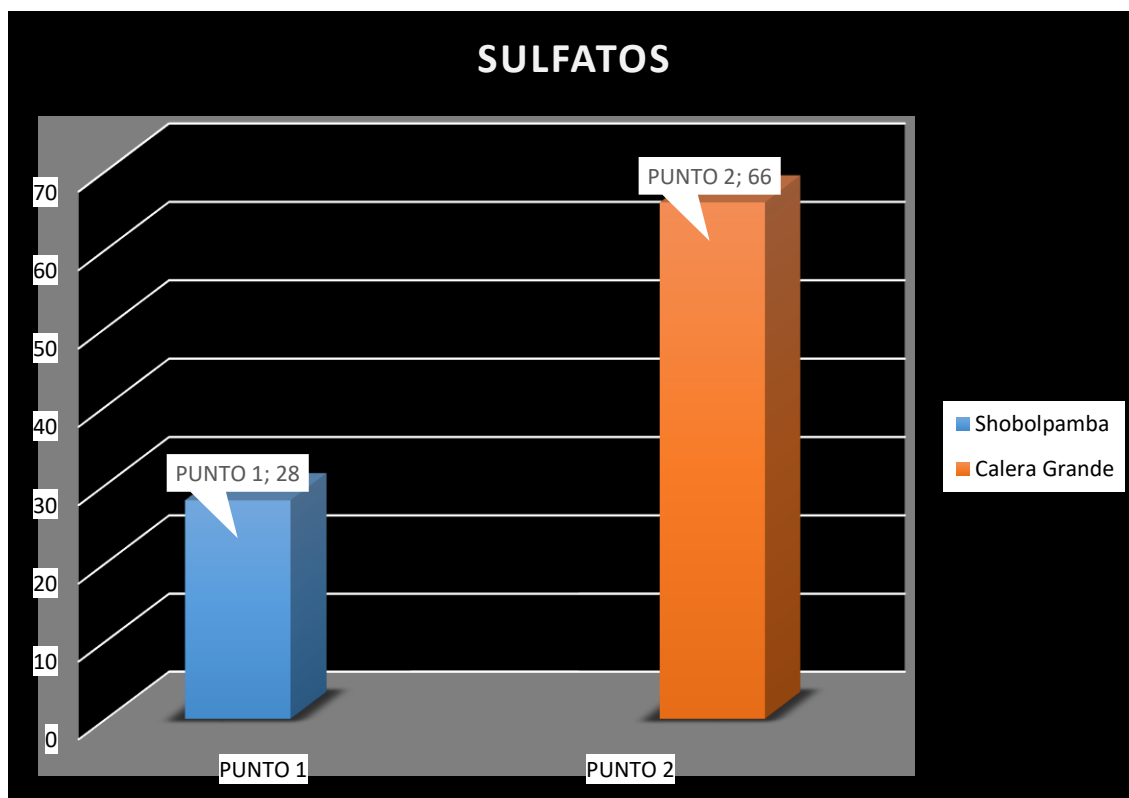


**Gráfico 12.** Cloruros entre los dos puntos de monitoreo.

Fuente: Clever Aguinda Andi

Los cloruros que presentan en el punto 1 y 2 están por debajo de los límites permisibles como lo menciona en el TULSMA, Anexo 2, porque un elevado grado de cloruros puede perjudicial a la salud y los cultivos, pero en este sector no presenta una cantidad elevada de cloruros. La presencia de magnesio en el primer punto es de 18 mg/l y el segundo es de 20 mg/l esta fuera del rango permisible por lo que según el Ministerio de salud Pública del Ecuador los rangos permisibles para el uso doméstico es inferior a 0,2 mg/l, por lo tanto tiene exceso de magnesio en este sector, pero el magnesio no es perjudicial para la salud o animales como se observa en la tabla 8

### 3.2.8 Sulfato

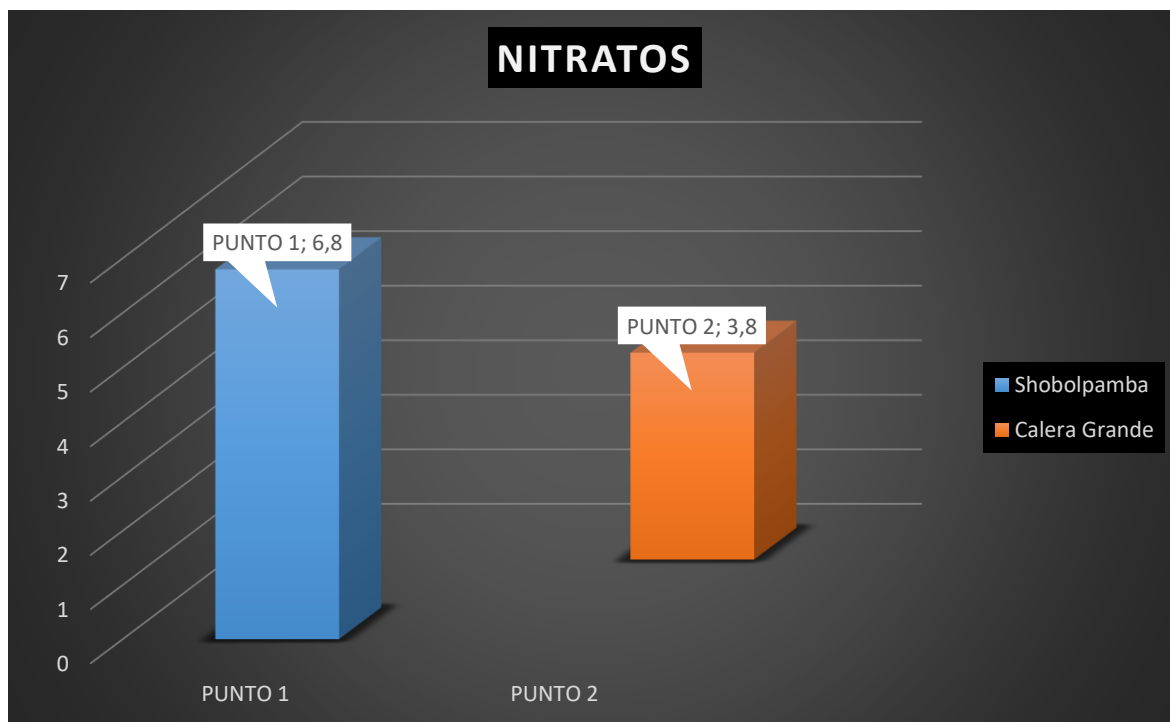


**Gráfico 13.** Sulfato entre los dos puntos de monitoreo.

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Los sulfatos y otros iones, como el magnesio o los fosfatos, pueden actuar como laxantes cuando se ingieren en cantidades elevadas que superan la capacidad del intestino para absorberlos. El nivel máximo de sulfato sugerido TULSMA, es de 400 mg/l. Anexo 2, en el agua destinada al consumo humano y uso doméstico, en este caso los valores de los puntos 1 es de 28 mg/l y el segundo punto más alto es de 66 mg/l, por lo que se encuentra dentro de los parámetros permitidos, lo que demuestra que no hay presencia de contaminación por sulfatos en este sector.

### 3.2.9 Nitratos

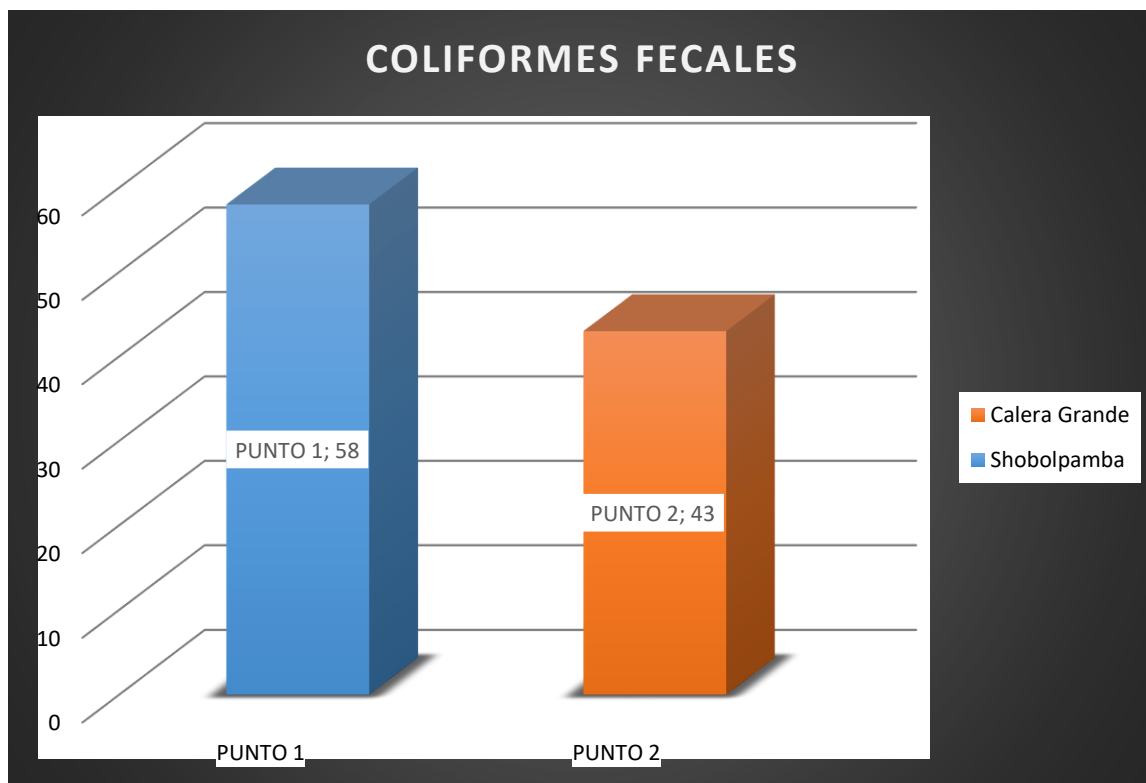


**Gráfico 14.** Nitratos entre los dos puntos de monitoreo

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Se encontró nitratos en los dos puntos de monitoreo con valores de 6,8 mg/l en el primer punto y 3,8 mg/l en el segundo punto, sin embargo estos valores están dentro de los límites permisibles, que es de 10 ppm, como lo estipula la normativa TULSMA, en los anexos 2 y 3 para el uso humano y domestico que requieren desinfección tratamiento convencional así como para el uso de riego, pecuario como se menciona en la misma normativa. La fuente de contaminación por nitratos son los lixiviados de la agricultura, desechos de animales y las descargar humanas, por estas factores ya mencionados, en estos dos puntos hay se observó la presencias de cultivos y pastoreo de animales cerca del río. De igual manera en estos puntos se encontraron nitritos en bajas cantidades, por estas razones los desechos de ganadería y la agricultura son los responsables de la presencias de estos.

### 3.2.10 *Coliformes fecales*



**Gráfico 15.** Coliformes Fecales entre los dos puntos de monitoreo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

Los valores de coliformes fecales se encontró en el punto 1 de 58 UFC/100ml y del punto 2 un valor menor de 48 UFC/100ml y de acuerdo con la normativa TULSMA cumplen los límites permisibles de agua de consumo humano, ver en el anexo 2 y 3 (600 UFC/100ml y 50 UFC/100ml respectivamente), de igual manera para preservación de la flora y fauna para aguas frías dulces ver, anexo 3 (200 UFC/100ml), para aguas de uso agrícola ver, anexo 5 (1000 UFC/100ml como coliformes totales). Es este caso y/o investigación si están por debajo de los límites que menciona la normativa TULSMA, que únicamente requiere tratamiento convencional para el consumo humano y uso doméstico, a su vez para el uso pecuario y agricultura. Por lo cual no presenta un alto grado de contaminación de este río.



### 3.3 Índice de Calidad de Agua (ICA)

El índice ICA durante el punto 1 y 2 de monitoreo se obtuvo el siguiente resultado:

**Tabla 9.** Resultados de Calidad de Agua en la Comunidad Shobolpamba.

PARAMETRO	UNIDADES	PUNTO 01	Q VALOR	FACTOR PONDERACION	SUBTOTAL
Coliformes Fecales	UFC/ML	58	52	0,15	7,8
pH	[H <sup>+</sup> ]	7,69	92	0,12	11,04
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	18	16	0,1	1,6
Nitratos	mg/L	6,8	62	0,1	6,2
Fosfato	mg/L	6,18	10	0,1	1
Temperatura	°C	2,5	72	0,1	7,2
Turbidez	NTU	5,02	85	0,08	6,8
Sólidos totales	mg/L	99	84	0,08	6,72
Oxígeno Disuelto	%	70	72	0,17	12,24
<b>CALIDAD DEL AGUA</b>				Σ	<b>60,6</b>

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

Según el índice de calidad de agua (ICA) propuesto por Brown, cuadro 01, el punto de monitoreo en la comunidad de Shobolpamba, corresponden a aguas de calidad REGULAR, cuyo rango va de 50 a 70. Según el uso de agua, de acuerdo como menciona León Vizcaino, ANEXO 8, este punto de monitoreo posee los siguientes criterios: para la utilización como agua de consumo humano pertenece a agua CONTAMINADA y su uso requiere tratamiento de purificación indispensable y a la vez para consumo agrícola corresponde a LEVEMENTE CONTAMINADA por lo cual es utilizable en la mayoría de los cultivos: para uso en pesca y vida acuática, pertenece a aguas de calidad ACEPTABLE, su uso limita para peces sensitivos, para uso industrial corresponde a agua en el rango de CONTAMINADA, lo cual no requiere tratamiento para la mayoría de las industrias de operación normal; finalmente para uso de aguas de calidad para recreacional es ACEPTABLE y restringe los deportes de inmersión, precaución si se ingiere dada la posibilidad de presencia de bacterias.

**Tabla 10.** Resultados de Calidad de Agua en la Comunidad Calera Grande.

PARAMETRO	UNIDADES	PUNTO 02	Q VALOR	FACTOR PONDERACION	SUBTOTAL
Coliformes Fecales	UFC/ML	43	54	0,15	8,1
pH	N	8,01	85	0,12	10,2
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	21	12	0,1	1,2
Nitratos	mg/L	3,8	85	0,1	8,5
Fosfato	mg/L	0	0	0,1	0
Temperatura	°C	2,2	75	0,1	7,5
Turbidez	NTU	4,87	86	0,08	6,88
Sólidos totales	mg/L	89	82	0,08	6,56
Oxígeno Disuelto	%	74	75	0,17	12,75
<b>CALIDAD DEL AGUA</b>				∑	<b>61,69</b>

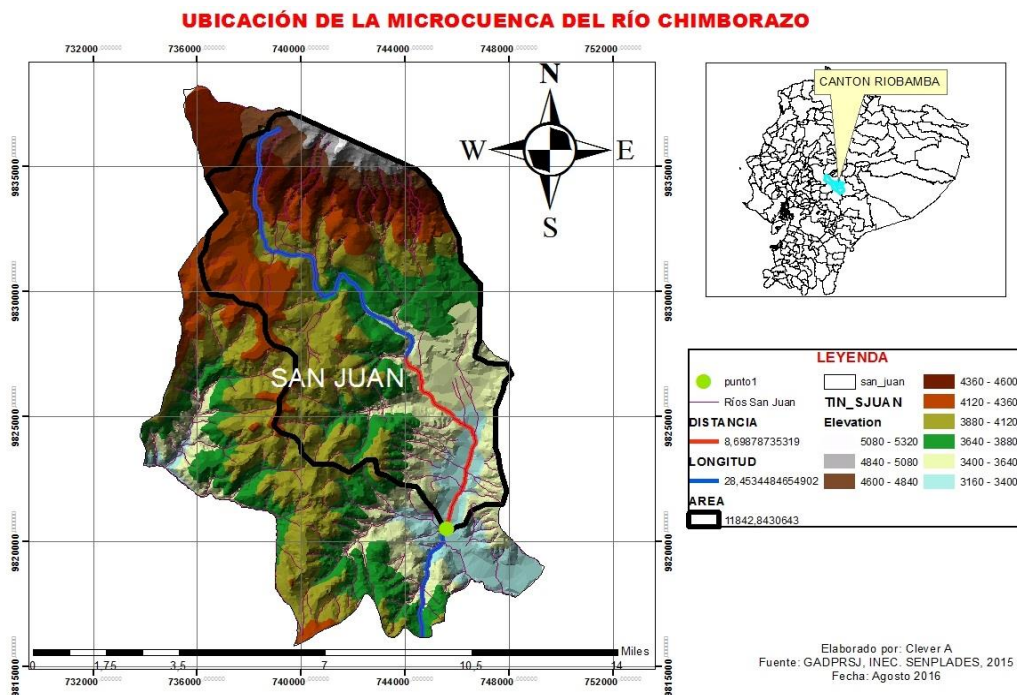
Elaborado por: Clever Aguinda Andi

Según el índice de calidad de agua (ICA) propuesto por Brown, cuadro 01, el punto de monitoreo en la comunidad de Calera Grande, también corresponden a aguas de calidad REGULAR, cuyo rango va de 50 a 70, en este punto no se encontró fosfato pero así la calidad de agua es regular, Según el uso de agua, de acuerdo como menciona León Vizcaino, ANEXO 8, este punto de monitoreo posee los siguientes criterios: Al presentar casi los mismos valores del ICA (índice de calidad de agua), que el punto anterior, los datos de contaminación como lo menciona León Vizcaíno son idénticas por los que los rangos de afectación de uso humano, agrícola, pesca y vida acuática, industria y recreación son iguales al punto 1.

#### **4 Inventario de especies vegetales presentes en la zona y analizar las plantas bioindicadoras**

##### **4.1 Área de Estudio**

El inventario se realizó en la microcuenca del río Chimborazo, en las comunidades de Calera Grande y Shobolpampa, pertenecientes a la parroquia San Juan, provincia de Chimborazo.

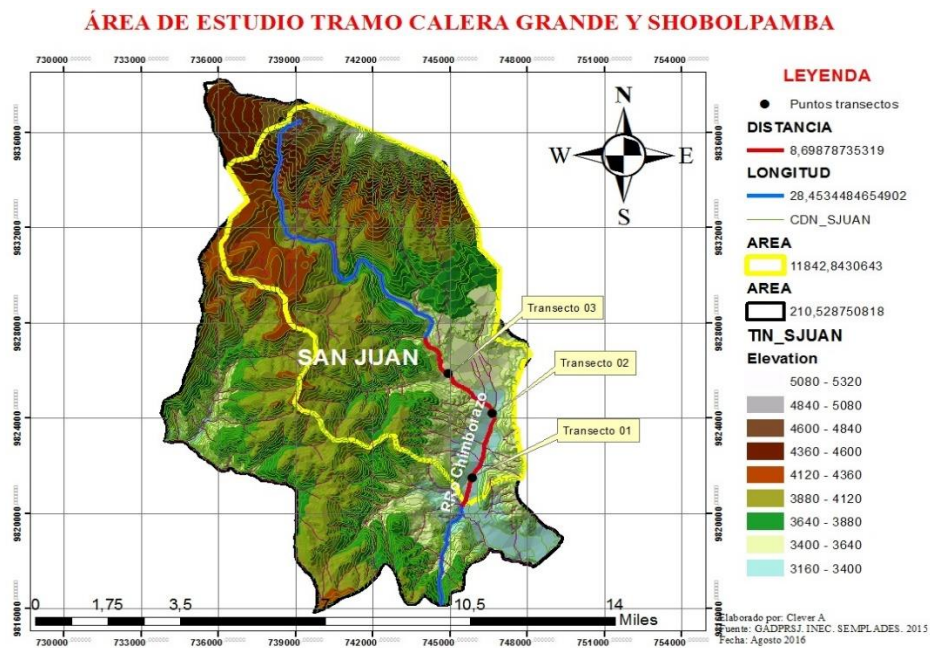


**Gráfico 16.** Ubicación geográfica de la microcuenca del río Chimborazo (Parroquia San Juan)

Fuente: GADPRSJ. INEM. SEMPLADES. 2015

## 4.2 Delimitación del Área de Estudio.

### 4.2.1 Trazado de transecto.



**Gráfico 17.** Cotas y Ubicación de transectos.

Fuente: GADPRSJ. INEM. SEMPLADES. 2015

Una vez conocida nuestra Área de estudio se procedió a delimitar el área a inventariar, por medio de tres transecto en la microcuenca del río Chimborazo, los cuales fueron ubicados de acuerdo a las cotas y coordenadas que previamente fueron determinadas con el GPS, como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 11.** Coordenadas de Transectos

PUNTOS DE MONITOREO	SITIO	DATUM: WGS1984 UTM ZONA 17S COORDENADAS		ALTITUD (msnm)
		LONGITUD (X)	LATITUD (Y)	
Transecto 1	Microcuenca del río Chimborazo	745875,15	9821491,93	3248
Transecto 2	Microcuenca del río Chimborazo	746673,03	9824207,07	3350
Transecto 3	Microcuenca del río Chimborazo	744952,72	9825877,34	3440

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

El tercer transecto se ubicó en la microcuenca del río Chimborazo que atraviesa la comunidad Calera Grande, que presenta la formación vegetal de páramo pajonal y el siguiente transecto está ubicado en la formación vegetal de páramo arenal, y el ultimo se ubicó en la parte baja que corresponde a la comunidad de Shobolpamba donde existe una mayor cantidad de pastos y cultivos. Los transectos se ubicaron es estos sectores para una mayor información durante el inventario de la flora.

#### 4.4.3 *Inventario de especies vegetales*

**Tabla 12.** Inventario de plantas cultivadas

N°	FAMILIA	ESPECIE	N. VULGAR
1	ASTERACEAE	<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanilla
2	BASELLACEAE	<i>Ullucus tuberosus</i>	Melloco
3	CHENOPODIACEAE	<i>Chenopodium spp.</i>	Quinua
4	FABACEAE	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco
		<i>Trifolium rubens</i>	Trébol rojo
5	LILIACEAE	<i>Pterocarpus aethusa</i>	Falsa zanahoria
6	OXILIDACEAE	<i>Oxalis tuberosa</i>	Oca
7	PAPILONACEAE	<i>Vicia faba</i>	Haba

		<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa
8	POACEAE	<i>Ordeum vulgare</i>	Cebada
		<i>Poa annua</i>	Pasto azul

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

Se identificó los cultivos que producen alrededor de la microcuenca del río Chimborazo, en las dos comunidades de estudio (Calera Grande y Shobolpamba) que se detalla en la tabla 08 la cual se conoció que además de ser ganadera algunas familias se dedican a la agricultura.

#### 4.4.3.1 Identificación de especies en el área de estudio

**Tabla 13.** Especies registradas

N°	FAMILIA	N°	GÉNERO	N°	ESPECIE	N. VULGAR	N° INVD
1	ASTERACEAE	4	<i>Taraxacum</i>	1	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de leon	10
			<i>Baccharis</i>	1	<i>Baccharis polyantha</i>	Chilca	8
			<i>Werneria</i>	1	<i>Werneria nubigena</i>	Lirio	6
			<i>Matricaria</i>	1	<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanilla	8
2	BUDLEJACEAE	1	<i>Buddleja</i>	1	<i>Buddleja incana</i>	Quishuar	4
3	BLECHNACEAE	1	<i>Blechnum</i>	1	<i>Blechnum spp</i>	Helecho	3
4	BROMELIACEAE	2	<i>Puya</i>	1	<i>Puya spp</i>	Achupallas	2
			<i>Tillandsia</i>	1	<i>Tillandsia spp</i>	Huacundo	1
5	EQUISETACEAE	1	<i>Equisetum</i>	1	<i>Equisetum spp</i>	Cola de Caballo	4
6	ERICACEAE	1	<i>Vaccinium</i>	1	<i>Vaccinium floribundum</i>	Mortiño	2
7	FABACEAE	1	<i>Lupinus</i>	1	<i>Lupinus spp</i>	Sacha chocho	5
8	LAMIACEAE	2	<i>Mentha</i>	1	<i>Mentha comun</i>	Menta	2
			<i>Bistropogon</i>	1	<i>Bistropogon mollis</i>	Tipo	1
9	LILIACEAE	2	<i>Pyrethrum</i>	1	<i>Pyrethrum parthenium</i>	Santa maria	1
			<i>Pterocarpus</i>	1	<i>Pterocarpus aethusa</i>	Mano de conejo	1
10	LORANTHACEAE	1	<i>Aetanthus</i>	1	<i>Aetanthus dichotomus</i>	suelda con suelda	1
11	MALVACEAE	1	<i>Malvastrum</i>	1	<i>Malvastrum peruvianum</i>	Malva	5
12	MYRTACEAE	2	<i>Eugenia</i>	1	<i>Eugenia spp</i>	Arrayan	1
			<i>Eucalyptus</i>	1	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	2
13	PINACEAE	1	<i>Pinus</i>	1	<i>Pinus radiate</i>	Pino	1
14	POACEAE	1	<i>Cortaderia</i>	1	<i>Cortaderia spp</i>	Sigse	15
15	PLANTAGINA- CEAE	1	<i>Plantago</i>	1	<i>Plantago major</i>	Llanten	6
16	ROSACEAE	4	<i>Polylepis</i>	1	<i>Polylepis incana</i>	Yagual	4
			<i>Rubus</i>	1	<i>Rubus adenotrichus</i>	Mora andina	3

			<i>Alchemilla</i>	1	<i>Alchemilla orbiculata</i>	Purun tolo	1
			<i>Acaena</i>	1	<i>Acaena ovalifolia</i>	Putzo	1
17	SOLANACEAE	1	<i>Solanum</i>	1	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierva mora	5
18	URTICACEAE	1	<i>Urtica</i>	2	<i>Urtica ureas</i>	Ortiga negra	4
					<i>Urtica dioica</i>	Ortiga blanca	6
18		28		29	<b>TOTAL INDIVIDUOS</b>		113

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

El número total de individuos fue de 113, pertenecientes a 18 familias, 28 géneros y 29 especies, las más frecuente corresponden a *Cortaderia spp* con 15 individuos, seguido por *Taraxacum officinale* con 10 y *Baccharis polyantha* con 8 de las cuales las 2 especies de mayor cantidad de individuos encontraron son de plantas herbáceas y el tercero es una arbustiva. Las especies con menor presencia en este caso de 1 individuo fueron *Tilandsia spp*, *Bistropogon mollis*, *Pyrethrum parthenium*, *Pterocarpus aethusa*, *Aethanthus dichotomus*, *Pinus radiata*, *Alchemilla orbiculata*, *Acaena ovalifolia*.

#### 4.4 Determinación de la importancia ecológica de las especies

##### 4.4.1 Importancia de especies arbustivas

**Tabla 14.** Valor de Importancia de especies arbustiva.

N°	ESPECIE	NUMERO	DENSIDAD RELATIVA	IVI ESPECIE
		INDIVIDUOS	%	%
1	<i>Baccharis polyantha</i>	8	22,2	22,222
2	<i>Puya spp</i>	2	5,6	5,556
3	<i>Vaccinium floribundum</i>	2	5,6	5,556
4	<i>Bistropogon mollis</i>	1	2,8	2,778
5	<i>Pterocarpus aethusa</i>	1	2,8	2,778
6	<i>Aethanthus dichotomus</i>	1	2,8	2,778
7	<i>Malvastrum peruvianum</i>	5	13,9	13,889
8	<i>Eugenia spp</i>	1	2,8	2,778
9	<i>Cortaderia spp</i>	15	41,7	41,667
	<b>TOTAL INDIVIDUOS</b>	36	100	100

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Se registraron 9 especies con un total de individuos de 36, y la mayor importancia se halló es la especie *Cortaderia spp* con 41,66 %, seguido por *Baccharis polyantha* con 22,22 % estas especies son indicadores de que en esta parte de la microcuenca ha sido intervenida, los valores registrados pueden ser atribuidos a su capacidad de regeneración y adaptación a su vez por la presencia del río que facilita el recurso agua. Y las especies de menor importancia es de 2,778 que corresponden a cinco especies. La especie de *Baccharis polyantha* es nativa de estos climas fríos.

#### 4.4.2 Importancia de especies herbáceas

**Tabla 15.** Valor de Importancia de especies herbáceas.

		NUMERO	DENSIDAD RELATIVA	IVI ESPECIE
N°	ESPECIE	N° INDIVIDUOS	%	%
1	<i>Taraxacum officinale</i>	10	16	15,625
2	<i>Werneria nubigena</i>	6	9	9,375
3	<i>Matricaria chamonilla</i>	8	13	12,5
4	<i>Blechnum spp</i>	3	5	4,6875
5	<i>Tilandsia spp</i>	1	2	1,5625
6	<i>Equisetum spp</i>	4	6	6,25
7	<i>Lupinus spp</i>	5	8	7,8125
8	<i>Mentha comun</i>	2	3	3,125
9	<i>Pyrethrum parthenium</i>	1	2	1,5625
10	<i>Plantago major</i>	6	9	9,375
11	<i>Rubus adenotrichus</i>	3	5	4,6875
12	<i>Alchemilla orbiculata</i>	1	2	1,5625
13	<i>Acaena ovalifolia</i>	1	2	1,5625
14	<i>Solanum nigrescens</i>	5	8	7,8125
15	<i>Urtica ureas</i>	4	6	6,25
16	<i>Urtica dioica</i>	4	6	6,25
	<b>TOTAL INDIVIDUOS</b>	64	100	100

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

El total de individuos registrados de las especies herbáceas fue de 64, pertenecientes a 16 especies, 15 géneros, el valor más alto de importancia se registró en la especie

*Taraxacum officinale* con 15, 625 %, seguido por *Matricaria chamomilla* con 12,5. Los individuos de menor importancia con valores similares de 1,5625% correspondiente a 4 especies. Todas las especies herbáceas identificadas, se encuentran dentro de los rangos altitudinales de acuerdo al catálogo de plantas vasculares del Ecuador (Jorgensen y León 1999).

#### 4.5 Índices de Diversidad

##### 4.5.1 Especies Arbóreas

**Tabla 16.** Índices de Diversidad de Simpson y Shannon

Nº	ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	Pi	Pi²	log e Pi	Pi (log e Pi)
1	<i>Buddleja incana</i>	4	0,363636	0,132231	-1,45943	-0,5307024
2	<i>Eucalyptus globulus</i>	2	0,181818	0,033058	-2,45943	-0,4471694
3	<i>Pinus radiata</i>	1	0,090909	0,008264	-3,45943	-0,3144938
4	<i>Polylepis incana</i>	4	0,363636	0,132231	-1,45943	-0,5307024
	<b>TOTAL INDIVIDUOS</b>	11		<b>0,305785</b>		<b>-1,823068</b>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

$$I.D. \text{ SIMPSON} = 1 - \sum Pi^2$$

$$I.D. = 1 - 0,305785124$$

$$I.D. = \mathbf{0,694}$$

$$I.D. \text{ SHANNON} = - \sum [Pi \cdot \text{Log}(Pi)]$$

$$I.D. = - [-1,823067982]$$

$$I.D. = \mathbf{1,8230}$$

El Índice de Diversidad de Simpson del muestreo de especies arbóreas es de 0,69 lo que nos manifiesta que la comunidad tiende a una diversidad baja por que el valor se acerca a uno. En cambio que el Índice de Shannon presenta un valor de 1,8 lo que constituye a esta comunidad con una diversidad escasa.



4.5.2 *Especies Arbustivas***Tabla 17.** Índices de Diversidad de Simpson y Shannon

N°	ESPECIE	N° INDIVIDUOS	Pi	Pi <sup>2</sup>	log e Pi	Pi (log e Pi)
1	<i>Baccharis polyantha</i>	8	0,2222	0,0494	-2,1699	-0,4822056
2	<i>Puya spp</i>	2	0,0556	0,0031	-4,1699	-0,2316625
3	<i>Vaccinium floribundum</i>	2	0,0556	0,0031	-4,1699	-0,2316625
4	<i>Bistropogon mollis</i>	1	0,0278	0,0008	-5,1699	-0,143609
5	<i>Pterocarpus aethusa</i>	1	0,0278	0,0008	-5,1699	-0,143609
6	<i>Aethanthus dichotomus</i>	1	0,0278	0,0008	-5,1699	-0,143609
7	<i>Malvastrum peruvianum</i>	5	0,1389	0,0193	-2,848	-0,3955551
8	<i>Eugenia spp</i>	1	0,0278	0,0008	-5,1699	-0,143609
9	<i>Cortaderia spp</i>	15	0,4167	0,1736	-1,263	-0,5262643
10	<b>TOTAL INDIVIDUOS</b>	36		<b>0,2515</b>		<b>-2,4417861</b>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

$$\text{I.D. SIMPSON} = 1 - \sum Pi^2$$

$$\text{I.D.} = 1 - 0,2515$$

$$\text{I.D.} = \mathbf{0,74845679}$$

$$\text{I.D. SHANNON} = - \sum [Pi \cdot \text{Log}(Pi)]$$

$$\text{I.D.} = - [-2,4417861]$$

$$\text{I.D.} = \mathbf{2,4417861}$$

El Índice de Diversidad de Simpson del muestreo de especies arbustiva es de 0,74 lo que nos manifiesta que la comunidad tiende a una diversidad media o dispersa por que el valor se acerca a uno. En cambio que el Índice de Shannon presenta un valor de 2,5 lo que constituye a esta comunidad con una diversidad diversa.

4.5.3 *Especies Herbáceas***Tabla 18.** Índices de Diversidad de Simpson y Shannon

N°	ESPECIE	N° INDIVIDUOS	Pi	Pi <sup>2</sup>	Log e Pi	Pi (Log e Pi)
1	<i>Taraxacum officinale</i>	10	0,15625	0,02441	-2,6781	-0,41845
2	<i>Werneria nubigena</i>	6	0,09375	0,00879	-3,4150	-0,32016
3	<i>Matricaria chamomilla</i>	8	0,125	0,01563	-3,0000	-0,37500
4	<i>Blechnum spp</i>	3	0,046875	0,00220	-4,4150	-0,20695
5	<i>Tilandsia spp</i>	1	0,015625	0,00024	-6,0000	-0,09375
6	<i>Equisetum spp</i>	4	0,0625	0,00391	-4,0000	-0,25000
7	<i>Lupinus spp</i>	5	0,078125	0,00610	-3,6781	-0,28735
8	<i>Mentha comun</i>	2	0,03125	0,00098	-5,0000	-0,15625
9	<i>Pyrethrum parthenium</i>	1	0,015625	0,00024	-6,0000	-0,09375
10	<i>Plantago major</i>	6	0,09375	0,00879	-3,4150	-0,32016
11	<i>Rubus adenotrichus</i>	3	0,046875	0,00220	-4,4150	-0,20695
12	<i>Alchemilla orbiculata</i>	1	0,015625	0,00024	-6,0000	-0,09375
13	<i>Acaena ovalifolia</i>	1	0,015625	0,00024	-6,0000	-0,09375
14	<i>Solanum nigrescens</i>	5	0,078125	0,00610	-3,6781	-0,28735
15	<i>Urtica ureas</i>	4	0,0625	0,00391	-4,0000	-0,25000
16	<i>Urtica dioica</i>	4	0,0625	0,00391	-4,0000	-0,25000
	<b>TOTAL INDIVIDUOS</b>	<b>64</b>		<b>0,08789</b>		<b>-3,70362677</b>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

$$\text{I.D. SIMPSON} = 1 - \sum P_i^2$$

$$\text{I.D.} = 1 - 0,08789$$

$$\text{I.D.} = \mathbf{0,912109375}$$

$$\text{I.D. SHANNON} = - \sum [P_i \cdot \text{Log}(P_i)]$$

$$\text{I.D.} = - [-3,70362677]$$

$$\text{I.D.} = \mathbf{3,70362677}$$

El Índice de Diversidad de Simpson del muestreo de especies herbáceas es de 0,91 lo que nos indica que la comunidad tiende a una diversidad diversa por que el valor se acerca a uno. En cambio que el Índice de Shannon muestra un valor de 3,70, valor que se aproxima al logaritmo de la riqueza, por lo que constituye a una comunidad con una diversidad diversa. Shannon indica que cuando los valores sobrepasan el 50% de semejanza, la comunidad es diversa.

#### 4.6 Similitud entre Transectos

##### 4.6.1 Vegetación Arbustiva

**Tabla 19.** Presencias de especies arbustivas en los transectos

N°	ESPECIE	TRANSECTOS		
		1	2	3
1	<i>Baccharis polyantha</i>	X		X
2	<i>Puya spp</i>		X	
3	<i>Vaccinium floribundum</i>			
4	<i>Bistropogon mollis</i>			X
5	<i>Pterocarpus aethusa</i>			X
6	<i>Aethanthus dichotomus</i>			X
7	<i>Malvastrum peruvianum</i>	X		X
8	<i>Eugenia spp</i>	X		
9	<i>Cortaderia spp</i>	X		X

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

**Tabla 20.** Similitud entre transectos de especies arbustivas.

	1 VS 2	1 VS 3	2 VS 3
<b>Índice Similitud (%)</b>	0	60	0
<b>N° Especies Similares</b>	0	3	0

N° difieren	Especies			
		9	6	9

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

El mayor porcentaje de similitud está entre el transecto 1 y 3 con 60 lo cual representa una similitud media esto puede influir al sobrepastoreo de animales en este sector, y uso de especies como *Baccharis latifolia* (chilca) son utilizados como forrajeras, o posiblemente a los rangos altitudinales y adaptación de las mismas a condiciones climáticas. Por otro lado observamos la diferencia de similitud con respecto al transecto 2 es de cero, la razón es que este transecto se encuentra el páramo arenal.

#### 4.6.2 Vegetación Herbácea

**Tabla 21.** Presencias de especies Herbácea en los transectos

N°	ESPECIE	TRANSECTOS		
		1	2	3
1	<i>Taraxacum officinale</i>	X	X	
2	<i>Werneria nubigena</i>		X	
3	<i>Matricaria chamomilla</i>	X	X	
4	<i>Blechnum spp</i>	X		X
5	<i>Tilandsia spp</i>		X	
6	<i>Equisetum spp</i>	X		
7	<i>Lupinus spp</i>	X		X
8	<i>Mentha comun</i>			X
9	<i>Pyrethrum parthenium</i>	X		
10	<i>Plantago major</i>	X	X	
11	<i>Rubus adenotrichus</i>			
12	<i>Alchemilla orbiculata</i>			X
13	<i>Acaena ovalifolia</i>			
14	<i>Solanum nigrescens</i>			X
15	<i>Urtica ureas</i>	X		
16	<i>Urtica dioica</i>	X	X	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

**Tabla 22.** Similitud entre transectos de especies herbáceas.

	1 VS 2	1 VS 3	2 VS 3
<b>Índice Similitud (%)</b>	53,33	26,67	0
<b>N° Especies Similares</b>	4	2	0
<b>N° Especies difieren</b>	12	14	16

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

El mayor porcentaje de similitud está representado entre el transecto 1 y 2 con el 53,33% lo que demuestra que la vegetación herbácea tiene un alto grado de adaptación porque se han desarrollado en este tipo de terreno y con respecto al transecto 3 no presentó mucha similitud es decir que es de cero, porque el clima pajonal evita el desarrollo de las mismas.

#### 4.7 Plantas bioindicadoras.

**Tabla 23.** Especies Bioindadoras registradas.

N°	N. CIENTIFICO	N. VULGAR	FAMILIA	FUNCIÓN
1	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de Leon	ASTERACEAE	Es una planta bioindicador de metales pesados como el plomo.
2	<i>Baccharis polyantha</i>	Chilca	ASTERACEAE	Plantas que tienen la capacidad de poblar sitios muy hostiles con poca profundidad de suelo y fuertes pendientes
3	<i>Blechnum spp</i>	Helecho	BLECHNACEAE	Estas plantas son importantes para producir un mosaico climático, así los páramos fríos de altura, con clima fresco
	<i>Polylepis incana</i>	Yagual	ROSACEAE	
	<i>Puya spp</i>	Achupallas	BROMELIACEAE	
4	<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanilla	ASTERACEAE	Es una planta que demuestras compactación superficial, suelo limoso o apisonado, o suelo abonado Químicamente.
5	<i>Equisetum spp</i>	Cola de Caballo	EQUISETACEAE	Es una planta que indica el aumento de la acidez, ligada a perdida de humus.
6	<i>Mentha comun</i>	Menta	LAMIACEAE	Es una planta que indica o crece en agua estancada

7	<i>Plantago major</i>	Llanten	PLANTAGINACEAE	Planta que crece en compactación superficial del suelo
10	<i>Vaccinium floribundum</i>	Mortiño	ERICACEAE	Nativa de suelos de paramos

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Clever Aguinda Andi

El número de plantas bioindicadoras encontradas en este sector fue de 10, de las 113 individuos registradas en el inventario, de las cuales cada una de ellas cumple un rol fundamental en el ecosistema, que ayuda como bioindicador de la contaminación ambiental, ver tabla 23.

La única especie arbórea bioindicadora es *Polylepis incana* (Yagual), la cual produce un mosaico climático, que genera como hábitat para otras especies, y las demás especies son herbáceas que demuestran adaptación a la contaminación y otras demuestran contaminación como es el caso de *Taraxacum officinale* (Diente de León), es un bioindicador de metales pesados como el plomo.

## **5 Capacitar a las familias por donde atraviesa la microcuenca del río chimborazo**

“Educación Ambiental es un proceso de formación continuo y planificado, tendiente a promover en los ciudadanos el desarrollo de concepciones, habilidades y actitudes comprometidas con un modelo de desarrollo, producción y consumo sustentables y el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente sano” (Ley General del Ambiente 2002)

### **5.1 Capacitación**

Capacitar a los individuos para elegir modos de vida y de comportamiento compatibles con la conservación de su entorno como lugar de producción y de disfrute así como medio para garantizar la conservación de los ecosistemas. Por tal motivo se realizaron capacitaciones con temas relacionados con el uso racional de los recursos naturales y

educación ambiental y los temas tratados fueron las siguientes como se presenta en la Tabla 20.

**Tabla 24.** Agenda de capacitación

<b>DAR A CONOCER LA IMPORTANCIA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHIMBORAZO A TRAVÉS DE CHARLAS (CAPACITACIONES)</b>					
<b>OBJETIVO</b>	<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>ACTORES</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA (pm)</b>
Capacitar a las familias por donde atraviesa la microcuenca del río Chimborazo sobre el manejo de los recursos naturales.	Palabras del Presidente	Comunidad Calera Grande y Shobolpamba	Sr. Tobias Ati	19/08/16	14:00
	Importancia de la Microcuenca		Sr. Clever Aguinda		14:20
	Beneficios de la Microcuenca				14:50
	Contaminación				15:20
	Tipos de Contaminación				15:50
	Refrigerio	Los Participantes a las capacitaciones	Sr. Clever Aguinda		Final de la Capacitación

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Clever Aguinda Andi

Los Objetivo perseguidos con estas capacitaciones son: Concienciar a los habitantes de las dos comunidades por donde atraviesa la microcuenca del río Chimborazo sobre la necesidad de conservar los recursos asociados al mismo, y en particular evitar la contaminación de las aguas y suelo.

## **5.2** *Desarrollo de las capacitaciones*

De acuerdo con el Programa de capacitaciones como se puede observar en la tabla 10, cabe señalar que se realizó exposiciones en papelógrafo, hojas volantes para trabajo en grupo, para facilitar el reconocimiento y análisis posterior de los temas tratados en la charla. Los participantes de las charlas fueron las familias de las comunidades de Calera Grande y Shobolpamba, teniendo una acogida de participantes entre hombres y mujeres, que se llevó un registro, ANEXO 9, la actividad se llevó a cabo con resultados

esperados, porque se logró sensibilizar los lugareños sobre el uso racional de los recursos, en este caso el agua de la microcuenca del río Chimborazo, a la vez apreciaron que la contaminación del mismo es perjudicial para la comunidad entera y el medio ambiente, razón porque el agua se utiliza para muchos fines como para sus animales, sembrío etc.



## VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo al índice de calidad de agua (ICA), en la microcuenca del río Chimborazo correspondiente a la comunidad de Calera Grande y Shobolpamba, presento valores de 60,6 y 61,69 que corresponden a aguas de calidad REGULAR, Según el uso de agua, de acuerdo como menciona León Vizcaino, posee los siguientes criterios: para la utilización como agua de consumo humano pertenece a agua CONTAMINADA, para consumo agrícola corresponde a LEVEMENTE CONTAMINADA.
- Las especies vegetales registradas en el área de estudio fueron de 113 correspondientes a tres transecto, las cuales se encontraron 10 plantas bioindicadoras de contaminación, como el Diente de Leon (*Taraxacum officinale*), Cola de caballo (*Equisetum spp*), entre otras correspondiente a especies arbóreas y herbáceas.
- El mayor valor de importancia de especies arbustivas se halló en la especie *Cortaderia spp* con 41,66 %, seguido por *Baccharis polyantha* con 22,22 % estas especies son indicadores de que en esta parte de la microcuenca ha sido intervenida, y en especies herbáceas se registró *Taraxacum officinale* con 15, 625 %, seguido por *Matricaria chamonilla* con 12,5, de las cuales todas las especies herbáceas identificadas, se encuentran dentro de los rangos altitudinales de acuerdo al catálogo de plantas vasculares del Ecuador.
- El índice de diversidad de Simpson en especies arbóreas es de 0,69, en arbustiva 0,74 y herbáceas 0,91 lo que nos indica que posee una diversidad mediana en especies arbóreas y arbustivas y diversidad dispersa en herbáceas, en cambio el índice de diversidad de Shannon en especies arbóreas es de 1,8, en arbustiva 2,5 y herbáceas 3,7 presenta una diversidad escasa en especies arbóreas y en el caso de arbustivas y especies herbáceas poseen una diversidad diversa.

## VII. RECOMENDACIONES

- La información obtenida en la investigación debe ser difundida a nivel de comunidad, que sean conocedores de las especies que posean, para que sean partícipes directos dentro de posibles proyectos de conservación a efectuarse.
- Se recomienda al GAD Parroquial de San Juan, implementar un proyecto forestal con especies nativas, con el fin de evitar la contaminación del suelo por erosión y mejorar la calidad del agua.
- Para una futura investigación se recomienda implementar un mayor número de transecto que abarque la mayor cantidad de especies vegetales en la microcuenca del río Chimborazo, con el objetivo de conseguir más información útil para la toma de decisiones por parte del GAD y Ministerio del Ambiente.
- Se recomienda realizar un estudio de calidad de agua de toda la microcuenca del río Chimborazo utilizando bioindicadores mediante la utilización de macroinvertebrados con los índices BMWP/Col y ABI, para establecer un análisis más completo de la microcuenca.
- En el área de estudio se debe continuar con los procesos de capacitaciones no solo a las familias aledañas sino a toda la comunidad, al fin a cabo ellos son los responsables directos del mantenimiento de la calidad del agua de la microcuenca y su flora.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación propuso: realizar un inventario de la flora y determinación del índice de contaminación de la microcuenca del río Chimborazo en la comunidad Calera Grande y Shobolpamba, parroquia San Juan, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; con la ayuda del GPS y materiales de campo se delimitó el área de estudio, se ubicó tres transectos donde se identificó las especies vegetales y se analizó las plantas bioindicadoras, además se evaluó los índices de contaminación mediante observación directa e indirecta en la microcuenca del río Chimborazo. Durante la investigación se realizó el inventario y obtuvimos los índices de Shannon y Simpson, además se realizó la recolección de una muestra de suelo y dos muestras de agua con su respectiva etiqueta correspondiente a las comunidades en estudio, que fueron trasladados al LSA (Laboratorio de servicios ambientales) de la UNACH (Universidad Nacional de Chimborazo), con los respectivos parámetros físico- químicos y bacteriológicos con la que se obtuvo el índice de Calidad de Agua (ICA), al terminar la investigación se registró de 113 especies dentro de los 3 transectos de las cuales 10 individuos son bioindicadoras correspondiente a especies arbóreas y herbáceas, De acuerdo al índice de calidad de agua (ICA), en la microcuenca del río Chimborazo correspondiente a las comunidades de estudio corresponden a aguas de calidad REGULAR. Se recomienda difundir esta investigación a nivel de comunidad, para que sean partícipes directos dentro de proyectos de conservación de la microcuenca y verificar su cumplimiento.

**Palabra clave:** Índice de contaminación, especies vegetales, plantas bioindicadoras, índice de calidad de agua.



## IX. SUMMARY

The present research proposed: to carry out an inventory of the flora and determination of the contamination index of the microbasin of the Chimborazo river in the community Calera Grande and Shobolpamba, San Juan parish, Riobamba canton, Chimborazo province; with the help of GPS and field materials, the study area was delimited, three transects were identified where the plant species were identified and the bioindicator plants were analyzed, as well as the contamination indexes were evaluated through direct and indirect observation in the micro watershed of the Chimborazo river. During the investigation the inventory was obtained and we have the indices of Shannon and Simpson, in addition, a soil sample was collected and two samples of water with their label corresponding to the community being studied, which were transferred to the LSA (Laboratorio de servicios ambientales) of UNACH (Universidad Nacional de Chimborazo), with the respective physico-chemical and bacteriological parameters which the Indice de Calidad de Agua (ICA) was obtained, at the end of the research, 113 species were registered within the 3 transects of which 10 individuals are bioindicators corresponding to arboreous and herbaceous species, according to the Indice de Calidad de Agua (ICA), in the microbasin of the Chimborazo river corresponding to the study communities correspond to water of REGULAR quality. It is recommended to disseminate this research at the community level, so that they are direct participants in conservation projects of the micro-watershed and their compliance.

**KEYWORDS:** contamination index, plant species, bioindicator plants, water quality index.



## X. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, R. (2009). *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú*. Revista Limnetica. Vol. 28. pp. 35-64. [Consulta: 20 septiembre 2016]. Disponible en: [http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne28/L28a035\\_Calidad\\_rios\\_Andes\\_p rotocooCERA.pdf](http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne28/L28a035_Calidad_rios_Andes_p rotocooCERA.pdf).
- Albert, A. L. (2009). *El programa calidad del aire Ecuador*. Quito – Ecuador; Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación.
- Capó, M. (2007). *Principio de ecotoxicología: diagnóstico, tratamiento y gestión del medioambiente*. Madrid – España: Tébar. p. 139,140.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito – Ecuador: EcoCiencia. p. 67.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2005). *Fundamentos sobre comités de cuencas. Curso corto dirigido a los comités de cuencas en las subcuencas modelos*. Turrialba – Costa Rica; Ed. J Faustino y F. Jiménez. Proyecto FOCUENCAS-CATIEASDI. p. 49.
- Centro Latino Americano de Ecología Social, (2010). *Tendencias en ambiente y desarrollo en América del Sur. Cambio climático, biodiversidad y políticas ambientales*. Montevideo. [Consulta: 24 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.ambiental.net/reporte2010/-Tendencias Ambientales Claes10.pdf>
- Cerón, M. C. (1993). *Manual de botánica ecuatoriana, sistemática y métodos de estudio*. Quito – Ecuador: Abya – Ayala. pp. 24-27.

- De La Lanza, G. (1999). *Diccionario de hidrología y ciencias afines*. México D.F. – México: Plaza y Valdes. p.93.
- De La Lanza, G. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)*. México D.F. – México: Plaza y Valdés. p. 113.
- Donoso, C. (1990). *Ecología forestal, el bosque y el medio ambiente*. Chile: Universitaria.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2008). *Constitución política de la república del Ecuador*. Quito.
- Ederra, A. (1997). *Botánica ambiental aplicada. Las plantas y el equilibrio ecológico de nuestra tierra*. Pamplona – España: Universidad de Navarra. p. 205.
- Flórez, A. (2005). *Manual de pastos y forrajes altoandinos*. Perú – Lima; UNALM. p. 51.
- García, D. (2006). *Foro de los recursos hídricos*. Quito-Ecuador: Imprenta Imprimax.
- Gómez Orea, D. (1999). *Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. Madrid: Agrícola Española.
- Gómez Orea, D. (2002). *Ordenación territorial*. Barcelona - España: Mundi-Prensa.
- González, J. (2009). *Evaluación de tres sistemas silvopastoriles para la gestión sostenible de la microcuenca del río Chimborazo*. (Tesis de grado. Ing. Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
- Heno, J. (1998). *Introducción al manejo de cuencas hidrográficas*. Universidad Santo Tomas. Centro de Enseñanza Desescolarizada. Bogotá - Colombia. [Consulta: 24 septiembre 2016]. Disponible en: [http://www.infoagro.com/instrumentos\\_medida/doc\\_conductividad\\_electrica.asp?k=53](http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_electrica.asp?k=53)

- Foundation Inspiration, (2009). *Contaminación del agua*. [Consulta: 13 Noviembre 2016]. Disponible en: <https://www.inspiration.org/cambio-climatico/contaminacion/contaminacion-del-agua>.
- Izco, J. (2004). *Nomenclatura de plantas y comunidades vegetales. En botánica*. Ed. Izco J. E. Barreno, M. Bruges, M Costa, J. Devesa, F. Fernandez, F. Gallardo, X. Llimona, C. Prada, S. Talavera. Madrid - Espana; McGraw-Hill Interamericana. pp. 33-40.
- Jiménez, H. (1986). *Hidrología básica*. Medellín – Colombia: Universidad del Valle. p. 10,11.
- Jorgensen, P., & León Yanez, S. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden Press*. Ecuador; Missouri. San Luis. p. 118.
- Martín, J. E., & Montenegro, L. M. (2000). *Plan de ordenación y manejo para la cuenca hidrográfica del río Chiquinquirra*. Santa Fe de Bogotá; Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ingeniería Forestal.
- Mejía, L. (2003). *Análisis de la erosión hídrica del suelo en el predio la Mayronga*. Quito – Ecuador; Fundación Forestal Juan Manuel Durini. Imprenta V & O Gráficas.
- Ministerio Agropecuario y Forestal. (2000). *Manejo integrado de cuencas hidrográficas de la región de Las Segovias*. Nicaragua; Dirección de Estudios Territoriales. Managua. p. 200
- Ministerio del Ambiente, Ecociencia., & Unión Mundial Para La Naturaleza. (2001). *La biodiversidad del Ecuador*. Quito – Ecuador; Informe 2000. Ed. por Carmen Josse.

- Morejón, G. (1999) *Ecología Y medio ambiente*. (2ª ed.). Mexico; Fish and WildlifeService.
- Mueller Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Hawaii; Wiley. p. 547
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1996). *Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina*. Santiago, Chile; Serie zonas áridas y semiáridas No. 7. p. 321
- Fernández, N. & Ramos, G. (2005). *Índices de calidad (ICAs) y de contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial*. España; editorial universidad de Pamplona.
- Ramakrishna, B. (1997). *Estrategia de extensión para el manejo de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias*. San José – Costa Rica. IICA, BMZ/GTZ. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible No. 3. p. 319
- Ramos, R. (2004.). *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*. México D.F. - México. Plaza y Valdés. pp. 40-44.
- Roldan, G. (1992). *Fundamentos de la limnología neotropical*. Medellín – Colombia: Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, uso del método BMWP*. Medellín-Colombia. Universidad de Antioquia. p. 175
- Romero, J. (2002). *Calidad de agua*. Bogotá – Colombia: Nomos.



Santa Cruz, (2009). *Recursos naturales del Ecuador*. (En línea). [Consultado el 14 de abril del 2016]. Disponible en: <http://www.santacruz.gov.ar/recursos/flora/inventario>.

Secretaría del Agua. (2014). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en el Ecuador*. [Consultado el 14 de Agosto del 2016]. Disponible en: <http://aplicaciones.senagua.gob.ec>

Semarnat, (2000). *Análisis De La Contaminación Ambiental. Mexico*; Proyecto Educativo.

Water Quality Association. (2000). *Principales contaminantes del agua*. [Consultado el 25 de Noviembre del 2016]. Disponible en: <http://www.wqa.org/Learn-About-Water/Common-Contaminants>.

## XI. ANEXOS

### Anexo 1. Criterios de Calidad de Suelo.

Sustancia	Unidades (Concentración en Peso Seco)	Suelo
Parámetros Generales		
Conductividad	mmhos/cm	2
pH		6 a 8
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4*
Parámetros Inorgánicos		
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	5
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	30
Cromo Total	mg/kg	20
Cromo VI	mg/kg	2.5
Cianuro (libre)	mg/kg	0.25
Estaño	mg/kg	5
Flúor (total)	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	2
Níquel	mg/kg	20
Plomo	mg/kg	25
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	25
Zinc	mg/kg	60
Parámetros Orgánicos		
Benceno	mg/kg	0.05
Clorobenceno	mg/kg	0.1
Etilbenceno	mg/kg	0.1
Estireno	mg/kg	0.1
Tolueno	mg/kg	0.1
Xileno	mg/kg	0.1
PCBs	mg/kg	0.1
Clorinados Alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorobencenos (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0.1
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0.01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/kg	0.1

**Anexo 2.** Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requirieren tratamiento convencional.

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Permisible</b>	<b>Máximo</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	
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500	
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			<b>Ausencia</b>	
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	

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> <sup>=</sup>	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
<b>*Productos para la desinfección</b>		mg/l	0,1
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>			
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
Xilenos (totales)	Concentración de carbonatos totales	μg/l	10 000
<b>Pesticidas y herbicidas</b>	Concentración de organoclorados totales		
Carbonatos totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales		mg/l	0,01
Organofosforados totales		mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración de organofosforados totales	μg/l	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBCP	μg/l	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de DBE	μg/l	5
Diquat	Concentración total de dicloropropano	μg/l	70
Glifosato		μg/l	200

Toxafeno	µg/l	5
<b>Compuestos</b>		
<b>Halogenados</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

Fuente: Normativo TULSMA

Nota: Productos para la desinfección: Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano y Bromoformo

**Anexo 3.** Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como 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
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			AUSENCIA
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			<b>Ausencia</b>
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados

Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5,0
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
Pesticidas y Herbicidas Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Toxafeno		µg/l	0,01
<b>Compuestos Halogenados</b>			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

**Fuente:** normativa Tulsma

Nota: Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

**Anexo 4.** Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua dulce	fría Agua dulce	cálida Agua dulce
Clorofenoles		mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	de Ph		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	de H <sub>2</sub> S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	Visible		<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas	Concentración de	µg/l	10,0	10,0	10,0



organofosforados totales	organofosforados totales				
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200	200	200

Fuente: normativa TULSMA

**Anexo 5.** Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola.

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite permisible</b>	<b>máximo</b>
Aluminio	Al	mg/l	5,0	
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1	
Bario	Ba	mg/l	1,0	
Berilio	Be	mg/l	0,1	
Boro (total)	B	mg/l	1,0	
Cadmio	Cd	mg/l	0,01	
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1	
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2	
Cobalto	Co	mg/l	0,05	
Cobre	Cu	mg/l	2,0	
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1	
Fluor	F	mg/l	1,0	
Hierro	Fe	mg/l	5,0	
Litio	Li	mg/l	2,5	
Materia flotante	<b>VISIBLE</b>		AUSENCIA	
Manganeso	Mn	mg/l	0,2	
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01	
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001	
Níquel	Ni	mg/l	0,2	
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1	
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2	
Plata	Ag	mg/l	0,05	
Potencial de hidrógeno	pH		6-9	
Plomo	Pb	mg/l	0,05	
Selenio	Se	mg/l	0,02	
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0	
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m	
Vanadio	V	mg/l	0,1	
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000	
Huevos de parásitos		Huevos por litro	<b>Cero</b>	
Zinc	Zn	mg/l	2,0	

Fuente: normativa TULSMA

**Anexo 6.** Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor máximo permisible</b>
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,2
Bario	Ba	mg/l	1,0
Boro (total)	B	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Carbamatos (totales)	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	25,0
Cobre	Cu	mg/l	0,5
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	1,0
Litio	Li	mg/l	5,0
Materia flotante	visible		<b>Ausencia</b>
Manganeso	Mn	mg/l	0,5
Molibdeno	Mo	mg/l	0,005
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Nitratos + nitritos	N	mg/l	10,0
Nitritos	N-nitrito	mg/l	1,0
Níquel	Ni	mg/l	0,5
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	3,0
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	10,0
Coliformes fecales	nmp por cada 100 ml		Menor a 1 000
Coliformes totales	nmp por cada 100 ml		Promedio mensual menor a 5 000

Fuente: normativa TULSMA

**Anexo 7.** Tipo de agua de acuerdo a la conductividad

<b>Tipo de agua</b>	<b>Conductividad <math>\mu\text{S/cm}</math></b>
Agua pura	0,055
Agua destilada	0,5
Agua de montaña	1
Agua para uso domestico	500 a 800
Max. Para agua potable	10055
Agua de Mar	52

Fuente: Infoagro


Anexo 8. Criterios generales según el Índice de Calidad del Agua (ICA)

Rango ICA	CRITERIOS GENERALES									
	Edo	USO: AGUA POTABLE	Edo	USO: RIEGO AGRICOLA	Edo	USO: PEZCA Y VIDA ACUATICA	Edo	USO: INDUSTRIAL	Edo	USO: RECREACIÓN
90	Dark Blue	No requiere purificación para consumo humano	Dark Blue	No requiere de tratamiento para riego	Dark Blue	Pesca y vida acuática abundante	Dark Blue	No se requiere purificación	Dark Blue	Cualquier tipo de deporte acuático
80	Blue	se requiere purificación menor	Blue	Tratamiento menor para cultivos que requieren de alta calidad de agua para riego	Blue		Purificación menor para industrias que requieren alta calidad de agua para operación	Blue		
70	Green	Dudoso para su consumo sin purificación	Green		Utilizable en la mayoría de los cultivos		Green	No requiere tratamiento para mayoría de industria de operación normal	Green	
60	Light Green	Tratamiento de purificación indispensable	Light Green	Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos	Light Green	Límite para peces muy sensitivos	Light Green	Tratamiento para mayoría de los usos	Light Green	Restringir los deportes de inmersión precaución si se ingiere dada la posibilidad de presencia de bacterias
50						Dudosa la pesca sin riesgos de salud				
40	Yellow	Dudoso para consumo	Yellow	Solo para cultivos muy resistentes (forrajes)	Yellow	Vida acuática limitada a especies muy resistentes	Yellow	Uso restringido en actividades burdas	Yellow	Dudosa para contacto con el agua
30	Red	Inaceptable para consumo	Red		Red	Inaceptable para actividad pesquera	Red		Evitar contacto, solo con lanchas	
20					Red	Inaceptable para vida acuática	Red		Contaminación visible evitar cercanía	
10	Red	Inaceptable para consumo	Red	Inaceptable para riego	Red	Inaceptable para cualquier industria	Red	Inaceptable para recreación		
0										

ESCALA DE CALIDAD DEL AGUA					
Dark Blue	Blue	Green	Light Green	Yellow	Light Yellow
EXCELENTE	ACEPTABLE	LEVEMENTE CONTAMINADA	CONTAMINADA	FUERTEMENTE CONTAMINADA	EXCESIVA

Fuente: Luis F. León Vizcaíno

## Anexo 9. Registro de asistentes

 <div style="display: inline-block; text-align: center;"> <p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES</p> <p>ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL</p> </div> 				
REGISTRO DE ASISTENTES				
Tema: <i>Manejo y Uso Hidrográfico y Contaminación del Agua</i>				Fecha: <i>18/08/2016</i>
N°	Nombre y Apellido	Comunidad	N° Cedula	Firma
1	<i>Carlos Coronado Nava</i>	<i>Calera Grande</i>	<i>060405155-0</i>	<i>[Firma]</i>
2	<i>Juan de Dios Inga</i>	<i>Calera Grande</i>		<i>[Firma]</i>
3	<i>Luis Oscar S. S. S.</i>	<i>Calera Grande</i>	<i>060225288-0</i>	<i>[Firma]</i>
4	<i>Marjunta Guatipala</i>	<i>Calera Grande</i>	<i>060420035-0</i>	<i>[Firma]</i>
5	<i>Rosa Rosa</i>	<i>Calera Grande</i>	<i>060418968-0</i>	<i>[Firma]</i>
6	<i>Saimo Rosa</i>	<i>" "</i>	<i>060418968-0</i>	<i>[Firma]</i>
7	<i>Luis Aguilar</i>	<i>" "</i>	<i>060432436-5</i>	<i>[Firma]</i>
8	<i>Manuel Tellez</i>	<i>" "</i>	<i>060278572-7</i>	<i>[Firma]</i>
9	<i>Guillermo Churru</i>	<i>" "</i>	<i>060519098-6</i>	<i>[Firma]</i>
10	<i>Janeth Anacleto</i>	<i>Shobolpamba</i>	<i>060436838-1</i>	<i>[Firma]</i>
11	<i>Maria Churru</i>	<i>" "</i>	<i>060489318-1</i>	<i>[Firma]</i>
12	<i>Gegundo Uman</i>	<i>" "</i>	<i>060492629-8</i>	<i>[Firma]</i>
13	<i>José Aguilar</i>	<i>" "</i>	<i>060553156-5</i>	<i>[Firma]</i>
14	<i>Alex Florentina</i>	<i>" "</i>	<i>060358193-5</i>	<i>[Firma]</i>
15	<i>Manuel Esteban S. S.</i>	<i>" "</i>	<i>060202613-5</i>	<i>[Firma]</i>
16	<i>José Huilerman</i>	<i>" "</i>	<i>060357183-4</i>	<i>[Firma]</i>
17	<i>Cecilia Inga Inga</i>	<i>" "</i>	<i>06043878-2</i>	<i>[Firma]</i>
18				
19				
20				

Elaborado por Clever Aguíanda Andi