

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS**

**MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL PARA EL DESARROLLO**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN  
MAGISTER EN PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL PARA EL DESARROLLO**

**TÍTULO:**

Propuesta de gestión del recurso hídrico de la vertiente La Merced para el desarrollo sostenible, provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Cutuglagua

**ESTUDIANTE:**

ING. ERIKA NATHALY AMENDAÑO ESTÉVEZ

**DIRECTOR:**

MSC. GALO MANRIQUE

**QUITO, JULIO 2018**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y a mis estudiantes,  
han sido una gran inspiración  
para la realización de este  
trabajo

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, a mis padres,  
a Cristian por su apoyo incondicional,  
a mis compañeros y amigos,  
y a la Universidad Católica por el  
conocimiento impartido.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>Capítulo I</b> .....	1
<b>Gestión hídrica y ordenamiento territorial para el desarrollo sostenible</b> .....	1
<b>1.1 Introducción</b> .....	1
<b>1.2 Objetivos</b> .....	8
1.2.1 Objetivo general .....	8
1.2.2 Objetivos específicos.....	8
<b>1.3 Metodología y técnicas</b> .....	9
1.3.1 Metodología bibliográfica .....	9
1.3.2 Metodología de campo .....	9
<b>Capítulo II</b> .....	12
<b>Agua, ordenamiento territorial y desarrollo sostenible</b> .....	12
<b>2.1 Teoría de la gestión integral del recurso hídrico</b> .....	12
2.1.1 Cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica .....	15
2.1.2 Clasificación de las cuencas hidrográficas .....	16
2.1.3 La cuenca hidrográfica como unidad de planificación.....	17
2.1.4 Gestión de cuencas hidrográficas .....	17
<b>2.2 Teoría de planificación territorial</b> .....	18
2.2.1 Planeación urbana estratégica.....	22
2.2.2 Sistema territorial .....	24
2.2.3 Planificación y ordenamiento territorial en la parroquia Cutuglagua.....	26
<b>2.3 Teoría de desarrollo sostenible</b> .....	26
<b>2.4 Gestión integral del agua y ordenamiento territorial para el desarrollo</b> .....	28
2.4.1 Ordenación territorial por cuencas hidrográficas .....	30
2.4.2 Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador .....	32
<b>2.5 Marco legal aplicable a la gestión integral del recurso hídrico</b> .....	37
2.5.1 Constitución de la República del Ecuador.....	37
2.5.2 Convenios internacionales .....	38
2.5.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD .....	38

2.5.4	Código Orgánico del Ambiente.....	39
2.5.5	Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.....	40
<b>Capítulo III.....</b>		<b>42</b>
<b>Caracterización del área de estudio .....</b>		<b>42</b>
<b>3.1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2</b>	<b>Ubicación .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3</b>	<b>Características físicas .....</b>	<b>44</b>
3.3.1	Relieve.....	44
3.3.2	Geomorfología.....	46
3.3.3	Suelos, capacidad de uso y cobertura del suelo.....	46
3.3.4	Información climática e hidrografía .....	49
3.3.5	Ecosistemas frágiles y prioridades de conservación.....	51
3.3.6	Recursos naturales degradados.....	54
3.3.7	Contaminación ambiental.....	55
<b>3.4</b>	<b>Características sociales y de asentamientos humanos .....</b>	<b>58</b>
3.4.1	Introducción.....	58
3.4.2	Análisis demográfico.....	60
3.4.3	Educación y salud.....	61
3.4.4	Necesidades básicas insatisfechas .....	63
3.4.5	Patrimonio cultural tangible y conocimiento ancestral .....	64
<b>3.5</b>	<b>Características económicas .....</b>	<b>65</b>
3.5.1	Trabajo y empleo .....	66
<b>3.6</b>	<b>Características de los asentamientos humanos .....</b>	<b>67</b>
3.6.1	Seguridad y soberanía alimentaria.....	70
<b>3.7</b>	<b>Características hidrológicas de la cuenca Esmeraldas – Vertiente “La Merced” .</b>	<b>70</b>
3.7.1	Análisis de datos pluviométricos con un periodo de retorno de veinte y un años (1995-2015).....	70
3.7.2	Uso del suelo en las zonas de recarga de agua .....	71
3.7.3	Crecimiento Poblacional relacionado con la demanda de agua .....	73
3.7.4	Balance hídrico climático de la estación Uyumbicho .....	75
<b>Capítulo IV.....</b>		<b>77</b>

<b>Propuesta de gestión integral del recurso hídrico de la vertiente “La Merced”, Cuenca del Río Esmeraldas</b> .....	77
<b>4.1 Antecedentes</b> .....	77
<b>4.2 Objetivos del plan</b> .....	78
<b>4.3 Descripción de los usos del agua presentes y futuros</b> .....	78
4.3.1 Usos presentes del agua en la zona de estudio .....	79
4.3.2 Sistema tarifario.....	83
<b>4.4 Descripción de las demandas hídricas</b> .....	84
4.4.1 Dotación de agua para consumo doméstico .....	86
4.4.2 Eficiencia de uso.....	87
<b>4.5 Elementos de preservación del agua para el cumplimiento de los objetivos del plan</b> .....	88
4.5.1 Protección de fuentes de agua .....	88
4.5.2 Control de fuentes de contaminación .....	90
4.5.3 Planificación de monitoreo de agua.....	93
<b>4.6 Descripción de fuentes de agua y área de protección hídrica</b> .....	95
4.6.1 Calidad del agua de la vertiente.....	95
4.6.2 Infraestructura hidráulica de captación.....	96
4.6.3 Infraestructura de potabilización .....	98
<b>4.7 Plan de acción para la implementación</b> .....	99
4.7.1 Diseño del ente gestor .....	99
4.7.2 Metas del plan de gestión .....	100
4.7.3 Lineamientos estratégicos .....	101
<b>4.8 Programas y proyectos de acción</b> .....	102
4.8.1 Programas identificados .....	102
4.8.2 Plan de acción.....	102
<b>Capítulo V</b> .....	105
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	105
<b>5.1 Conclusiones</b> .....	105
<b>5.2 Recomendaciones</b> .....	106

## Figuras

Figura No. 1 Mapa de la parroquia Cutuglagua .....	5
Figura No. 2 Mapa conceptual de la GIRH de acuerdo con la ONU .....	13
Figura No. 3 Línea divisoria de aguas en una cuenca .....	15
Figura No. 4 Aspectos considerados en la planeación urbana estratégica .....	22
Figura No. 5 Componentes del sistema territorial.....	24
Figura No. 6 Ciclo hidrológico en una cuenca .....	29
Figura No. 7 Enfoque de desarrollo sostenible para la gestión de recursos hídricos .....	31
Figura No. 8 Mapa de las unidades hidrográficas del Ecuador – nivel 5 .....	35
Figura No. 9 Unidad hidrográfica 152 – nivel 5 .....	36
Figura No. 10 Pirámide de Kelsen .....	37
Figura No. 11 Mapa base parroquial .....	43
Figura No. 12 Mapa de relieve de la parroquia Cutuglagua.....	45
Figura No. 13 Tipo de vertiente presente en la zona de estudio.....	46
Figura No. 14 Mapa de capacidad de tierra de la parroquia Cutuglagua .....	47
Figura No. 15 Mapa de uso y cobertura del suelo .....	49
Figura No. 16 Hidrograma de precipitaciones de estación Uyumbicho.....	50
Figura No. 17 Mapa de hidrología de Cutuglagua .....	51
Figura No. 18 Ortofotomapa ecosistemas .....	53
Figura No. 19 Descripción de recursos degradados .....	54
Figura No. 20 Fotografía de viviendas con huertos urbanos familiares.....	59
Figura No. 21 Crecimiento poblacional en la parroquia Cutuglagua (1962-2010).....	60
Figura No. 22 Asistencia de hombres y mujeres en función del nivel de enseñanza.....	62
Figura No. 23 Asistencia de hombres y mujeres en función del nivel de enseñanza.....	66
Figura No. 24 Mapa de asentamientos humanos en la parroquia Cutuglagua .....	67
Figura No. 25 Mapa administrativo de Cutuglagua .....	68
Figura No. 26 Precipitación promedio de la estación Uyumbicho en 21 años.....	71
Figura No. 27 Disposiciones sobre el uso del suelo con diferentes gradientes .....	72
Figura No. 28 Uso actual del suelo en la cuenca Guayllabamba .....	73
Figura No. 29 Balance Hídrico Climático, estación Uyumbicho (M113).....	75
Figura No. 30 Imagen satelital del área de interés .....	79
Figura No. 31 Lotes de venta y conjuntos habitacionales .....	80
Figura No. 32 Usos del agua en el área de interés.....	80
Figura No. 33 Patrón de drenaje del cerro Atacazo, flanco este. ....	81
Figura No. 34 Microcuenca de la quebrada “Riulluchi” .....	82
Figura No. 35 Comparación de las características de la población en el área de estudio .....	82
Figura No. 36 Plan de Contratación de Personal.....	84
Figura No. 37 Plan de Contratación de Personal.....	86
Figura No. 38 Volumen de consumo mensual .....	87

Figura No. 39 Acciones de protección en el área de influencia de la vertiente.....	88
Figura No. 40 Acciones de gestión para el manejo del recurso hídrico .....	89
Figura No. 41 Fuentes de contaminación y medidas de mitigación.....	91
Figura No. 42 Determinación del número de muestras .....	94
Figura No. 43 Promedio de ingresos mensuales de la Junta Administradora de Agua.....	94
Figura No. 44 Determinación del número de muestras .....	95
Figura No. 45 Características organolépticas .....	96
Figura No. 46 Calidad bacteriológica de la vertiente .....	96
Figura No. 47 Caja de carga de la vertiente “La Merced” .....	97
Figura No. 48 Fuga de agua en la caja de carga.....	97
Figura No. 49 Camas de aireación de agua cruda .....	98
Figura No. 50 Cuarto de cloración .....	98
Figura No. 51 Tanque de cloración .....	99
Figura No. 52 Esquema de autoridades ambientales.....	100
Figura No. 53 Plan de acción para la gestión del recurso hídrico .....	102
Figura No. 54 Plan de acción .....	104

## GLOSARIO

<b>ARCA</b>	Agencia de Regulación y Control del Agua
<b>CAF</b>	Corporación Andina de Fomento
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CISPDR</b>	Instituto de Encuesta, Planificación, Diseño e Investigación de Changjiang
<b>CLIRSEN</b>	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
<b>CNUMD</b>	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, 1992
<b>COOTAD</b>	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
<b>CUT</b>	Capacidad del Uso de la Tierra
<b>DH</b>	Demarcación Hidrográfica
<b>DMQ</b>	Distrito Metropolitano de Quito
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura
<b>GAD</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado
<b>GIRH</b>	Gestión Integrada del Recurso Hídrico
<b>Ha</b>	Hectáreas
<b>Hm<sup>3</sup></b>	Hectómetro cúbico
<b>IGM</b>	Instituto Geográfico Militar
<b>INAMHI</b>	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
<b>INIAP</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilómetros cuadrados
<b>l/cab/día</b>	Litros por cabeza de ganado por día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>m</b>	Metros
<b>MAGAP</b>	Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca
<b>mm</b>	Milímetros
<b>MSNM</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>M113</b>	Estación Meteorológica No. 113 (Uyumbicho)
<b>NBI</b>	Necesidades Básicas Insatisfechas
<b>ONU</b>	Organización Mundial de Naciones Unidas
<b>PDOT</b>	Plan de Ordenamiento Territorial
<b>PEA</b>	Población Económicamente Activa

<b>PEI</b>	Población Económicamente Inactiva
<b>PNUMA-DHI</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - Socio DHI
<b>REDLACH</b>	Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas
<b>SENAGUA</b>	Secretaría Nacional del Agua
<b>SGCAN</b>	Secretaría General de la Comunidad Andina
<b>SIGTierras</b>	Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica
<b>Ton</b>	Toneladas
<b>UICN</b>	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza Sur

## **RESUMEN (250 palabras)**

### **Propuesta De Gestión Del Recurso Hídrico De La Vertiente “La Merced” Para El Desarrollo Sostenible**

La propuesta de gestión del recurso hídrico de la vertiente “La Merced” se desarrolla en la parroquia Cutuglagua, ubicada en el cantón Mejía, al sur occidente de la provincia de Pichincha. Dicha propuesta, busca establecer lineamientos estratégicos para el uso y aprovechamiento del recurso hídrico analizando las condiciones ambientales, así como sociales y económicas que han intervenido en las condiciones actuales de la gestión del recurso hídrico. Para el análisis, se utilizó metodología de campo y de análisis bibliográfico con el fin de tener una visión integral del estado del área de estudio, los resultados obtenidos indican como principal causa de la reducción de caudal en las vertientes las actividades que se realizan sobre el área de infiltración del recurso. Este proyecto es una propuesta de gestión del recurso hídrico de la vertiente que se encuentra en la hacienda “La Merced” y que abastece a los barrios: Central, Alisuco y La Unión. Así también, se coloca un plan de acción en donde se especifica los programas en los cuales se apoya la ejecución del presente plan, considerando enfoques sociales, económicos, funcionales urbanos y ambientales sostenibles, con el fin de asegurar la permanencia del recurso para las generaciones próximas.

**PALABRAS CLAVES:** Gestión hídrica, Desarrollo sostenible, Planificación

## **ABSTRACT (250 palabras)**

The proposal of management of the water resource of the "La Merced" natural spring is developed in Cutuglagua-Ecuador, located in the canton Mejía, south west of the province of Pichincha. This proposition seeks to establish strategic guidelines for the use and exploitation of water resources by analyzing the environmental, as well as social and economic conditions that have intervened in the current conditions of water resource management. For the analysis, field methodology and bibliographical analysis were used to have a view of the study area. At the end of the analysis, it concludes that the main cause of the flow reduction in the natural spring is the activities that are carried out on the infiltration area of the resource. The present project has prepared a proposition for the management of the water in hacienda "La Merced" and that supplies the neighborhoods: Central, Alisuco and La Union. An action plan is also placed where the programs on which the execution of this plan is based are specified, considering social, economic, functional urban and environmentally sustainable approaches, that is to say, it is intended to ensure the permanence of the resource for the next generations.

**KEYWORDS:** Water management, Sustainable development, Planning

## Capítulo I

### Gestión hídrica y ordenamiento territorial para el desarrollo sostenible

#### 1.1 Introducción

La gestión integral del recurso hídrico involucra en todas sus fases el aprovechamiento sostenible del agua para el mantenimiento de las fuentes a nivel mundial. Actualmente se realiza un aprovechamiento que no ha tomado en cuenta criterios de sostenibilidad a nivel nacional e internacional. En el Ecuador se ha establecido un plan de desarrollo denominado Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017), en donde se establece como objetivo incrementar el porcentaje de cobertura del abastecimiento de agua potable y alcantarillado. En función de lo mencionado es imprescindible la creación de programas y planes que permitan una gestión integral del recurso hídrico, con el fin de generar un desarrollo sostenible de la sociedad ecuatoriana, mismos que a largo plazo sirva de plataforma para otros proyectos que mejoren la calidad de vida de toda la población.

El presente trabajo se desarrolla en la parroquia urbana Cutuglagua del cantón Mejía, provincia de Pichincha. Esta parroquia se caracteriza por la presencia de varias vertientes de agua en su territorio, mismos que son puntos de captación de agua para abastecimiento de la población. En ella, la tasa de crecimiento de la población es de 16.18% aproximadamente, de acuerdo con el *Plan de ordenamiento territorial del cantón Mejía*, lo que involucra una mayor demanda de recursos, tanto a nivel territorial como hídrico.

En los barrios: Central, Alisuco y La Unión se ha observado en los últimos años una reducción de los caudales de captación, a la vez que se han dado asentamientos humanos no

planificados en posibles zonas de recarga de agua, lo que denota el incremento de la población. En función de lo especificado, el presente proyecto busca determinar la relación existente entre la reducción de caudales de captación y los asentamientos en posibles zonas de recarga de agua.

En este contexto, es necesario generar una propuesta de gestión del recurso hídrico de la vertiente “La Merced” que abastece a los barrios Central, Alisuco y La Unión, ubicados en la parroquia de Cutuglagua, cantón Mejía, con un periodo de análisis de 10 años para el desarrollo sostenible de la población. Esta propuesta de gestión tiene el fin de que el comité y la junta parroquial a cargo de los barrios involucrados en este estudio mantengan un sistema de desarrollo sostenible en dicha parroquia con un enfoque ambiental, social y territorial.

En el Ecuador, se ha declarado al agua como un sector estratégico a través del artículo 111 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (2010). Sin embargo, las normas existentes son vagas respecto a lineamientos técnicos que tienen que considerarse para el establecimiento del proceso de gestión integral del recurso hídrico, por lo que es necesario realizar estudios especializados en diferentes áreas del Ecuador que permitan entender de mejor manera cual es el funcionamiento de los diversos ecosistemas y las condiciones que se presentan; así como también, concienciar a la población respecto al uso del recurso para cubrir las necesidades actuales sin afectar las necesidades de poblaciones futuras.

En el caso de estudio de la parroquia Cutuglagua, específicamente en los barrios antes mencionados, se ha observado un decremento en el caudal que se presenta en la vertiente “La Merced” a lo largo de los años, lo que ha provocado cortes periódicos de este servicio a la población, generando incomodidad en la comunidad. La junta de agua a cargo de la vertiente La Merced, ha realizado una canalización del recurso hídrico para el tratamiento y posterior distribución del mismo, a la vez que busca nuevas vertientes en la zona para abastecer la demanda de la población, sin embargo, se observa que el caudal de agua de captación cada vez es menor.

Al mismo tiempo, se observa el crecimiento de la población y la presión que ejerce sobre el territorio, pues se ha iniciado un proceso de urbanización de zonas que antes contaban únicamente con vegetación. Estas zonas se pueden considerar como posibles zonas de recarga ya que se encuentran en la parte superior de todas las vertientes. Actualmente, el territorio de estas posibles zonas de recarga se destina para nuevos asentamientos humanos, que involucran también actividades agrícolas y ganaderas, así como quema de ciertos materiales residuales. Todas las actividades mencionadas anteriormente podrían ser causa de deterioro en la calidad del agua que se usa para el abastecimiento de la población.

A medida que se desciende de la zona de vertientes, se puede observar que la población actualmente abastecida también tiene como principal actividad económica la agricultura y ganadería, de manera que para mantener el desarrollo de dichas actividades son recursos indispensables el agua y el suelo.

A lo largo del presente proyecto se busca dar respuesta a la siguiente inquietud: ¿Cómo se expresa la gestión del agua en la vertiente “La Merced” para el desarrollo sostenible de la población? De manera que es necesario especificar conceptos básicos que involucra la gestión del recurso hídrico y la relación que existe con el desarrollo de la comunidad, así también con la dimensión territorial de los barrios analizados dentro de la parroquia Cutuglagua.

A nivel nacional, nace el concepto de manejo de cuenca en el año 1995 aproximadamente, con una visión de planificación vertical y posteriormente es cambiada a un proceso participativo y que involucra varios sectores. La implementación del manejo de cuencas en su inicio busca integrar varios componentes como conservación de suelos, asociación de cultivos, pastos y animales, riego parcelario, agroforestación, etc. Con el propósito de cambiar la actitud de los campesinos y manejar el recurso de manera que permita mayores ingresos y un aprovechamiento sustentablemente ecológico (Informe sobre la situación del manejo de cuencas en zona de montaña de la REDLACH-FAO, 2002).

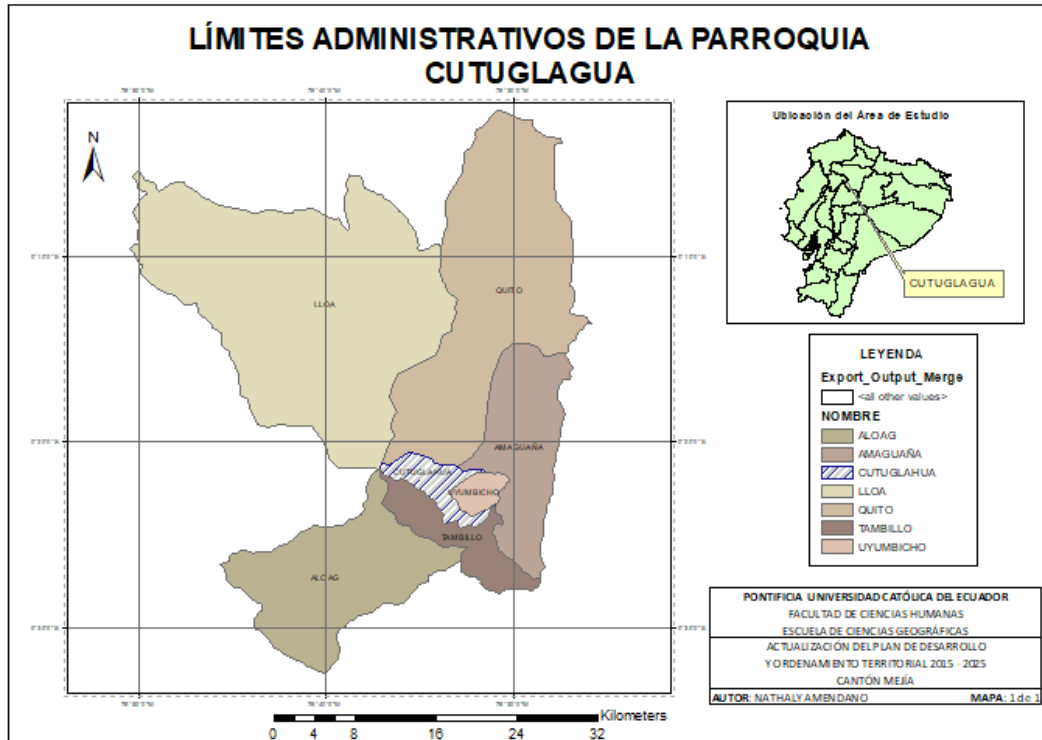
En los últimos años se han realizado cambios considerables en el marco institucional y legislativo respecto al manejo del recurso hídrico. Actualmente las instituciones buscan integrar

toda la información respecto a los recursos hídrico, y con ese fin se realiza un análisis a nivel nacional por: cuenca, subcuenca y microcuenca. Esto se evidencia a través del artículo 8 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua en donde se especifica que “... *se entiende por cuenca hidrográfica la unidad territorial delimitada por la línea divisorita de aguas que drenan una superficie hacia un cauce común, incluyendo en este espacio poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, protección y zonas productivas*”, además en este mismo cuerpo legal, artículo 35, se determina a la cuenca hidrográfica como la unidad de planificación y gestión integrada de los recursos hídricos.

En función de lo descrito, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI), ha realizado una división territorial en “cuencas hidrográficas” que permiten entender de forma general la composición del medio en el cual se presentan vertientes y aguas subterráneas. Sin embargo, en el diagnóstico estadístico del agua en el Ecuador realizado por la CEPAL, determina que es una dificultad considerable la falta de información hidrometeorológica y de estadística del agua en general, así como tampoco se consideran aspectos como el incremento de la población, el crecimiento de los asentamientos humanos, las actividades económicas que se realizan en el sector, la incidencia de fenómenos externos, conciencia y participación de la ciudadanía respecto al uso del agua, entre otros.

El recurso hídrico es un ente en el que convergen y se evidencian los problemas de organización territorial, así como, organización político-administrativa. La vertiente la Merced, ha sido aprovechada hace aproximadamente diez años, en esta zona se localizan tres puntos de captación, en cada uno la forma de captación es diferente, de acuerdo con datos generados por el GAD de la parroquia Cutuglagua. A continuación, se presenta un mapa de la parroquia Cutuglagua y sus límites con otras parroquias.

Figura No. 1 Mapa de la parroquia Cutuglagua



Fuente: GAD Mejía, 2016

En la figura No. 1 se observa el mapa de la parroquia Cutuglagua, así como sus parroquias limítrofes. Sin embargo, los recursos presentes en la zona no distinguen dichos límites, de forma que la gestión hídrica es un eje que debe ser considerado en la toma de decisiones respecto a la planificación territorial, organización social, desarrollo y economía de una población. De acuerdo con lo especificado la gestión integral del recurso hídrico considera el desarrollo sostenible a partir del siguiente planteamiento: “El desarrollo económico a la larga no puede ignorar los límites impuestos por la limitación de los recursos, sino que debe adaptarse a ellos. Para la elaboración de esta teoría se toman en cuenta siete diferentes contribuciones teóricas que buscan interpretar los procesos de cambio y desarrollo: 1. Teoría de la modernización 2. Teoría de la dependencia, 3. Modelo de la planificación centralizada, 4. Modelo neoliberal, 5. Modelo de la Economía privada dirigida por el Estado, 6. Concepto de condicionamiento cultural del desarrollo” (Thiel, 2001).

En función de lo descrito anteriormente la gestión integrada del recurso hídrico es un proceso sistemático que se utiliza en el presente trabajo para evidenciar el desarrollo sostenible de la población, en el contexto de objetivos sociales, económicos y ambientales.

En el Ecuador, se ha llevado a cabo un proceso de descentralización de funciones (obligaciones y derechos) en las instituciones públicas durante los últimos diez años. Esto involucra, la delegación de responsabilidad respecto al uso y aprovechamiento del agua que se encuentra establecido en los cuerpos legales correspondientes. De manera que los gobiernos autónomos descentralizados están a cargo de la coordinación y acuerdos previos en cuanto al uso y aprovechamiento del agua, buscando la resolución de conflictos, evitando el desperdicio del recurso y el uso de sistemas no sostenibles en función de lo especificado por la Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico.

A nivel mundial, la gestión del recurso hídrico toma relevancia por la crisis respecto a la gobernabilidad de este recurso, la obligación del gobierno de garantizar el abastecimiento del recurso a la población, las tasas de reducción de disponibilidad del agua para la producción de alimentos y consumo directo de la población, así como la necesidad de proteger ecosistemas vitales, de acuerdo con el diagnóstico realizado por la Organización Mundial de Naciones Unidas (2009). En 1992, se realiza una reunión en Dublín, en la misma se establecen como principios de la gestión hídrica los siguientes: a) el agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente; b) el desarrollo y gestión del recurso hídrico debe fundamentarse en una propuesta participativa, involucrando a usuarios, planificadores y tomadores de decisiones de todo nivel; c) las mujeres tienen un papel central en la provisión, gestión y salvaguardia del agua y d) el agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos. Debe ser reconocida como un bien económico y además como un bien social (ONU, 2009).

De acuerdo con lo antes expuesto, el objetivo general del presente trabajo es elaborar una propuesta de gestión del recurso hídrico de la vertiente “La Merced” ubicada en la parroquia Cutuglagua, cantón Mejía que abastece a los barrios: Alisuco, Barrio Central y la Unión. Para este fin se han establecido como objetivos específicos los siguientes: a) determinar las características climatológicas que influyen en los caudales mínimos en función de la

precipitación sobre el área analizada para el aprovechamiento de agua con el fin de abastecer a la población; b) identificar las principales causas de reducción de caudales en la vertiente “La Merced” de la parroquia de Cutuglagua y c) proponer líneas de acción que permitan un aprovechamiento sostenible del agua de la vertiente “La Merced” considerando condiciones socio – económicas de la población beneficiaria.

La elaboración del presente trabajo se justifica mediante tres puntos principales: a) La responsabilidad del estado de acuerdo al artículo 411 de la Constitución de la República del Ecuador (2008), en donde se especifica que “el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua”.

La ubicación de la parroquia Cutuglagua en la región interandina del Ecuador, da lugar a la presencia de varias vertientes de agua en el territorio de dicha parroquia. Estas fuentes de agua han sido utilizadas como puntos de abastecimiento para la población. Sin embargo, en los últimos años se ha observado un decremento en la cantidad de volumen captado desde las vertientes de “La Merced”, lo que ha generado un desabastecimiento de la población respecto a este recurso o eventuales cortes del mismo para abastecer a todos los habitantes. La captación del recurso hídrico que se realiza actualmente no ha considerado estudios de diagnóstico previos ni posibles zonas de recarga del agua que se obtiene de la vertiente de manera que tampoco se han establecido lineamiento de gestión y cuidado apropiados para la conservación y aprovechamiento de este recurso.

El Ecuador es un estado miembro de las Naciones Unidas, de manera que en el 2016 se suscribe al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible establecidos en la Agenda 2030. Entre los objetivos de la Agenda 2030 se encuentra el número seis: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”. En función de lo expuesto cada una de las instituciones públicas está llamada a llevar a cabo el cumplimiento de

los objetivos de acuerdo con sus asignaciones, con el fin de reducir la desigualdad en el territorio. De forma que el GAD Cutuglagua está priorizando el desarrollo sostenible en su territorio es decir cuidando tres aspectos fundamentales: economía, ambiente y sociedad; y, la realización de este proyecto coadyuva al cumplimiento de dichos objetivos a nivel de la vertiente del presente estudio, cuyo ejemplo podría ser replicado en el resto de barrios de la misma parroquia.

c) En la Constitución de la República del Ecuador (2008) se establece en el artículo 66, literal 27, como derecho de la población el vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como el artículo 85, numeral 3 se determina que el Estado garantizará el acceso de la población a los servicios públicos que permitan alcanzar el buen vivir. Según lo descrito el enfoque social toma relevancia en la gestión de los recursos naturales, como es en este caso el agua. De manera que la gestión que se propone en el presente proyecto busca reducir las brechas de desigualdad presentes en los barrios analizados, a través de la determinación de posibles zonas de recarga en la parroquia que asegure la conservación de las fuentes del recurso hídrico, y plantea una gestión del recurso hídrico que permita el abastecimiento permanente de agua para la población de la parroquia Cutuglagua del cantón Mejía, en post del desarrollo sostenible.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Elaborar una propuesta de gestión del agua de la vertiente “La Merced” ubicada en la parroquia Cutuglagua, cantón Mejía.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar las características climatológicas que influyen en los caudales mínimos en función de la precipitación sobre el área analizada para el aprovechamiento de agua con el fin de abastecer a la población.
- Identificar las principales causas de reducción de caudales en la vertiente “La Merced” de la parroquia de Cutuglagua.

- Analizar y proponer líneas de acción que permitan un aprovechamiento sostenible del agua de la vertiente “La Merced” considerando condiciones socio – económicas de la población beneficiaria.

### **1.3 Metodología y técnicas**

El presente proyecto de investigación teórica – práctica se desarrolla en dos etapas claramente delimitadas: la primera enfocada a la revisión teórica y la segunda encaminada a la obtención de datos en campo, cada una de estas etapas cuenta con las técnicas respectivas para su desarrollo.

El orden de las actividades a realizarse se establecerá en función de las necesidades que se presenten a medida que se desarrolle el proyecto, de forma que la descripción de las técnicas utilizadas que se presenta a continuación no representa el orden estricto de realización.

#### **1.3.1 Metodología bibliográfica**

La obtención de información bibliográfica se realizó a través de consultas en libros físicos, así como información en línea y revistas. La información fue procesada a través de técnicas como el subrayado, a través de la cual se determinaron ideas principales a ser utilizadas en el desarrollo del presente proyecto, posteriormente se realizó un análisis de la información y finalmente una síntesis para la presentación en este documento.

El monitoreo se enfoca principalmente, en el nivel de infiltración de la zona de estudio, así como también el análisis de monitoreos ya existentes respecto a la calidad del agua cruda captada para tratamiento y distribución. Los datos de infiltración se determinan en función de la composición geológica de la zona de estudio.

#### **1.3.2 Metodología de campo**

La determinación de información de campo se realizó a través de varias técnicas de investigación, la información necesaria se recolectará principalmente a través de las técnicas que se detallan a continuación:

- Observación: Esta técnica permite determinar procesos implementados en el sistema de captación de agua, así como realizar una descripción general de la realidad actual de la zona de estudio.
- Entrevista: Las preguntas respecto al funcionamiento del proceso de captación se direcciona a las autoridades encargadas de la gestión y a los técnicos encargados del manejo y monitoreo de los subprocesos involucrados en la captación de agua cruda. Así como a las personas encargadas del manejo del agua en el área de estudio.
- Georeferenciación: Se creará una base de datos de la ubicación de vertientes aprovechadas para la captación de agua, así como de los asentamientos humanos existentes en la zona de estudio con el fin de contrastar los datos y determinar posibles afectaciones al recurso hídrico, así como a las posibles zonas de recarga de agua.

Finalmente se puede representar en mapas la información obtenida a lo largo de las visitas, usando también información geográfica ya existente de los sitios web del gobierno como el Sistema Nacional de Información y SIGTierras del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

Las variables que están inmersas en la presente investigación son de índole ambiental, socio - ambiental y social, con el fin de entender de mejor manera el comportamiento del clima y la población en esta zona. Adicionalmente para cada variable se establece un indicador que permitirá interpretar de forma cuantitativa el estado de las variables analizadas. Se realizó un cuadro que relaciona las variables con el indicador de cuantificación que se presenta a continuación:

**Tabla No. 1 Variables e indicadores de investigación**

<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>
Climatológicas	Precipitación (mm)
Uso del suelo	Área de uso y ocupación del suelo (m <sup>2</sup> )
Formación geológica	Composición del suelo (Tipo de roca)
Crecimiento poblacional	Habitantes (Número de personas)
Caudal	m <sup>3</sup> de agua por segundo

Elaborado por: Amendaño N., 2017

Como se puede observar en el cuadro presentado anteriormente, las variables ambientales son: climatológicas, formación geológica y caudal captado desde la vertiente; las variables socio – ambiental enfocada al uso del territorio y la variable social enfocada principalmente al crecimiento de la población y las actividades que desarrolla la misma dentro del territorio analizado.

Respecto a las teorías utilizadas en el desarrollo del presente proyecto de investigación, en el capítulo I se realiza una descripción detallada de las teorías alrededor de las cuales gira la descripción del proyecto, así como la elaboración de la propuesta de gestión de recursos hídricos.

## Capítulo II

### Agua, ordenamiento territorial y desarrollo sostenible

#### 2.1 Teoría de la gestión integral del recurso hídrico

La Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIHR) nace como una respuesta a la crisis que se vive en el mundo respecto al manejo de este recurso, esta preocupación no se ha presentado recientemente, sino que ha sido una constante a lo largo de los años a nivel nacional e internacional. La GIRH se inicia como un concepto empírico con base en la experiencia dada por el ejercicio profesional. Sin embargo, solamente después de la Agenda 21 y de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en 1992, es que el concepto de GIRH fue debatido a profundidad. Finalmente, tiene una mayor aceptación a nivel mundial el concepto de GIRH dado por la Asociación Mundial para el Agua: “La GIRH es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” (PNUMA-DHI Centro para el Agua y Medio Ambiente, 2017)

Organizaciones internacionales como la Organización de Naciones Unidas (ONU) y la Corporación Andina de Fomento (CAF) han realizado varias publicaciones entorno al manejo del recurso, principalmente enfocados a América Latina y el Caribe. Existen varias teorías en cuanto al manejo del recurso hídrico. En este acápite se citan varias teorías alrededor de las cuales se desarrollará la presente investigación.

La ONU describe el recurso hídrico como un aspecto determinante para el desarrollo económico y social de la población, a la vez que establece que este recurso debería ser estudiado

en el contexto del ecosistema en el que se encuentra pues se considera también esencial para el desarrollo y mantenimiento de otros recursos. Además, considera que el sector privado y gubernamental tienen un papel protagónico en la gestión del recurso hídrico, cuando se encuentran a la cabeza del sistema de GIRH, pues son encargados de tomar decisiones en cuanto a la dotación del recurso, cobro y establecimiento de tasas por el uso y aprovechamiento del agua, así como también enfrentan una realidad problemática en cuanto al uso del recurso, pues la tendencia en el crecimiento demográfico hace que se incremente la demanda del recurso con el paso del tiempo mientras que la producción del mismo disminuye si no se realiza un aprovechamiento adecuado de las fuentes.

En consecuencia, la ONU recomienda realizar un enfoque holístico para la gestión integrada del recurso hídrico en post de una gestión y desarrollo equitativo, eficiente y sostenible, partiendo de que el recurso agua cada vez es más limitado y la demanda crece con el tiempo. De manera que la gestión integral del recurso hídrico puede considerarse como un proceso sistemático que se representa en el siguiente diagrama (Organización de las Naciones Unidas, 2017):

**Figura No. 2 Mapa conceptual de la GIRH de acuerdo con la ONU**



**Fuente:** ONU, 2015, *Decenio Internacional para la Acción “El agua fuente de vida 2005-2015”*, Recuperado de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>

Además, existen publicaciones realizadas por la Corporación Andina de Fomento (CAF), en donde se realiza una GIRH en función de factores climáticos ambientales que podrían ocasionar cambios en el recurso en cuanto a características físicas y bióticas. También se da un especial énfasis a los actores sociales inversos en la GIRH procurando una participación que involucre saberes preexistentes en cuanto al recurso hídrico, así como también busca crear una estructura conjunta que permita un aprovechamiento sostenible del recurso. Un punto relevante dentro de la gestión propuesta por esta entidad es la consideración del cambio climático dentro de la gestión y por lo tanto la creación de líneas de acción para adaptarse a las nuevas condiciones creadas por este fenómeno que se presenta a nivel mundial (Olmos, y otros, 2017).

Existen otras propuestas generadas desde organizaciones privadas, en el caso de Ecuador, el Consorcio Camaren ha generado una propuesta que recopila la visión de varios autores en cuando a la gestión integral del recurso hídrico. En la publicación realizada por Hidalgo F., Isch E., Pazmiño D., Terán J., Warner J. y Zapatta A. (2009) se establece que el agua no puede ser estudiada por sí sola, sino que debe ser analizada en su entorno, y partiendo de las implicaciones que el uso y aprovechamiento de este recurso tiene en cuanto a cultura, política, sociedad, economía y calidad ambiental. Desde una visión más amplia se puede decir que: “A nivel internacional nace el ideal de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) a partir de varios compromisos internacionales que buscan un desarrollo más sustentable, equitativo y eficiente (Warner, 2005: 3). La GIRH significa buscar un equilibrio entre consideraciones de eficiencia, equidad y sostenibilidad en el complejo y dinámico ámbito de la gestión del agua y requiere, por ende, el criterio de diferentes grupos de actores en diálogo... (Warner, 2005)” (Consorcio CAMAREN, 2009).

En base a las teorías expuestas anteriormente el presente proyecto considera la gestión integral del recurso hídrico como un sistema en el que se involucran actores sociales con el fin de entender el comportamiento de la demanda en función del incremento de la población, así también se debe considerar factores ambientales para determinar y pronosticar el estado del recurso en su ecosistema de acuerdo al paso del tiempo. Y, a partir de este análisis establecer una propuesta de uso y aprovechamiento eficiente, equitativo y sostenible del recurso hídrico.

### 2.1.1 Cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica

Existen varias definiciones respecto a cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica. En el presente proyecto se optará por las definiciones dadas por Carabias y Landa (2005) quienes determinan que la cuenca hidrográfica hace referencia a la definición geográfica de la misma, es el contorno o límite de la misma que drena agua en un punto en común considerando principalmente aguas superficiales, mientras que la cuenca hidrológica es una definición más integral que entiende a la cuenca como una unidad para la gestión que se realiza dentro de la cuenca hidrográfica e involucra características hidrogeológicas del área de estudio (Ordoñez, J., 2011).

Los límites de una cuenca hidrográfica se determinan a través de una línea divisoria de aguas “divortium aquarum” (Jiménez, 2000), esta línea pasa por la parte más alta de las montañas y colinas, de esta manera determina la zona que concentra el agua hacia un río principal por escorrentía en el caso del agua superficial y por flujo subsuperficial en el caso de aguas subterráneas (Biblioteca Agroecología FUNDESYRAM, 2017).

**Figura No. 3 Línea divisoria de aguas en una cuenca**



Fuente: MAG, Care, FORGAES, UE, (2015). *Manual de manejo de cuencas*. (Figura).

Recuperado de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3678>

### 2.1.2 Clasificación de las cuencas hidrográficas

De acuerdo con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, la clasificación de la cuenca varía en función del criterio que se utiliza. A continuación, se describen los criterios establecidos para la clasificación de cuencas:

- a) Por el sistema de drenaje y su condición final: las cuencas pueden clasificarse en arréica (el agua de la cuenca no es drenada, sino que se pierde por evaporación o infiltración), exorreicas (sus aguas son conducidas a un sistema de drenaje mayor), criptorréicas (se presentan con mayor frecuencia en zonas kársticas en donde el flujo predominante es subterráneo y no es organizado en superficie) y endorréicas (las aguas de esta cuenca drenan a un embalse y no llegan al mar).
- b) Por su balance hídrico: las cuencas se clasifican en cuencas balanceadas (cuando la cantidad de agua que se demanda es equiparable a la cantidad de agua que oferta la cuenca), deficitarias (se presenta cuando la demanda del recurso hídrico es mayor que la oferta del mismo en la cuenca) y con exceso (se clasifican así cuando la demanda de agua no supera a la oferta por parte de la cuenca).
- c) Por el grado de concentración de la red de drenaje: se clasifican en subcuenca (el curso hídrico que drena el área de la subcuenca se dirige al drenaje principal de la cuenca) y microcuenca (el área de la microcuenca drena a través de un cauce que se dirige al cauce principal de la subcuenca).
- d) Por la superficie de la cuenca: de acuerdo al área que presente la cuenca puede clasificarse en microcuenca (10 – 500 Km<sup>2</sup>), subcuenca (500 - 2000 Km<sup>2</sup>) y cuenca (Más de 2000 Km<sup>2</sup>).

Existen otros criterios de clasificación de cuencas en función del número de orden de drenaje, pendiente del territorio delimitado para la cuenca, condiciones naturales, entre otros. Depende de los objetivos que busque la investigación el criterio de clasificación que se utilice en cuanto a cuencas (Jiménez, 2000).

### 2.1.3 La cuenca hidrográfica como unidad de planificación

De acuerdo con lo descrito por Jiménez (2007), el manejo de cuencas hidrográficas es la coalición de acciones para usar, gestionar, restablecer y conservar los recursos naturales existentes en las cuencas hidrográficas. El manejo de cuencas debe tener enfoques sistémicos, socioambiental, integral y del agua como recurso integrador de la cuenca. De forma que esta teoría promueve la sostenibilidad ecológica, social y económica en el sistema territorial considerando el riesgo de ocurrencia de desastres, especialmente de origen hidrometeorológico.

El plan de manejo de una cuenca hidrográfica se realiza en función de varios factores claves como, por ejemplo: los recursos estratégicos que integran la cuenca y las diversas actividades dependientes de los mismos para la productividad, área de influencia física y económica dentro de la cuenca, sistemas de producción utilizados, usuarios y su comportamiento respecto al recurso, organización social, capacidad de autogestión y rentabilidad social y económica (Jiménez, 2000).

El manejo de cuencas hidrográficas en el Ecuador se realiza a través de treinta y un sistemas hidrográficos determinados por la SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua).

### 2.1.4 Gestión de cuencas hidrográficas

La elaboración de un plan de manejo de las cuencas hidrográficas permite gestionar el territorio sobre el cual se ubica la cuenca, así como los recursos que en ella se encuentran. De acuerdo con la CEPAL (1992), el objetivo del manejo de cuencas es proteger y conservar todos los recursos que se encuentran en esta delimitación territorial para así, garantizar la existencia de los habitantes y mantener una producción sostenida en el tiempo es decir un desarrollo sostenible.

La gestión se puede considerar como un proceso de inserción de actividades en una cuenca; dicho proceso permite materializar la planificación deseada y cubrir las necesidades de manejo existentes en el área. Entre las necesidades del manejo se considera el aspecto

financiero, adquisición de materiales, insumos, recurso humano, etc. Adicionalmente, se establece como un objetivo de la gestión a nivel rural el fortalecimiento de las organizaciones y el apoyo institucional, a través de los cuales se materializará la gestión de la cuenca. La visión integral de la gestión de cuencas conlleva dos decisiones principales: una decisión orientada a aprovechar los recursos naturales existentes en la cuenca para fines de mejoramiento social y crecimiento económico, y otra decisión orientada a manejar los recursos con una visión de desarrollo sostenible (Faustino 2006).

La gestión de cuencas se enfoca en el direccionamiento y operación de variables indirectas que permitirán llevar a cabo los resultados de la planificación (Faustino, 2006a). A través de la gestión de cuencas se realizan planes, programas y proyectos de planificación, así como también se puede desarrollar ofertas tecnológicas enfocadas al desarrollo sostenible. Como resultado colateral de estas acciones, en la zona de planificación se fortalece la institucionalidad para la gestión integral de las unidades de planificación y desarrollo (Zury 2004).

La gestión de cuencas es un trabajo que se realiza de forma conjunta entre todos los usuarios de la cuenca: sector estatal, sector privado, productores, consumidores, grupos organizados e instituciones nacionales e internacionales. Todos los usuarios unen esfuerzos con el fin de manejar responsablemente los recursos y colaborar a la gestión a través de experiencias y conocimientos individuales. Las acciones mencionadas tienen el objetivo de desarrollar procesos que provoquen impactos favorables y desarrollo sostenible en el tiempo respecto al manejo de los recursos naturales y el ambiente en las cuencas hidrográficas (Jiménez et al. 2007).

El proceso de gestión de cuencas utiliza estrategias en función de la aptitud de la cuenca, entre las estrategias más utilizadas en términos generales se pueden mencionar las siguientes: participación ciudadana, educación ambiental y organización descentralizada.

## **2.2 Teoría de planificación territorial**

A lo largo de la historia la planificación territorial cuenta con una larga trayectoria, pero se establece una teoría a cerca de la misma recientemente. Según Friedman (1987, p. 21) el

ejercicio de la planificación en el sentido actual comienza al principio del siglo XX. Sin embargo, es en los años cincuenta en donde comienza su desarrollo basada en una teoría y metodología específica (Fernández de Cordova, 2014).

La teoría de la planificación territorial se ha desarrollado a lo largo de la historia alrededor de varias teorías. Mismas que se complementan para la elaboración del presente proyecto. Entre las teorías más conocidas a nivel internacional se encuentran:

- De acuerdo con Faludi (1973a, pp. 5-7) “En la teoría de la planificación se hizo bien pronto la distinción entre una teoría procedimental que trata del proceso de la planificación y una teoría sustantiva que se refiere al fenómeno con el que la planificación está tratando” y,
- Healey (1997, p. 9) considera que la base del proyecto planificador está compuesta por el conocimiento científico y la racionalidad instrumental, siendo el primero el que determina las bases para identificar problemas y predecir las posibilidades futuras, mientras que el segundo genera la relación de los fines con los medios de una manera lógica y sistemática.

La planificación involucra también un proceso de toma de decisiones sobre el desarrollo físico en el territorio de manera que se considera a sí misma como una actividad pública. Una vez que se ha definido a la planificación como una ciencia, el producto de su aplicación es una decisión generada a partir de un método riguroso y un objetivo. Sin embargo, la planificación territorial no puede generar un plan que se enfoque únicamente en el futuro objetivo sin entender las condiciones actuales y las situaciones cambiantes que modifican el escenario actual, así mismo el plan debe considerar las políticas que rigen en el territorio para poder expresarlas de forma física en el mismo. Finalmente, se concibe el plan no solamente como un diseño morfológico sino también como un método para el control del uso del suelo (Fernández de Cordova, 2014).

A medida que el desarrollo urbano e industrial se incrementa en una ciudad es más necesaria la intervención pública a través de medidas legislativas para el control del desarrollo urbanístico de la ciudad. (Fernández de Cordova, 2014). De manera que la planificación se

concibe también como “una ciencia, un arte y una acción política preocupada por la forma y dirección del crecimiento físico y ordenación de las ciudades en armonía con sus necesidades sociales y económicas” (Adams, 1932, p. 21). En esta teoría se crea un mayor vínculo de la planificación con la arquitectura, en función de la especificación que realiza a cerca de la forma y dirección del crecimiento físico de la ciudad.

La teoría de planificación ha recibido varias críticas a lo largo de la historia, desde el planteamiento marxista se considera que las actividades de planificación tienen como fin, entre otros, crear condiciones de un crecimiento equilibrado, manteniendo el proceso de acumulación no problemático en los puntos de concentración habituales de la riqueza, reprimiendo las luchas fraccionales y el conflicto civil de forma que se armonicen las demandas de la clase enfrentada a la clase capitalista. Para Castells (1976, p. 310) “la intervención de lo político sobre la articulación específica de las diferentes instancias de una formación social... con el fin de asegurar la reproducción ampliada del sistema; de regular las contradicciones no antagónicas; de reprimir las contradicciones antagónicas, asegurando, de esta forma, los intereses de la clase social dominante y la reproducción estructural del modo de producción dominante”.

Desde el planteamiento neoliberal, se considera a la planificación como interferencia a la libertad económica, también reduce la libertad de manera que los individuos ya no pueden decidir libremente y adicionalmente se produce una redistribución de rentas de forma centralizada de forma sectorizada, pretendiendo de esta manera llegar al concepto de justicia social. Por otro lado, de acuerdo con Hayek, se propone que la planificación sería eficaz únicamente dejando por fuera la política y permitiendo que el proceso de planificación esté a cargo de expertos en este campo, funcionarios y organismos autónomos; en línea con lo especificado por Hayek un plan debe considerarse como un todo que es producto de la unión de partes que se ajustan cuidadosamente entre sí, por lo tanto no podría obtenerse de opiniones contrapuestas sino de un análisis técnico especializado (Castells, pp. 97-98)

Para estudiar la planificación deliberativa del territorio como la interacción y acción comunicativa se estudian dos corrientes principales: la planificación defensiva y la planificación transactiva. La planificación defensiva representa una actitud contraria a una de las premisas de

la planificación racional, que es: “el método siempre conduce a la mejor decisión”, de forma que la decisión se define como el resultado de la operación técnico – científica, en la cual no intervienen valores. Por otro lado, se puede considerar que “... los valores son elementos ineludibles de cualquier proceso de toma de decisión racional” (Ibíd., p. 279). Mientras que la planificación transactiva, según Friedmann se puede definir como un estilo de planificación en una mesa redonda en donde interviene criterios de expertos y de la ciudadanía, con el fin de determinar problemas y soluciones en conjunto. De esta manera se genera una participación proactiva y solidaridad colectiva por parte de la población, es decir la base de este proceso es un aprendizaje social, para lo cual el proceso de planificación debería ser democrático y abierto, contando con un planificador experto también en gestionar las relaciones interpersonales. Como se puede observar en este último enunciado la toma de decisiones ya no tiene como única base el conocimiento, sino que la interacción es la nueva alternativa metodológica (Fernández de Cordova, 2014).

Actualmente, existen varias teorías a cerca de la ciudad justa, por ejemplo, Ibíd establece que el modelo de ciudad justa debe considerar la equidad distributiva y la distribución justa con el mismo nivel de importancia, considerando que este enfoque acepta estructuras y leyes establecidas por instituciones existentes. La posición de Fainstein (2013, p. 17) es “... alcanzar la reforma a través de procesos político – económicos existentes más que contemplando la gran justicia como incompatible con el capitalismo”. De acuerdo con este mismo autor, la planificación puede ser considerada como una condición que se necesita para alcanzar los valores urbanos, mismos que no pueden resultar de los intereses del mercado (Fernández de Cordova, 2014). En consecuencia, se plantean principios básicos para la planificación de la ciudad justa como: equidad, diversidad y democracia (Fernández de Cordova, 2014).

La planificación no es una teoría claramente definida, lo que se ha llamado “la miseria de la teoría de planificación” por Palermo. Sin embargo, la teoría de planificación colaboradora y comunicativa es actualmente el paradigma dominante, y dadas las condiciones actuales, es necesario un mayor acercamiento a la planificación práctica como ejercicio de gobierno y teniendo en cuenta una vinculación necesaria entre los procedimientos (contenidos) de las

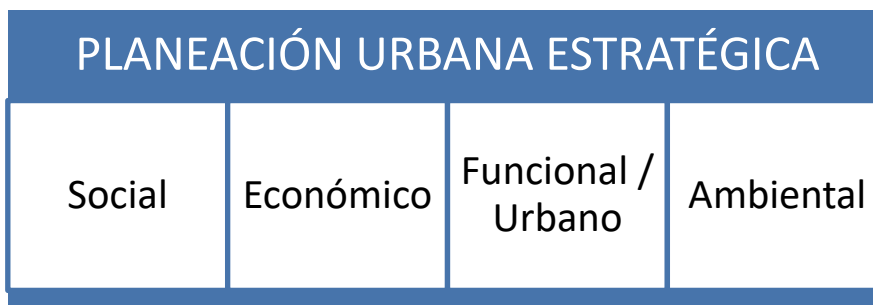
diferentes teorías y todos los usuarios inversos en el territorio a planifica con el fin de lograr el desarrollo sostenible en la población (Fernández de Cordova, 2014).

### 2.2.1 Planeación urbana estratégica

La planificación urbana estratégica en nuestro medio está sometida a una aprobación de representantes de la sociedad, que se encuentra claramente fragmentada y polarizada. De manera que los representantes nunca convergen en una decisión. Esto afecta también a la elaboración de los planes urbanos ya que estos solamente deberían tener modificaciones en el tiempo en función de las condiciones cambiantes en la población, sin embargo, en nuestra sociedad se opta por elaborar de cero un plan de acuerdo con la periodicidad establecida por la ley; dejando de lado un papel de respuesta a demandas sociales y acciones que construyen un futuro sino que opta por un papel que básicamente determina el uso del suelo para nuevas construcciones (Bazant Sánchez, 2014).

La planificación estratégica busca regular el crecimiento y desarrollo del espacio físico enfocándose sobre aspectos que son vitales para el desarrollo urbano de la ciudad, de manera que sea armónico y brinde la mayor cantidad de beneficios posibles a sus habitantes, tiene como eje fundamental una sociedad informada y participativa es decir tiene una sociedad igualitaria y un gobierno democrático que la representa. Los objetivos de la planeación urbana estratégica se representan a continuación:

**Figura No. 4 Aspectos considerados en la planeación urbana estratégica**



Fuente: Planificación urbana estratégica, 2014 (Bazant Sánchez, 2014)

Desde el punto de vista social la desigualdad existente en la sociedad se hace evidente en el territorio a través de asentamientos humanos irregulares, en lugares en donde el acceso a servicios básicos es limitado y se ubican a grandes distancias de los centros de desarrollo; además, la ubicación de dichos asentamientos a la vez imposibilita al gobierno para cubrir con agilidad las necesidades de dichos asentamientos pues también son dispersos y de baja densidad. En la planificación estratégica siempre se optará por decisiones que beneficien a la mayoría de la población (Bazant Sánchez, 2014).

En cuanto a lo económico, la planificación urbana estratégica, procura generar beneficios indirectos comunes para toda población con el fin de que tengan buenas condiciones de vida, entre estos se puede mencionar: agua potable, transporte público y ornato, entre otros. La planificación en este aspecto económico debe considerar el cambio que se genera en el territorio en función del tiempo (uso del suelo y densidad) y el funcionamiento de sus sistemas (cambio a mayores densidades). El plan urbano se conserva apegado a la realidad y tiene como objetivo distribuir la riqueza a través de inversiones públicas como dotación de servicios e infraestructura y espacios urbanos (Bazant Sánchez, 2014).

Respecto al aspecto funcional urbano, la planificación urbana estratégica tiene como objetivo proporcionar a la ciudadanía relativa eficiencia para su desplazamiento es decir se preocupa de la creación de sistemas de flujos interconectados, a través del cual la población pueda realizar un uso indistinto y llegar a los lugares que le interesen. Un sistema apropiado de movilización permitirá un crecimiento social y económico de la ciudad (Bazant Sánchez, 2014).

El aspecto ambiental es de gran importancia en la planificación urbana estratégica. En parroquias pequeñas, como es el caso de estudio del presente proyectos, se puede observar que campo tiene gran presencia urbana, es decir el entorno natural está siendo desplazado por actividades de la comunidad. La naturaleza presenta diferentes ciclos para su recuperación, sin embargo, existe un ciclo de especial importancia para los asentamientos humanos: es el ciclo hidrológico, a través del cual se regenera el agua, recurso indispensable para la vida. Es necesario que los nuevos asentamientos humanos tengan como estrategia una clara connotación de sustentabilidad ambiental, esto se logra a través de la implementación de proyectos de

depuración de aguas de forma individual para la comunidad, así como es necesario proporcionar herramientas técnicas que permitan a la población un mejor aprovechamiento y uso de los recursos (Bazant Sánchez, 2014).

La metodología que sigue la planeación urbana estratégica considera los siguientes puntos: antecedentes de la situación actual o fase descriptiva, diagnóstico o evaluación en los cuatro subsistemas antes mencionados, formulación de escenarios tanto tendencial como objetivo, plan urbano estratégico en donde se considere la identificación de proyectos como: reestructuración urbana (continuidad de las principales arterias primarias para que integren un sistema funcional de servicios), sistemas de movilidad urbana (plantear sistemas de transporte que beneficien a todos los estratos de la población), medio ambiente (preservar zonas de recarga de acuíferos), conservar el patrimonio histórico e identificar zonas de oportunidad dentro de la ciudad en donde se pueda generar empleo y bienes para mejorar la imagen de la parroquia (en este caso); formulación de estrategias de instrumentación (institucional educativa, instituciones de gobierno y participación de la comunidad) y finalmente realizar la difusión de los resultados de la planeación (Bazant Sánchez, 2014).

### 2.2.2 Sistema territorial

Para hacer una descripción del sistema territorial se utiliza como base conceptual la teoría de Gómez Orea respecto al ordenamiento territorial, la cual afirma que: “El sistema territorial se forma mediante las actividades que la población practica sobre el medio físico y de las interacciones entre ellas a través de los canales que proporcionan funcionalidad al sistema” (Gómez Orea, 2008). En función de lo descrito anteriormente, a continuación, se presentan los cuatro componentes principales del sistema territorial.

**Figura No. 5 Componentes del sistema territorial**



Fuente: Domingo Gómez Orea, 2008

Los componentes del sistema territorial convergen de forma ordenada y coherente con el fin de mantener un sistema territorial funcional. Respecto al medio físico, este se entiende como los elementos y procesos presentes en el momento de la evaluación del territorio y el lugar en donde se desarrollan las actividades y costumbre de la población, restringidas por la distribución de los asentamientos humanos y los vínculos existentes entre ellas. Además, es necesario considerar la organización político administrativa vigente en el territorio, así como también se debe considerar el marco legal e institucional que permite mantener el orden en el desarrollo de las actividades humanas (Gómez Orea, 2008).

El sistema territorial puede caracterizarse como un sistema homogéneo (formal) cuando los criterios temáticos como uso del suelo, hábitat de una especie, el espacio en el que se manifiesta la identidad de una comunidad, demuestran ser similares o integrales a lo largo de todo el territorio analizado. El sistema territorial podría ser considerado como funcional cuando se hace referencia a las interacciones son fluidas entre lugares polarizados por puntos de mayor desarrollo. Además, el sistema territorial puede ser considerado como estratégico cuando se desarrollan proyectos de gran importancia en el mismo, en los cuales se realiza extracción de recursos de mayor valor a nivel internacional y por lo tanto adquieren importancia a nivel nacional, un ejemplo de eso son zonas de explotación minera, generación hidroeléctrica, entre otros. (Gómez Orea, 2008).

Respecto a la identificación y solución de problemas, en función a lo especificado por Gómez D., (2008), se puede decir que “a cada nivel corresponden estructuras, potencialidades y problemas territoriales propios y específicos de su rango, de tal manera que no se pueden planificar desde niveles inferiores las estructuras que corresponden a niveles territoriales superiores, ni prevenir o resolver sus problemas ni aprovechar las potencialidades; pero ella no impide que las instituciones de niveles inferiores y todos los ciudadanos puedan participar en las decisiones que se adoptan en niveles superiores. En términos generales opera el principio de coherencia que indica cómo a cada tipo de problema corresponde un nivel en el que debe ser atendido (previsto o resuelto) y el principio de subsidiariedad que establece cómo cada problema debe ser tratado y cada potencialidad aprovechada en el nivel jerárquico más bajo posible”.

En cuanto a la metodología utilizada para el ordenamiento territorial, existen varias teorías, sin embargo, la mayoría converge en que el ordenamiento territorial se desarrolla alrededor de las actividades humanas, el espacio y el sistema que se genera a través de la relación entre las dos. La teoría mayormente aceptada en la actualidad respecto al ordenamiento territorial es la descrita por Gómez D., (2008): “básicamente el ordenar el territorio significa identificar, distribuir, organizar y regular las actividades humanas en el territorio de acuerdo con ciertos criterios y prioridades”. Para el caso de estudio del presente proyecto el criterio de ordenación y prioridad está dado por el uso, aprovechamiento y conservación del recurso hídrico de la vertiente “La Merced”.

### 2.2.3 Planificación y ordenamiento territorial en la parroquia Cutuglagua

La planificación y ordenamiento territorial de la parroquia Cutuglagua se realiza en concordancia al plan cantonal, en donde se determinan todos los componentes del sistema territorial y se establece un sistema de gestión acorde con las necesidades del cantón y sus diferentes parroquias. En el siguiente capítulo se realizará una descripción de la parroquia estudiada en función al Plan de Ordenamiento y Planificación Territorial de la Parroquia Cutuglagua involucrados directamente con la gestión hídrica y los asentamientos humanos.

En el Ecuador, se ha expedido el “Plan Nacional del Buen Vivir, 2013 – 2017”, en donde se establecen los objetivos nacionales para alcanzar el buen vivir de la población, por lo tanto, también determina lineamientos básicos a ser considerados en un proceso de planificación y ordenamiento territorial. Dicho proceso considera dos fases: el diagnóstico territorial (interpretación de las estructuras del territorio y su funcionamiento), planificación territorial (propone el modelo objetivo del territorio) y la gestión territorial (considerado como el medio para implantar el sistema objetivo en el territorio) (Cordero, I., 2013).

## 2.3 Teoría de desarrollo sostenible

Para entender la teoría de desarrollo sostenible, es necesario comprender el funcionamiento de un sistema y la interdependencia de sus subsistemas respecto a economía,

ambiente y sociedad, es decir, la interpretación de esta teoría requiere de un enfoque holístico. La definición de sostenibilidad ha tenido varios cambios desde su creación, en un principio el concepto de sostenibilidad nace como la concepción de mantener el estado actual de bienestar, desde un punto de vista occidental. Por otro lado, basados en el libro “Nuestro futuro común” publicado en la década de 1980 por el comité de la ONU, Brundtland establece la siguiente definición: “El desarrollo sostenible es el que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”, en esta cita resaltan dos puntos fundamentales, uno de ellos respecto a las necesidades de las personas pobres con el fin de reducir las brechas de desigualdad y el segundo respecto a las limitaciones de desarrollos impuestas principalmente por la capacidad de regeneración del medio ambiente (Jonker & Harmsen, 2013).

Posteriormente se añade el principio de precaución a la definición presentada por Brundtland, este principio busca evitar la emisión de sustancias al ambiente que puedan causar efectos nocivos al mismo. Consecutivamente se realiza la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMD) en Río de Janeiro en 1992, en donde se establece el siguiente principio quince: “Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar un enfoque preventivo de acuerdo con sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o daño irreversible, la falta de certeza científica absoluta no se deberá usar como razón para postergar la adopción de medidas eficaces a fin de prevenir la degradación medioambiental” (Jonker & Harmsen, 2013).

Sin embargo, el concepto de sostenibilidad se mantiene sujeto a interpretaciones, por ejemplo: en un país occidental puede considerarse sostenible la reducción de energía mientras que en un país en vías de desarrollo este aspecto no implica un mayor esfuerzo (Jonker & Harmsen, 2013).

Para acercarse más a una descripción de diseño sostenible es necesario considerar aspectos económicos, sociales y ambientales con el mismo nivel de importancia, es decir, llevar a cabo actividades económicas que sean responsables con el medio ambiente y que generen un impacto social positivo. En este sentido las actividades de la generación actual no deberían

comprometer ni los recursos de las generaciones futuras ni la capacidad de autoregeneración que tienen los ecosistemas, esto se consideraría como una perspectiva mundial a largo plazo (Jonker & Harmsen, 2013).

El concepto de desarrollo sostenible requiere un pensamiento basado en sistemas, entendiendo a este como un conjunto de partes que se relacionan entre sí, por lo que el desarrollo sostenible exige un conocimiento profundo de cada uno de los subsistemas para la identificación de problemas y aceptación de soluciones beneficiosas para todas las partes de este sistema, imitando los ciclos que se generan en la naturaleza, evitando la generación y acumulación de residuos que debiliten la capacidad de regeneración de los ecosistemas (Jonker & Harmsen, 2013).

#### **2.4 Gestión integral del agua y ordenamiento territorial para el desarrollo**

En este punto se busca integrar conceptos respecto a la gestión integral del recurso hídrico, ordenamiento territorial y desarrollo sostenible, con el fin de obtener una teoría sólida y que se pueda aplicar al caso de estudio de la parroquia Cutuglagua, Barrio Central, Alisuco y La Unión, ubicados al sur del cantón Mejía.

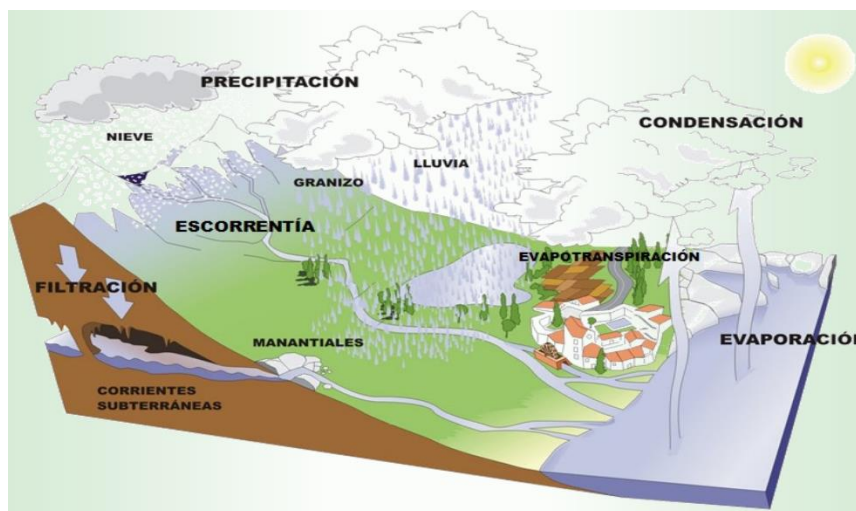
Respecto al ordenamiento territorial en función del recurso hídrico, en el pasado, el desarrollo de las civilizaciones se daba alrededor de cuerpos de agua, por la necesidad imperiosa del recurso para el desarrollo de la vida, a través de este, varias civilizaciones pudieron alcanzar niveles de desarrollo mayores por la práctica comercial a través del agua. Por otro lado, existieron civilizaciones que tuvieron un sistema de recolección y distribución del agua más desarrollados como por ejemplo la civilización Inca que se ubicó en el Tahuantinsuyo (Cordero, I., 2013).

Actualmente, se maneja un concepto de cuenca hidrográfica como unidad de planificación hidrográfica en el Ecuador. Y, la Ley Orgánica De Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento Del Agua (R.O. 30) define a la cuenca como "...la unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas que drenan superficialmente hacia un cauce común incluye en este

espacio poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, protección y zonas productivas”, la delimitación de este espacio territorial es independiente de las fronteras político – administrativas nacionales e internacionales. Por otro lado, Gómez D., (2008), define a las cuencas hidrográficas como “unidades fisiográficas organizadas por el medio físico y, más concretamente en torno al factor agua” (Gómez Orea, 2008).

En función de lo especificado en el punto 2.1, se define a la cuenca hidrográfica como una extensión territorial delimitada por una línea de agua ó línea de cumbres, trazada por el punto medio de las cumbres, de forma que delimita un área en donde escurre agua hacia un curso principal de agua. Las cuencas se clasifican en función a varios criterios especificados anteriormente. El futuro respecto a la planificación se enfoca en la cuenca hidrográfica como la mejor opción para la administración de los recursos presentes en el territorio. En el siguiente gráfico se representa el funcionamiento del ciclo hidrológico en una cuenca:

**Figura No. 6 Ciclo hidrológico en una cuenca**



Fuente: Fuente: Ordoñez J., (2011). *¿Qué es una cuenca hidrológica?* (Figura).

Recuperado de [goo.gl/7LqW5r](https://goo.gl/7LqW5r)

El manejo de cuenca hidrográficas (hidrológica) se practica a través de varias definiciones, y el enfoque principal es controlar el régimen hidráulico presente en la cuenca a mediano y largo plazo, esto incluye a las aguas subterráneas y superficiales. Se entiende que el

control involucra acciones de conservación de las fuentes, en donde se debe considerar posibles zonas de recarga de aguas subterráneas, es decir establecer el uso del suelo para mantener la provisión del recurso a la población, esto incluye además el control de la calidad del agua y por tanto la vigilancia de las actividades que se realicen en zonas de recarga, así como en lugares cercanos a las fuentes del recurso y, por otro lado el manejo de las cuencas debe promover el bienestar de la comunidad establecida en el territorio.

#### 2.4.1 Ordenación territorial por cuencas hidrográficas

El territorio ecuatoriano se caracteriza por tener asentamientos humanos no planificados, de manera que no se han considerado aspectos ambientales y sociales, únicamente se ha dado prioridad al comercio de bienes (casas y terrenos) de bajo costo en zonas distantes de los centros de desarrollo y sin vínculos que faciliten la relación con el resto del territorio, sometiendo a la población que habita estas nuevas zonas a condiciones de desigualdad en cuanto al acceso a servicios básicos. Desde este punto de vista el territorio nacional requiere de la implementación de un proceso de ordenación. De manera que el enfoque que propone el presente proyecto considera el ambiente, la sociedad y la economía; siendo un punto de importancia el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, así como las situaciones cambiantes que se presentan en el territorio analizado. A nivel mundial se presenta dos visiones respecto al recurso hídrico, estas se contraponen ya que la primera tiene una visión del recurso hídrico como producto de mercado mientras que la segunda afirma la convicción sostenida por la mayoría a nivel mundial, es decir que el agua es un derecho humano inalienable. (Bruckmann, 2012)

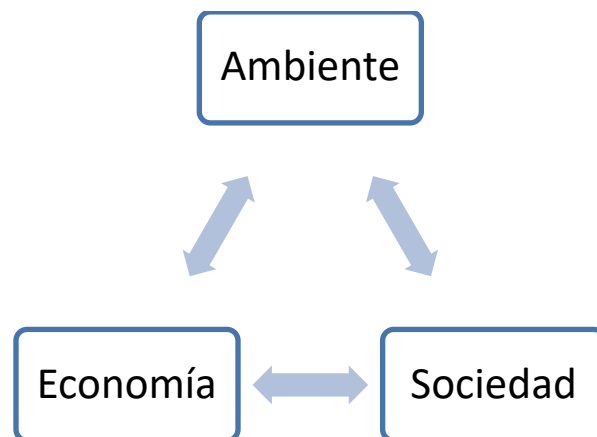
Por otro lado, en el Ecuador la Constitución de la República (2008), reconoce al recurso hídrico como “un patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” de manera que se torna también como un derecho de sus habitantes reconocido en el mismo cuerpo legal. Estas declaraciones evidencian un avance en la política pública - ambiental y el establecimiento de bases para el aprovechamiento de este recurso. Sin embargo, las implementaciones de estas políticas están en proceso y eso se evidencia a través de protestas públicas que se dan por el uso de este recurso, principalmente cuando este es captado desde cantones vecinas para el abastecimiento de la metrópoli.

Actualmente, el Ecuador considera la gestión integral del recurso hídrico tanto en agua superficial como en agua subterránea, de forma que se ha llevado a cabo la identificación de los sistemas acuíferos, como base para una política de sustentabilidad y gestión del recurso hídrico, por ejemplo, en el caso del Distrito Metropolitano de Quito, cuenta con un documento detallado de los acuíferos existentes en la zona.

En este momento, el Ecuador se encuentra en un proceso de implementación de normativa generada en función de la gestión de cuencas hidrográficas, en dicha normativa se define a la gestión integrada de los recursos hídricos como un eje transversal del sistema nacional descentralizado de planificación participativa para el desarrollo a cargo de la Autoridad Única del Agua, esta gestión cuenta con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas, la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia de acuerdo con el artículo ocho de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014).

Con estos antecedentes, el Ecuador ha sentado bases para realizar una gestión integrada de recurso hídricos, en función del enfoque de desarrollo sostenible establecida por Brundtland, en donde se deben considerar tres aspectos fundamentales:

**Figura No. 7 Enfoque de desarrollo sostenible para la gestión de recursos hídricos**



Fuente: (Jonker & Harmsen, 2013)

Desde este enfoque la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014) considera el establecimiento de tasas para el uso y aprovechamiento del recurso, estudios que valoren y generen medidas de conservación para este recurso y también aseguren que se mantenga intacto el derecho de la población al agua.

En función de lo descrito anteriormente la planificación para el recurso hídrico se realiza mediante cuencas hidrográficas a nivel nacional, en el siguiente punto se especifica la delimitación y codificación de las cuencas del Ecuador

#### 2.4.2 Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador

Como se describió anteriormente, en la actualidad los procesos de gestión integral de recursos hídricos cuentan con una base legal que respalda las actividades realizadas por las entidades de gestión y control, por ejemplo, la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) ha dado lugar a la formulación de un Plan de Control que establece el cumplimiento de la normativa vigente aplicable entre la que se puede mencionar al COOTAD, en su artículo 136 del ejercicio de las competencias de gestión ambiental establece que: “Los gobiernos autónomos descentralizados regionales y provinciales, en coordinación con los consejos de cuencas hidrográficas podrán establecer tasas vinculadas a la obtención de recursos destinados a la conservación de las cuencas hidrográficas y la gestión ambiental; cuyos recursos se utilizarán, con la participación de los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales y las comunidades rurales, para la conservación y recuperación de los ecosistemas donde se encuentran las fuentes y cursos de agua....”.

En este sentido, la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA) a cargo de la coordinación en la gestión de recurso hídricos a nivel nacional ha presentado un manual de procedimientos de delimitación y codificación de unidad hidrográficas en donde se muestran las técnicas a utilizarse en un sistema automático para delimitación y codificación de cuencas hidrográficas en base a la metodología Pfafstetter, esta manual se genera en coordinación con la Secretaría General de la Comunidad Andina (SGCAN) y la Unión Internacional para la Conservación de

la Naturaleza Sur (UICN), esta vinculación se genera con el objetivo de que este tipo de análisis considere una misma metodología a nivel continental (Rosas L., UICN SUR, 2017).

El sistema Pfafstetter de delimitación y codificación de cuencas, asigna códigos a unidades hidrográficas en función de las características de las unidades internas a ella y de las características de las unidades colindantes. Este sistema tiene como principales características las siguientes: es un sistema jerárquico y delimita las unidades desde la unión de los ríos o desde la desembocadura del sistema de drenaje al océano; el código numérico asignado a las unidades hidrográficas se establece en función de la ubicación interna respecto al sistema de drenaje, de modo que no se repite a nivel continental; la cantidad de dígitos utilizados en este método es mínima de manera que un solo código representa también el nivel de la unidad hidrográfica; realiza la diferenciación entre el río principal y tributarios de acuerdo al área de drenaje, de manera que el río principal se designará en función de la mayor área drenada; y, el código asignado a la unidad hidrográfica suministra información respecto al tipo de unidad de drenaje, nivel de codificación y ubicación interna de la unidad (Rosas L., UICN SUR, 2017).

Así también, este sistema considera tres tipos de cuencas para su codificación y delimitación, las cuales define de la siguiente manera: cuenca (unidad hidrográfica, es un área que no recoge el drenaje de otra área pero descarga en un solo flujo de drenaje), intercuenca (unidad de drenaje que recepta el drenaje de una unidad ubicada aguas arriba, adiciona el drenaje propio y drena a una unidad ubicada aguas abajo, se puede considerar como una unidad de tránsito del río principal) y cuenca interna (es un área de drenaje que no recepta ni contribuye flujo desde y para otras unidades) (Rosas L., UICN SUR, 2017).

El Sistema Hidrográfico en el Ecuador está constituido por treinta y un sistemas hidrográficos, los que se subdividen en setenta y nueve cuencas, de esta última división setenta y dos cuencas desembocan en la vertiente del Océano Pacífico y las otras siete cuencas desembocan en la vertiente del Amazonas (Región hidrográfica del Pacífico y Región Hidrográfica Amazonas); la división de acuerdo con el lugar de desembocadura genera la clasificación Nivel 1. De manera que, el territorio se divide actualmente de acuerdo con el nivel

de la cuenca. En el siguiente cuadro se presenta el número de unidades hidrográficas que se tiene en cada nivel (UICN; SENAGUA; SGCAN, 2009):

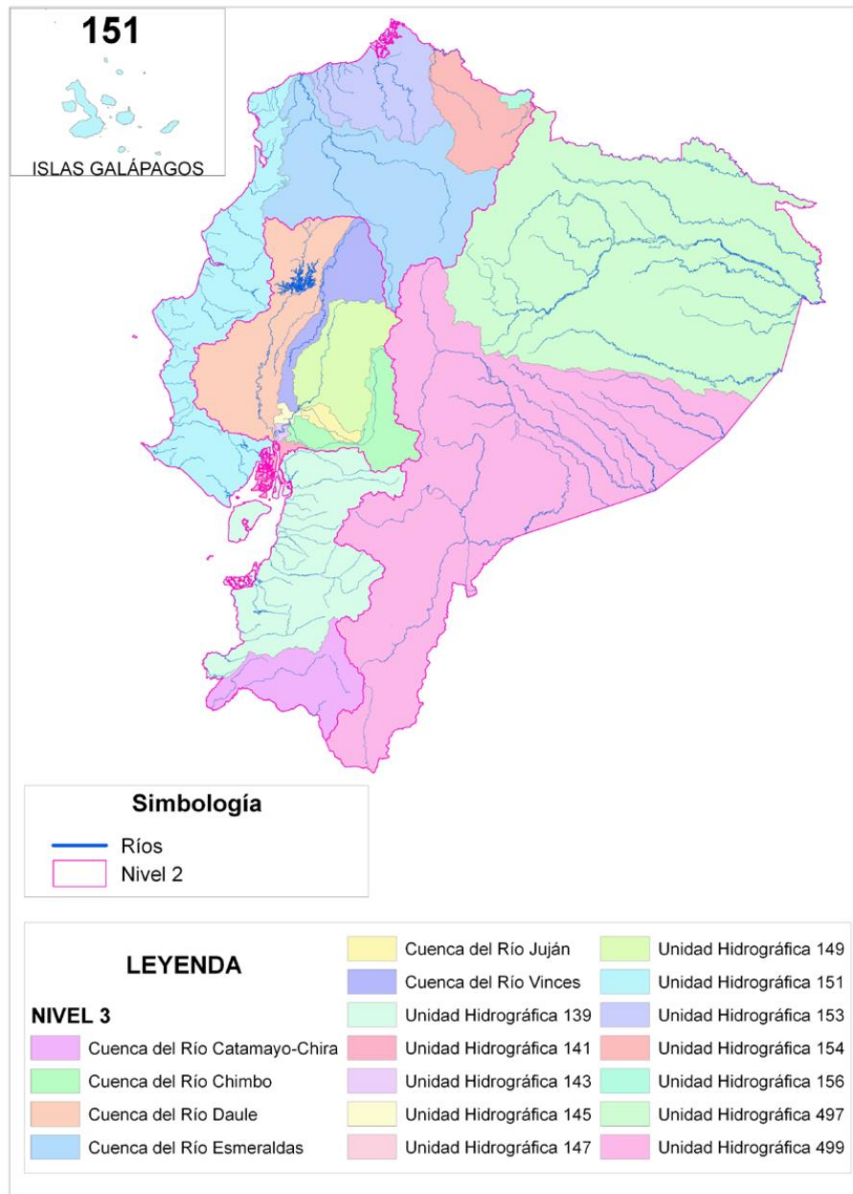
**Tabla No. 2 Número de unidades hidrográficas por niveles**

UNIDAD	NIVEL 1	ÁREA EN ECUADOR	Nro. U. Hidrográfica NIVEL 2	Nro. U. Hidrográfica NIVEL 3	Nro. U. Hidrográfica NIVEL 4	Nro. U. Hidrográfica NIVEL 5
Región hidrográfica 1	1	124.563,83 Km <sup>2</sup>	3	16	117	711
Región hidrográfica 4 – Cuenca Amazonas	4	131.806,17 Km <sup>2</sup>	1	2	6	23

Fuente: (UICN; SENAGUA; SGCAN, 2009)

Finalmente, el sistema hidrográfico aporta un volumen de escurrimiento superficial aproximado de 432.000 Hm<sup>3</sup>. Respecto a la distribución de habitantes, aproximadamente el 80% de la población total se encuentra asentada en las cuencas que vierten sus aguas al Océano Pacífico, mientras que el 20% restante ocupa el territorio de las cuencas que vierten sus aguas al Amazonas. En la siguiente figura se puede observar la división de cuencas hidrográficas en el territorio nacional - nivel 3 (Cordero, I., 2013):

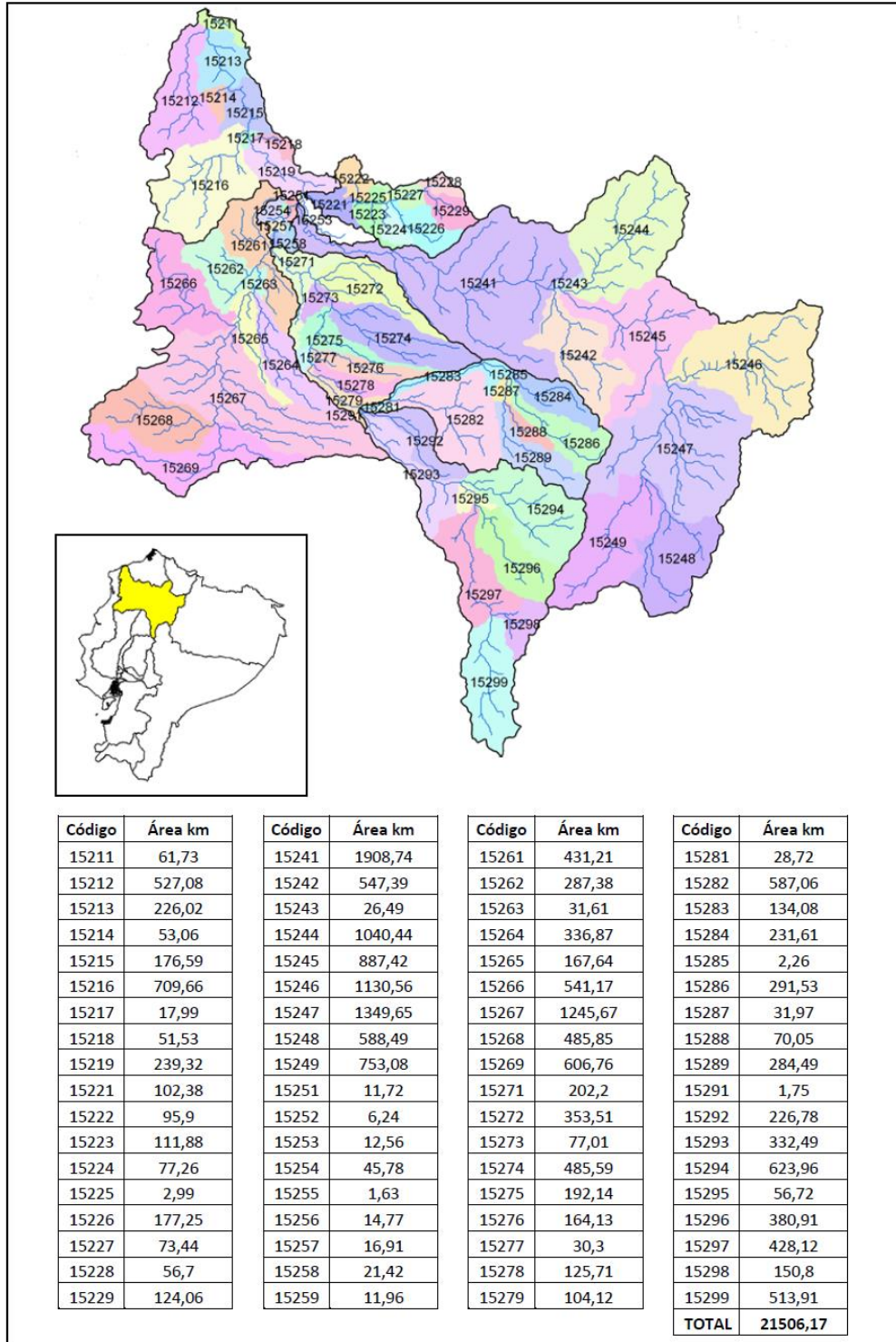
**Figura No. 8 Mapa de las unidades hidrográficas del Ecuador – nivel 5**



Fuente: SENAGUA, 2015

En la región interandina se ubican las cuencas altas con presencia predominante de montañas, en estas cuencas existen varias fuentes de agua, y también yacimientos minerales, así como área paisajísticas andinas para el ecoturismo, entre otros atractivos. La vertiente “La Merced” se ubica en el territorio de la parroquia “Cutuglagua” que se sitúa en la región interandina, cuenca del Río Esmeraldas. En la siguiente figura se puede observar la unidad hidrográfica que contiene la zona de estudio:

**Figura No. 9 Unidad hidrográfica 152 – nivel 5**



Fuente: (UICN; SENAGUA; SGCAN, 2009)

## 2.5 Marco legal aplicable a la gestión integral del recurso hídrico

El marco legal aplicable para la gestión integral de recursos hídricos se describe de acuerdo con la jerarquía normativa determinada en el artículo 425 de la Constitución de la República del Ecuador. En el siguiente gráfico se presenta la jerarquía de los cuerpos legales:

**Figura No. 10 Pirámide de Kelsen**



Fuente: Constitución de la República del Ecuador, 2008

### 2.5.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador fue publicada mediante registro oficial No. 449, el 20 de octubre del 2008. Este cuerpo legal fue modificado el 21 de diciembre del 2015. A continuación, se detallan los artículos más relevantes respecto al manejo del recurso hídrico para la planificación y ordenamiento territorial: el art. 244 respecto a la conformación de provincias con continuidad territorial; el art. 262 en donde se establece entre las competencias de los gobiernos regionales autónomos el planificar el desarrollo regional y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de forma articulada con los planes de mayor jerarquía territorial y el gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas, así como dar lugar a la creación de consejos de cuenca; en el art. 263 se especifican las competencias exclusivas de los gobiernos provinciales entre las cuales se encuentra: ...1. Planificar el desarrollo provincial y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de

manera articulada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial; ...3. Ejecutar, en coordinación con el gobierno regional, obras en cuencas y micro cuencas; 4. La gestión ambiental provincial; 5. Planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego...; y el art. 411 enfocado en el deber del estado de garantizar la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico, controlar las actividades que pongan en riesgo la calidad y cantidad de agua, así como el equilibrio de ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua...

### 2.5.2 Convenios internacionales

El Ecuador es una nación firmante de varios convenios internacional, de acuerdo al desarrollo del presente proyecto se considera pertinente mencionar dos acuerdos internacional: 1. Declaración de Río de Janeiro (1992).- En donde se dice que “conscientes del valor intrínseco de la diversidad biológica y de los valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos de la diversidad biológica y sus componentes para la evolución y para el mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida de la biosfera” y 2. Convenio de Johannerburgo (2002). – Este convenio se establece para el desarrollo sustentable, y compromete al Ecuador a construir una sociedad mundial humanitaria, equitativa y generosa, consciente de la necesidad de respetar la dignidad de todos los seres humanos (Ministerio del Ambiente, 2018).

### 2.5.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD

Este cuerpo legal se emitió mediante registro oficial suplemento No. 303 del 19 de octubre del 2010, fue modificado por última vez el 20 de marzo de 2017. A continuación, se presentan los artículos requerido para el presente estudio: el art. 132 en donde se contempla entre las actividades que se realizaran por el gobierno autónomo descentralizado regional y se especifica que la gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas comprende la ejecución de ...la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, principalmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos

autónomos descentralizados, de programas y proyectos, que se realizan con la coordinación de la autoridad única del agua en su circunscripción territorial..., ... gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas a través de la articulación efectiva de los planes de ordenamiento territorial con un enfoque de manejo sustentable e integral de los recursos hídricos,

El gobierno autónomo descentralizado regional propiciará la creación y liderará, una vez constituidos, los consejos de cuenca hidrográfica, en los cuales garantizará la participación de las autoridades de los diferentes niveles de gobierno y de las organizaciones comunitarias involucradas en la gestión y uso de los recursos hídricos, entre otros, sin embargo se especifica que el gobierno central estará en la capacidad de ejecutar proyectos hídricos multipropósito de importancia estratégica considerando los criterios de los gobiernos autónomos descentralizados. En este cuerpo legal también se especifica que se garantizará el retorno de beneficios fijados técnicamente por el uso y aprovechamiento recursos hídricos de las circunscripciones territoriales correspondientes con el propósito de conservar y recuperar la cuenca hidrográfica. Además, se prohíbe la adopción de un modelo de gestión que proponga algún tipo de privatización del agua y promueve las alianzas público-comunitarias para la cogestión de cuencas hidrográficas.

En el art. 136 de este cuerpo legal se establecen los lineamientos para ejercer las competencias asignadas en cuanto a gestión ambiental, así como también se establece que a través de la coordinación entre los consejos de cuencas hidrográficas y gobiernos autónomos descentralizados regionales se determinen tasa relacionadas a la adquisición de recursos para la conservación de cuencas hidrográficas y la gestión ambiental..., en el art. 137 se definen las responsabilidades en cuanto a la responsabilidad de prestación de servicios públicos de agua potable, de forma que se cumplan las regulaciones y políticas nacionales...

#### 2.5.4 Código Orgánico del Ambiente

El Código Orgánico del ambiente fue publicado mediante registro oficial suplemento No. 983 del 12 de abril del 2017. En este cuerpo legal se publican varios artículos respecto a la gestión del recurso hídrico, mismos que se detallan a continuación: En el art. 5 se realiza una

reiteración a cerca del derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado..., entre otras consideraciones para dar cumplimiento ha enunciado antes realizado.

En el art. 30 se detallan los objetivos del Estado respecto a los recursos, entre los que se menciona el mantenimiento de los recursos, la regulación e incentivos para la participación de la población, proponer un enfoque integral y sistemático para la gestión de recursos hídricos y la conservación de cuencas hidrográficas en coordinación con la Autoridad Única del Agua, así como también contemplan criterios de sostenibilidad en la ejecución de planes de ordenamiento y desarrollo en todos los niveles de gobierno, entre otros. Además, en el artículo 38 se determinan varios objetivos respecto al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, con el fin de conservar dichas áreas y conservar los ciclos hidrológicos en cuencas hidrográficas y cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, entre otros.

#### 2.5.5 Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua

Este cuerpo legal fue publicado mediante registro oficial suplemento No. 305 de 06 de agosto de 2014, cuenta con un reglamento para la aplicación o implementación de esta ley. Entre los artículos más relevantes para la elaboración del presente proyecto, dentro de este cuerpo legal, se pueden mencionar los siguientes: el art. 8 se define la gestión integrada de los recursos hídricos y los elementos que se analizan en esta gestión; en el art. 10 se determina el dominio hídrico público del agua en todos sus estados y lugares tanto en los cuales se encuentra este recurso dentro del territorio nacional, es decir, tanto superficial como subterránea; en el art. 15.- se determina las líneas de acción del Sistema nacional estratégico del agua así como sus responsabilidades y las entidades a cargo de la misma; en el art. 18 se especifican las competencias y atribuciones que tiene la Autoridad Única del Agua; en el art. 25 se establecen los lineamientos para nombrar al Consejo de Cuenca Hidrográfica, así como, las entidades que serán parte de este órgano colegiado de carácter consultivo; en el art. 27 se establecen los lineamientos para la organizaciones de usuarios de una cuenca.

Respecto a la planificación del recurso hídrico, así como los contenidos de los planes hídricos, elaboración y aprobación de estos se definen los lineamientos en los artículos 28, 29

y 30 de este cuerpo legal. En cuanto a la gestión pública o comunitaria del agua, ámbito y modalidades de gestión del recurso hídrico se establecen los artículos 31 y 32 de esta ley. Además, para realizar la gestión integrada del recurso hídrico, se definen los principios y deberes estatales en los artículos 34-36 del cuerpo legal en análisis. En cuanto a la definición de las juntas administradoras del agua y de riego respectivamente se establecen sus deberes y atribuciones en los artículos 43-47.

Respecto a la conservación del agua en el artículo 64 de este cuerpo legal, se establecen los siguientes lineamientos como derechos de la naturaleza: a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares; b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad; c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico; d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y, e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

En los siguientes artículos se establecen los lineamientos principales para realizar consultas a los usuarios del recurso hídrico en una cuenca, así como también se determinan sus obligaciones, por otro lado, se define el orden de prioridad en cuanto al uso del recurso, usufructo y gestión comunitaria del agua, limitaciones y responsabilidades, además, la redistribución y reasignación del agua y los criterios para establecer las tarifas de agua. Estos lineamientos se pueden observar en los artículos 68, 73, 75, 77, 94, 130 y 135.

## Capítulo III

### Caracterización del área de estudio

#### 3.1 Introducción

Los barrios: Central, Alisuco y La Unión, se encuentran ubicados en la parroquia Cutuglagua ubicada al norte del cantón Mejía. Dicha parroquia fue un caserío perteneciente a la parroquia Uyumbicho. Pero, el 16 de febrero de 1950 el Municipio del cantón Mejía aprueba elevar a Cutuglagua a una parroquia (SIGMA Consultores, 2015-2019), y, el 21 de mayo de 1987 se aprueba la ordenanza de delimitación de las zonas urbanas y rurales del Cantón Mejía, con lo que se delimita la parroquia Cutuglagua (Equipo PDOT GAD Mejía, 2014). Respecto a la etimología del nombre de la parroquia, existen dos teorías: La primera dice que el nombre Cutuglagua proviene de los vocablos: CU = grande; TUG = todos; LA = resplandeciente; GUA = ollita, que se puede interpretar como “Ollita grande resplandeciente para todos”. La segunda teoría establece que el origen etimológico del nombre de la parroquia viene de CUTU = lugar corto y pequeño; y AGUA = lleno de agua, lo que puede interpretarse como “Lugar pequeño lleno de agua” (Equipo PDOT GAD Mejía, 2014).

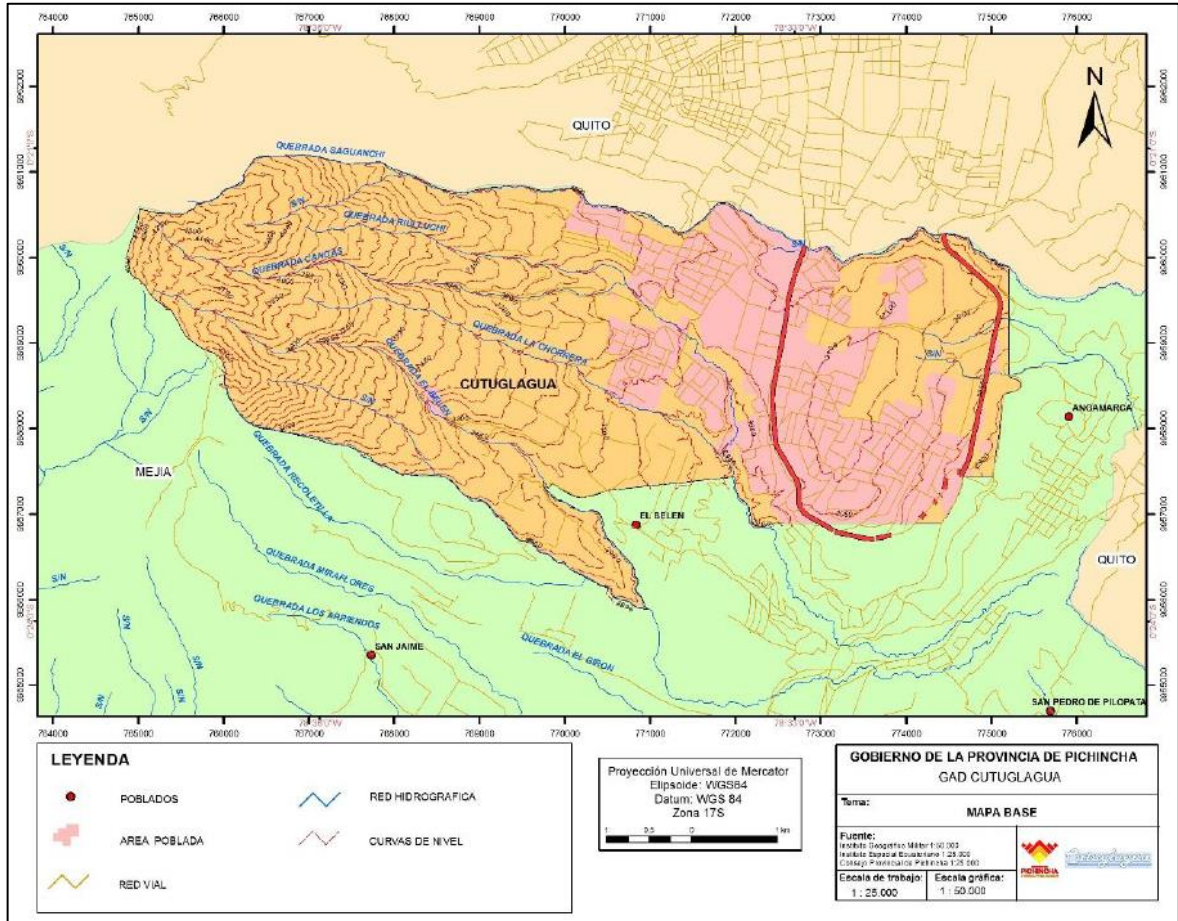
A lo largo de la historia de la parroquia Cutuglagua existe varios sucesos relevantes, como por ejemplo la creación de la parroquia eclesiástica La Arcadia (1988), de la cual Cutuglagua forma parte. Por otro lado, en noviembre de 1995, se concesiona un terreno por parte del INIAP para la creación de la Casa Parroquial de Cutuglagua y locales con el fin de impartir catequesis es decir esta infraestructura permite el desarrollo de las actividades pastorales. De aquí se puede concluir que existe una arraigada creencia católica en la población de la parroquia Cutuglagua.

#### 3.2 Ubicación

La parroquia Cutuglagua cuenta con un área aproximada de 28.53Km<sup>2</sup>. En cuanto a los límites parroquiales, esta limita al norte con el cantón Quito, al sur y oeste con la parroquia

Tambillo y al este con la parroquia Uyumbicho. En la siguiente figura se presenta un mapa de los límites de la parroquia.

**Figura No. 11 Mapa base parroquial**



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial, 2015 – 2019.

La parroquia Cutuglagua se encuentra ubicada a una altitud comprendida entre 2800 – 4200 msnm, el sector más alto está a la altura de la Loma Santa Rosa, mientras que los más bajos se encuentran a la altura de la Estación Santa Catalina. Esta parroquia cuenta con un clima templado húmedo, su temperatura promedio es de 11.6 y, su precipitación varía entre 1350 – 1400 mm. Esta parroquia se ubica en la microcuenca del río San Pedro que a su vez forma parte de la subcuenca del río Guayllabamba. Desde el criterio de unidades hidrográficas establecido en la Planificación Hidrográfica Nacional, la parroquia Cutuglagua está en el territorio asignado a la unidad hidrográfica No. 15249. Esta parroquia está conformada por 34 barrios entre los

cuales se encuentran los barrios: Central, Alisuco y La Unión (SIGMA Consultores, 2015-2019).

### 3.3 Características físicas

#### 3.3.1 Relieve

De acuerdo con la información generada en el *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Cutuglagua*, misma que se ha obtenido a partir de los mapas emitidos por la Dirección de Geomática y Catastros del IGM (Instituto Geográfico Militar), se determina que la topografía de la parroquia en estudio tiene pendientes fuertes en sus laderas, definidas por la presencia de quebradas en la zona de estudio; y pendientes leves en el trayecto definido por la vía principal de la parroquia. En el territorio existe presencia predominante de relieves montañosos, volcánicos, llanuras y superficies de depósitos volcánicos, así como también se presentan distintos tipos de vertientes a lo largo de sus laderas (SIGMA Consultores, 2015-2019).

En el siguiente cuadro se puede observar las unidades geomorfológicas presentes en la parroquia Cutuglagua:

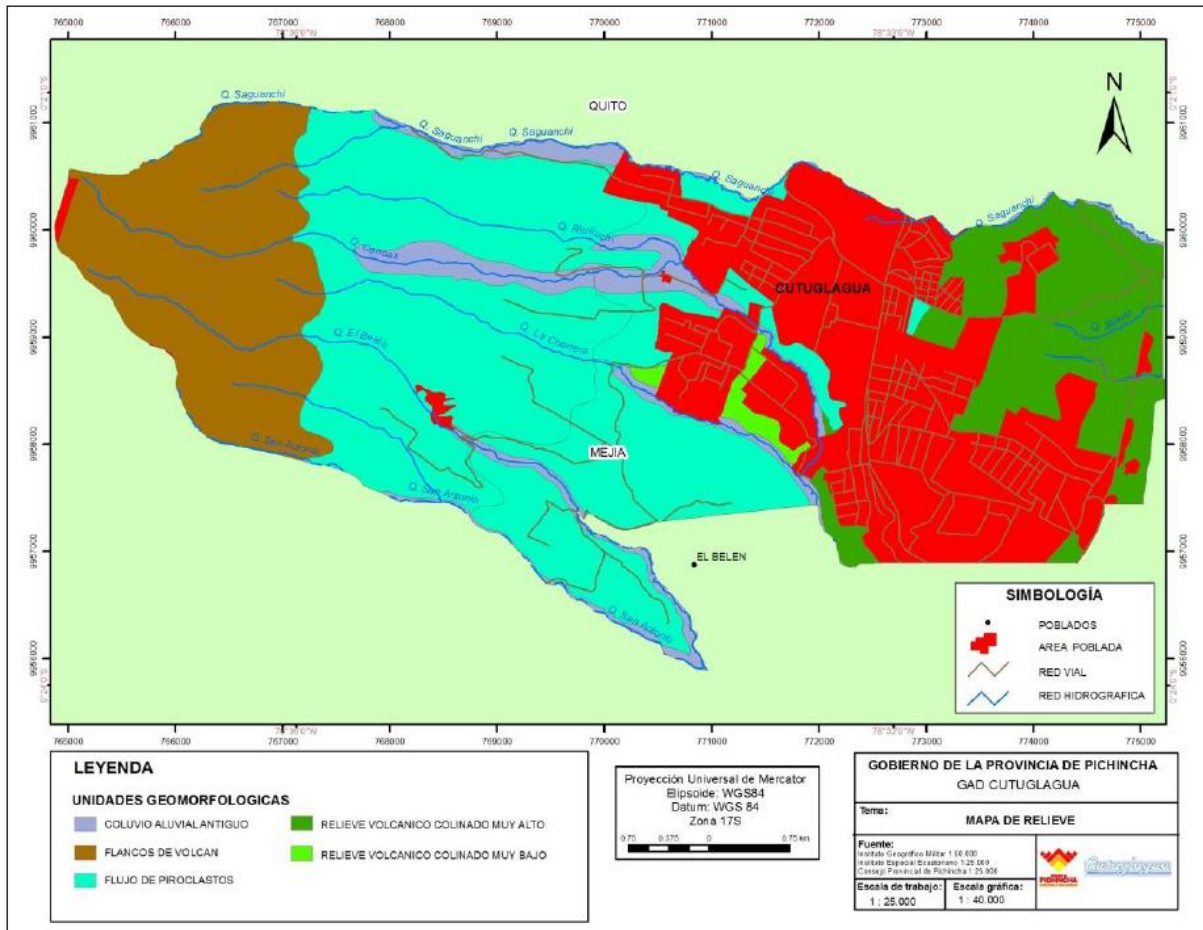
**Tabla No. 3 Unidades geomorfológicas de la parroquia Cutuglagua**

<b>Altura de localización</b>	<b>Relieve</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Localización</b>
3000-4000	Coluvio aluvial antiguo	> 12 al 25%	Rural
3000-4600	Flancos del volcán Atacazo	> 70	Rural
3000-4600	Flujos de piroclastos	> 12 al 25%	Rural
2400-3000	Relieve volcánico colinado muy alto	> 12 al 25%	Rural
3000-3500	Relieve volcánico colinado muy bajo	> 5 al 12 %	Urbano
3500-4000	Vertiente de flujos piroclastos	> 40 al 70%	Rural

Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial, 2015 – 2019.

Las unidades descritas en el cuadro anterior se representan en el siguiente mapa, en donde también es identificable la zona urbanizada:

**Figura No. 12 Mapa de relieve de la parroquia Cutuglagua**



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial, 2015 – 2019.

Respecto a la superficie de relieve con la que cuenta cada unidad se puede especificar que aproximadamente: 5.58Km<sup>2</sup> corresponde a flancos del volcán, 15.5Km<sup>2</sup> pertenecen a flujos piroclastos, 1.25 Km<sup>2</sup> corresponde a relieve volcánico colinado muy bajo, 1.86 Km<sup>2</sup> pertenecen coluvio aluvial antiguo y 4.34 Km<sup>2</sup> de relieve volcánico colinado muy alto.

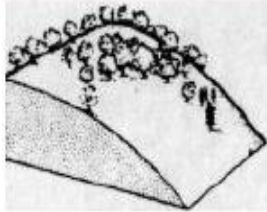
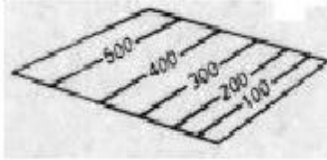

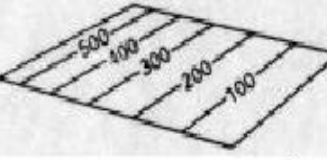
De esta forma se puede determinar que el área de estudio se encuentra en una zona de alta actividad volcánica en donde predomina los flujos de piroclastos, tanto la vertiente “La Merced” que alimenta a la quebrada Riulluchi como los barrios a los que se abastecen de agua potable a través de esta.

### 3.3.2 Geomorfología

La parroquia Cutuglagua se caracteriza por la presencia de “vertientes cóncavas y convexas de piedemonte asociadas a la base de volcanes, donde el modelado muestra pendientes más suaves y homogéneas ayudadas por la vegetación para mantener firmes los suelos y controlar la permeabilidad” (SIGMA Consultores, 2015, p.32).

En el área de la parroquia se ha depositado diferentes materiales a lo largo de los años, lo que ha dado lugar a la formación de capas de suelo de diferente espesor, relativamente jóvenes. Los estratos presentes son de poca profundidad constituidos principalmente por material piroclástico poco compactado (SIGMA Consultores, 2015-2019).

**Figura No. 13 Tipo de vertiente presente en la zona de estudio**

VERTIENTE	MORFOLOGÍA	MAPA
CONVEXA		- pendiente  + pendiente
CÓNCAVA		+ pendiente  - pendiente

Fuente: SlideShare (2017). *Teoría de cartografía básica*. (Figura). Recuperado de <https://es.slideshare.net/mrn81/teora-de-cartografa-bsica>

La hacienda La Merced está ubicada en la vertiente cóncava de la parroquia Cutuglagua, y los puntos de captación se ubican al interior de la misma, en la parte superior de la vertiente se realizan actividades de reciclaje de llantas, venta de lotes y urbanización (SIGMA Consultores, 2015-2019).

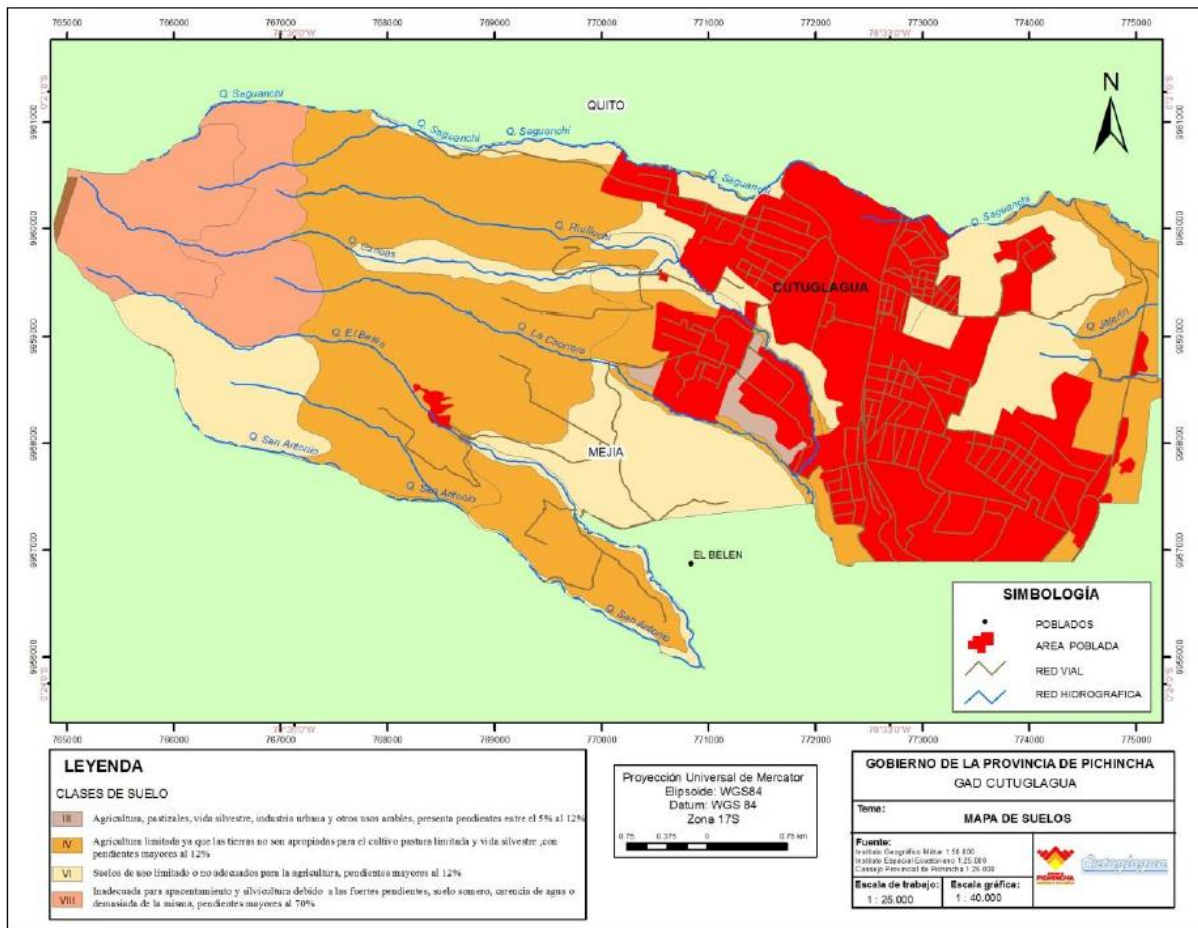
### 3.3.3 Suelos, capacidad de uso y cobertura del suelo

La clasificación del uso del suelo en la parroquia Cutuglagua se realiza en base a la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra (CUT), la cual determina en función de las características físicas la capacidad que tienen una unidad de tierra para un uso determinado,

tratamiento o cobertura. Uno de los factores físicos más utilizados para esta determinación es el principio de máxima intensidad, definido como el uso que puede soportar una unidad de tierra sin que exista deterioro físico en su composición (SIGMA Consultores, 2015-2019).

Se entiende la clasificación de suelo como la categorización que se da en un área determinada para permitir uno o varios usos alternativos del suelo de acuerdo con sus características agrícolas (SIGMA Consultores, 2015-2019).

**Figura No. 14 Mapa de capacidad de tierra de la parroquia Cutuglagua**



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial, 2015 – 2019.

De acuerdo con el mapa presentado, a continuación, se muestra la clasificación del suelo, así como su descripción y el porcentaje de territorio que ocupa considerando que la extensión total de la parroquia es de 28.53Km<sup>2</sup>.

**Tabla No. 4 Clasificación agrológica de los suelos de la parroquia Cutuglagua**

<b>Clase del suelo</b>	<b>Descripción</b>	<b>% de Territorio</b>
III	Agricultura y otros usos arables, pendientes mayores al 5% al 12%	1.52
IV	Agricultura y otros usos arables, pendientes mayores al 12%	37.70
VI	Tierras de uso limitado o no adecuados para cultivo, pendientes mayores al 12%	35.10
VIII	Tierras de uso limitado o no adecuados para cultivo, pendientes mayores al 70%	11.44
I II V VII	Tierras con muy ligeras limitaciones. Tierras con algunas limitaciones. Tierras para bosques y tierras con severas limitaciones para bosques	14.24

Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial, 2015 – 2019.

El área de análisis del presente proyecto está constituida por dos clases de suelos: clasificación IV y clasificación VI. Es importante precisar que a medida que se incrementa el número de clase se reducen las opciones de uso por lo tanto las limitaciones se incrementan, en términos generales las cuatro primeras clases se usa para el uso agrícola mientras que a partir de la clase quinta se determinan usos de suelos como bosques, pastos y espacios protegidos (SIGMA Consultores, 2015-2019).

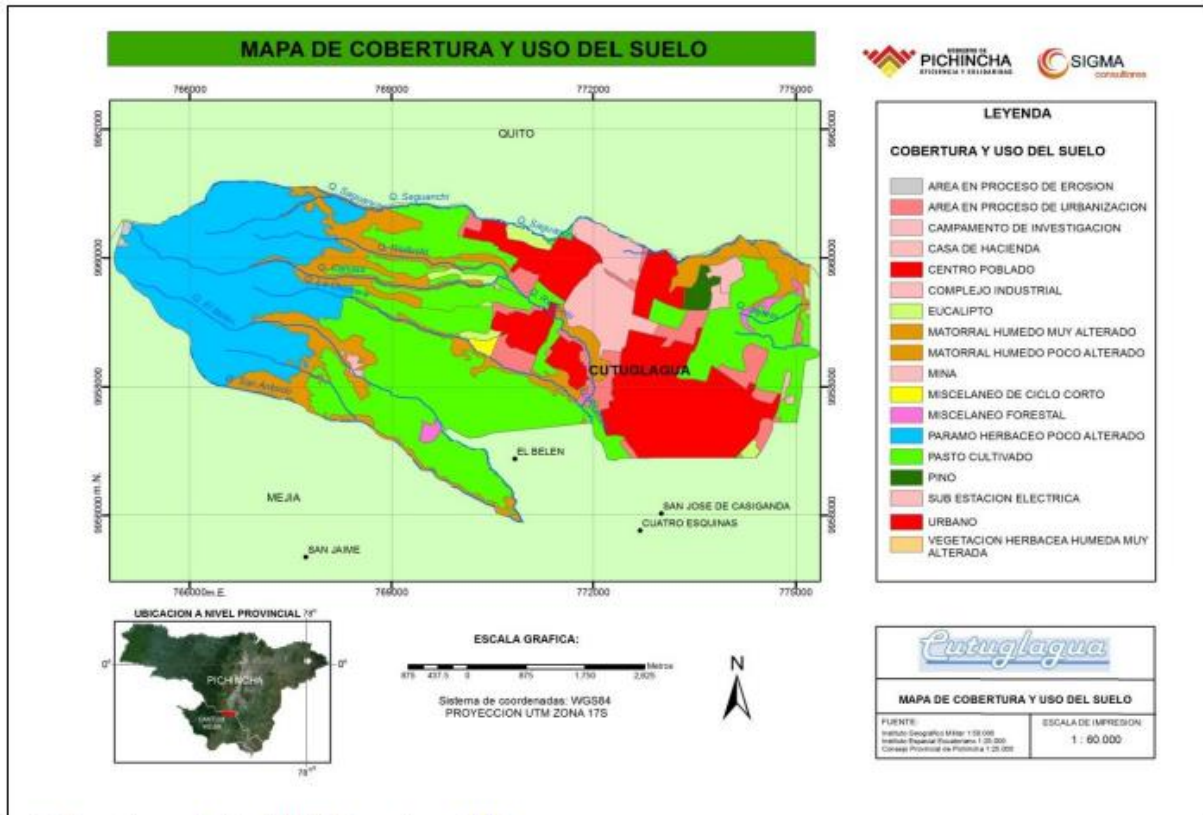
Respecto al uso y cobertura del suelo, en la parroquia Cutuglagua se observan cinco usos del suelo y la misma cantidad de coberturas:

- Coberturas: Pecuaria, agrícola, forestal, poblacional y páramo. Esta actividad es dispersa, en la zona de la vertiente.
- Principales usos: Pastos cultivados, cultivos de ciclo corto, bosque natural y bosque plantado, sectores urbanos y rurales, y, pajonal y arbustivo. El área beneficiada del agua captada en la vertiente “La Merced” es de uso urbano.

En la siguiente figura se presenta el mapa de uso y cobertura del suelo que se tiene actualmente en la parroquia Cutuglagua, en el mapa se puede observar que la zona de análisis se encuentra inversa en tres tipos de uso y cobertura de suelo: matorral húmedo muy alterado, pasto cultivado y centro poblado. En términos generales aproximadamente el 35% del territorio

corresponde a páramo herbáceo poco alterado, el 40% a pasto cultivado y el 25% a centros poblados, casas de hacienda y centros de investigación (INIAP).

**Figura No. 15 Mapa de uso y cobertura del suelo**



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial, 2015 – 2019.

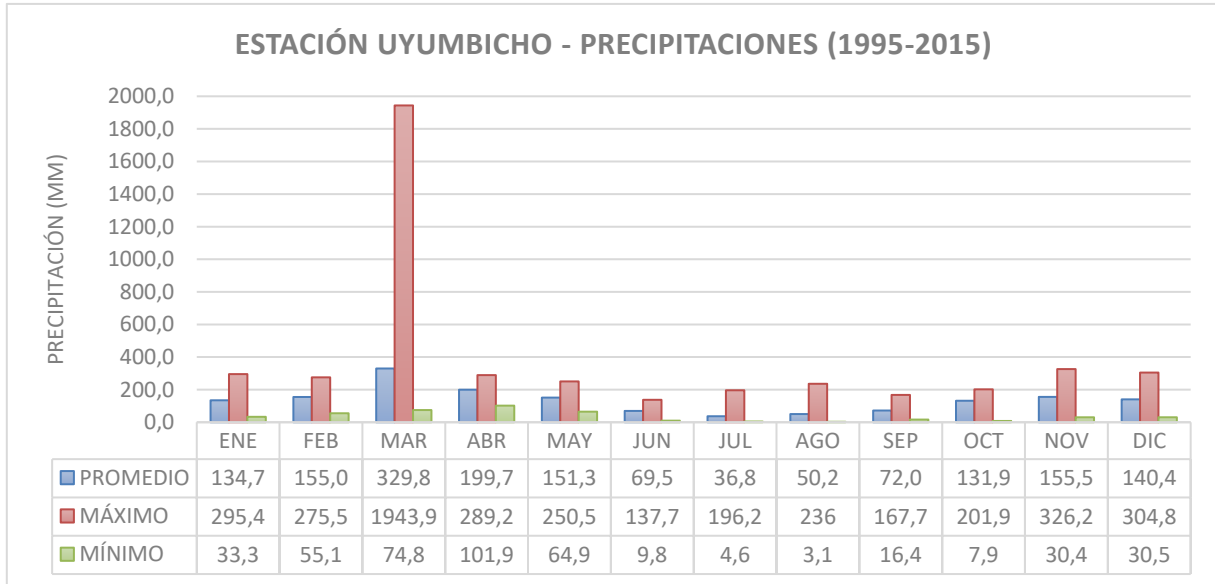
### 3.3.4 Información climática e hidrografía

La parroquia Cutuglagua se encuentra a una altitud de 2800 a 4200 m.s.n.m., esta información nos permite localizar a la parroquia en un piso climático cuyas características se especifican a continuación:

- Temperatura: 11.6C
- Humedad relativa: 79%
- Clima: Templado húmedo
- Precipitaciones: respecto a este parámetro se han tomado los datos generados en la estación Uyumbicho, cercana a la zona de estudio. El periodo analizado es de veinte y un años (1995-2015) y se realizó un análisis en función de los siguientes datos: precipitación mensual promedio, promedio máximo y promedio mínimo,

en un periodo de análisis de 20 años. De este estudio se obtuvo el gráfico que se presenta a continuación (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

**Figura No. 16 Hidrograma de precipitaciones de estación Uyumbicho**



Fuente: Estación Meteorológica Uyumbicho, 2017

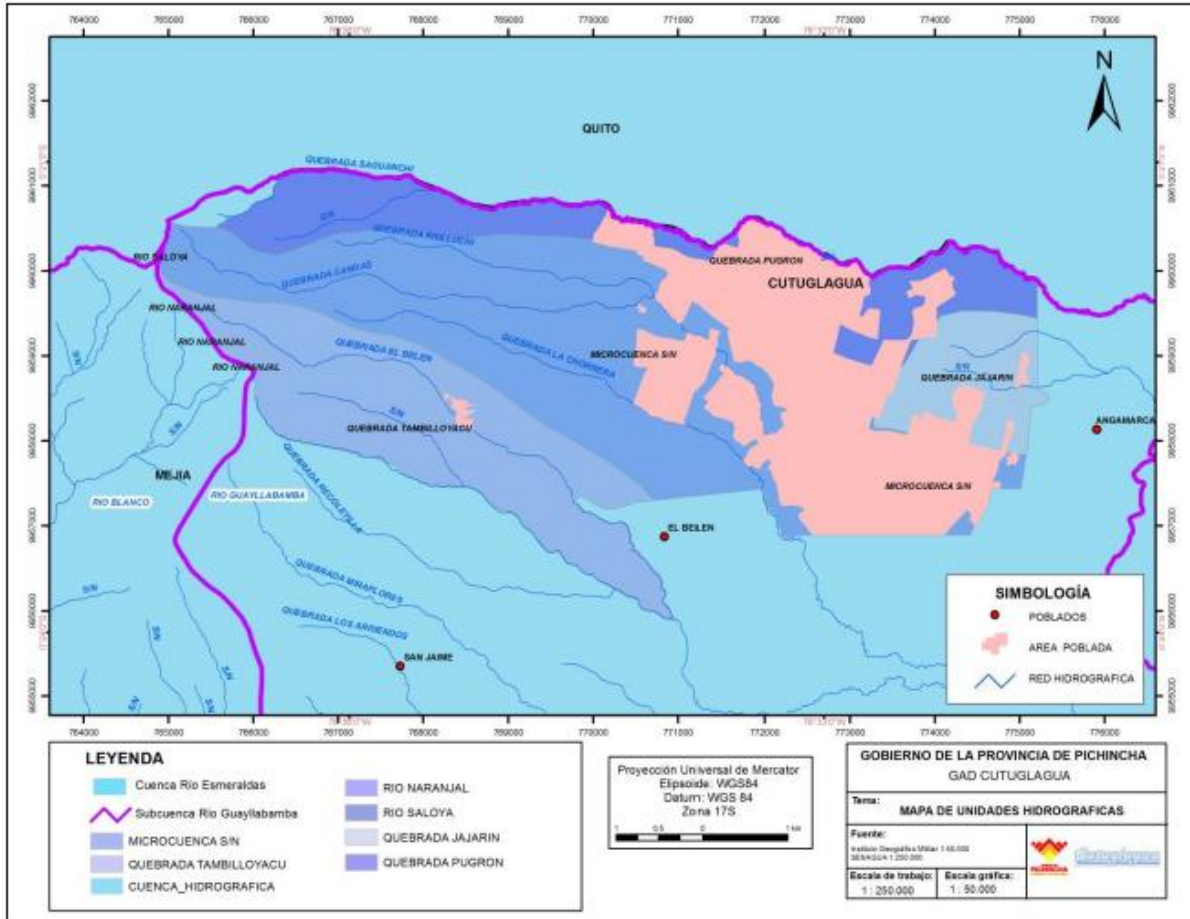
Como se puede observar, el mes que presenta una mayor cantidad de lluvia es el mes de marzo, en donde, la lluvia máxima promedio es de 1943.9mm en el año de 1997, y, la segunda mayor precipitación se presenta en el año 2010 con una lámina de 1114.2mm durante el mismo mes. En cuanto a la menor precipitación que se presente en el tiempo de análisis, periodo de veinte años, se puede mencionar la precipitación mínima de 3.1mm que se dio en el mes de agosto en el año 2004, así como, la precipitación de 4.6mm que se presenta en el mes de julio en el año 1997. Los datos mencionados se encuentran en el Anexo I.

Del análisis se puede concluir que la distribución de lluvias es bimodal, es decir se presenta un periodo de abundantes lluvias desde noviembre hasta mayo mientras que las lluvias son escasas en el periodo de junio a octubre.

Respecto a la hidrografía de la parroquia Cutuglagua, su territorio se encuentra en la microcuenca del río San Pedro, que alimenta a la subcuenca del río Guayllabamba a través del recurso generado en las vertientes de los volcanes Rucu Pichincha, Atacazo, Corazón, Illinizas, Rumiñahui, Sincholagua, Pasochoa, Ilaló y Cotopaxi; la cantidad de recurso hídrico que se

genera en las vertientes de estos volcanes pueden alcanzar aproximadamente 200 litros por segundo. Las principales quebradas existentes en esta parroquia son: Llullugchas, Jalupana, Canoas y Shushuri (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

**Figura No. 17 Mapa de hidrología de Cutuglagua**



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial de Cutuglagua, 2015 – 2019.

Como se puede observar en la figura anterior la zona de estudio tiene como principal cuerpo de drenaje la quebrada Chorrera, y se ubica en la Microcuenca S/N.

### 3.3.5 Ecosistemas frágiles y prioridades de conservación

El término "ecosistema" fue creado por Walterreck (1928), quien define esta palabra como un sistema en donde interaccionan seres bióticos y abióticos, en donde también se observa la

presencia de flujos de energía y ciclos de los elementos químicos (Fontana, 2014). En el Ecuador se ha utilizado un sistema de clasificación jerárquico que cuenta con seis niveles establecidos en función de los criterios determinados por IVC (Clasificación Internacional de la Vegetación) (Ministerio del Ambiente del Ecuador , 2012).

En términos generales la metodología utilizada para el Ecuador presenta los siguientes niveles: nivel I, establecido en función de la fisonomía; nivel II de acuerdo al macrobioclima; nivel III en función del relieve general, biogeografía, bioclima e inundabilidad; nivel IV de acuerdo a la biogeografía, macrorelieve, ombrotipo y fenología general; nivel V en función de mesorelieve, termotipo, caracterización fluvial y biogeografía; finalmente, se tiene el nivel VI en donde se considera la composición florística, tipos de aguas, pisos ecológicos, tipos de suelos, regímenes de perturbación, sustratos litológicos, fisonomía específica y geología (Ministerio del Ambiente del Ecuador , 2012).

De acuerdo con los criterios expuestos anteriormente, y en base a la información presentada en el diagnóstico del Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial de la parroquia de Cutuglagua (2015 – 2019), se encuentran los siguientes ecosistemas con prioridad de conservación alta:

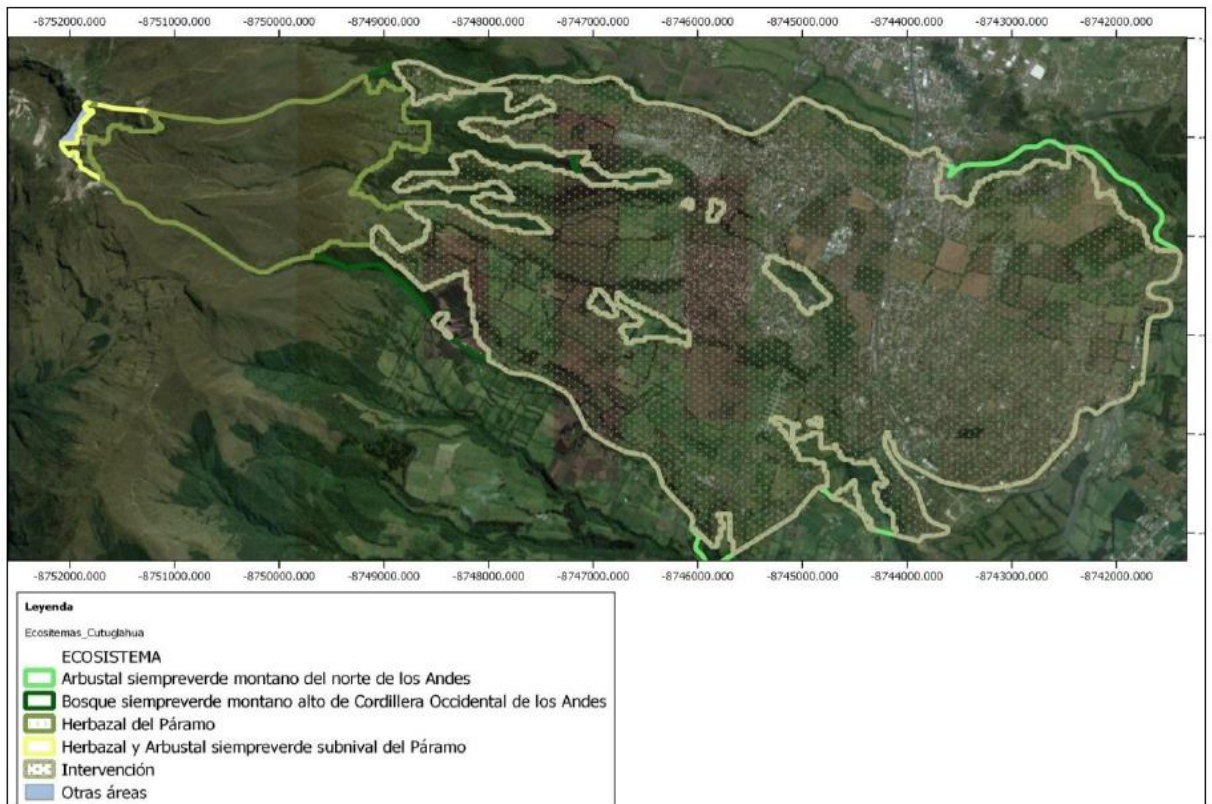
- Herbazal de páramo: Esta clasificación está conformada por un ecosistema de vegetación menos densa en comparación con el herbazal montano alto y montano alto superior de páramo, así mismo la diversidad que presenta este ecosistema es menor respecto a herbazal húmedo. Entre las principales funciones de este ecosistema se pueden mencionar la captación y filtración del agua, así como la preservación de la biodiversidad, entre otras.
- Arbustal siempreverde montano: Este tipo de ecosistemas se presenta con mayor frecuencia en áreas con escarpamentos rocosos, depósito de rocas glaciares y pendientes pronunciadas de arena, entre otros. Entre los principales servicios ambientales que genera el ecosistema analizado se puede mencionar la purificación del aire, regulación hídrica, entre otros.
- Herbazal y arbustal siempreverde subnivel de páramo: Este ecosistema se presenta con mayor frecuencia en laderas montañosas, planicies y crestas con suelos

medianamente bien drenados, entre otros. El servicio ambiental de este ecosistema es su función como refugio de fauna silvestre y belleza escénica.

- Bosque siempreverde montano: En este ecosistema se encuentran doseles de 20-35m de altura, los suelos característicos de este ecosistema son inceptisoles y andosoles de textura franco-limoso y franco-arcilloso. Entre los principales servicios ambientales que genera este ecosistema se pueden mencionar la producción de oxígeno, regulación hídrica, entre otras.

A continuación, se presenta una imagen en donde se puede distinguir la distribución de los ecosistemas con prioridad de conservación alta en toda la parroquia de Cutuglagua.

**Figura No. 18 Ortofotomapa ecosistemas**



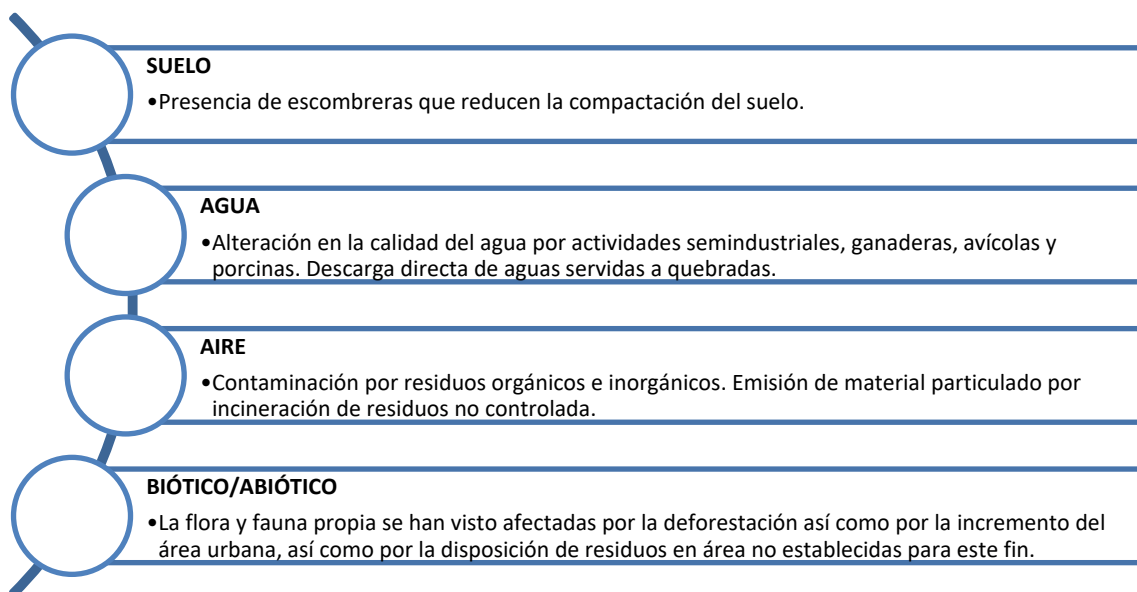
Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial de Cutuglagua, 2015  
– 2019.

### 3.3.6 Recursos naturales degradados

Los recursos naturales degradados son aquellos cuyas condiciones iniciales han cambiado como consecuencia de actividades antrópicas. Es decir, de acuerdo con la legislación ambiental vigente no se puede considerar como un recurso degradado a aquel que ha experimentado un deterioro en su calidad por causas naturales (Ministerio del Ambiente, 2003).

Para realizar el análisis del componente biótico se hace una división en dos grandes grupos: flora y fauna. En cuanto a la flora se ha documentado la existencia de especies nativas arbóreas como el *Weinmannia descencens* (Sarar), Chinchona (Carcarilla), *Podocarpus* (Romerillo); así como varias especies arbustivas. Respecto a la fauna, en el área de estudio se presentan conejos de monte, lobos, zorillos, pavas de monte, aves (platero, pechirrojos, colibrí, palomas de monte, golondrinas, tórtolas, mirlos), pez preñadilla, entre otros. Sin embargo, en el área de influencia directa sobre las fuentes de agua se encuentra especies domésticas como perros y gatos; especies de granja como gallinas, cerdos; así como también se puede observar la existencia de especies ganaderas como vacas y ovejas (GAD Cutuglagua, 2015-2019). Las especies de flora y fauna descritas son características de áreas con presencia de influencia antrópica, de esta forma también se pueden emitir criterios a cerca de la calidad esperada en los recursos como agua, suelo y aire. A continuación, se presenta un cuadro de conclusión:

**Figura No. 19 Descripción de recursos degradados**



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial Cutuglagua 2015 - 2019

### 3.3.7 Contaminación ambiental

En cuanto a los niveles de contaminación, es necesario establecer una estándar de comparación de parámetros o elegir una normativa que establezca niveles de concentración aceptables de compuestos contaminantes en agua, suelo y aire, respectivamente; pero considerando las inexistentes fuentes de financiamiento del presente proyecto se establecen las condiciones ambientales a partir de información secundaria expuesta en el Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia Cutuglagua y del cantón Mejía, tomando en cuenta que la realización de estos documentos se hizo a menos de tres años de la ejecución del presente proyecto.

A continuación, se presenta una matriz que recopila la información necesaria para identificar los impactos ambientales presentes en el área de estudio y principalmente sobre las fuentes de agua:

**Tabla No. 5 Matriz de identificación de impactos ambientales en el área de estudio**

<b>Recurso</b>	<b>Actividad / fuente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Servicio ambiental afectado</b>	<b>Estado de conservación recomendado</b>
Agua	Agricultura	Contaminación con pesticidas, herbicidas, metales, nutrientes que están presentes en los insumos de la agricultura	Aprovisionamiento	Las vertientes de captación de agua se encuentran en las zonas altas de la cuenca, aquí se pueden observar ecosistemas como el herbazal de páramo, arbustal
Agua	Ganadería	Contaminación con patógenos	Aprovisionamiento	siempreverde montano, herbazal y
Agua	Cambio de uso de suelo	Avance de la frontera agrícola y urbana	Regulación	arbustal siempreverde subnivel del páramo y

<b>Recurso</b>	<b>Actividad / fuente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Servicio ambiental afectado</b>	<b>Estado de conservación recomendado</b>
Agua	Descarga de aguas servidas	Sedimentos y acumulación de contaminantes del agua residual	Aprovisionamiento Hábitat	bosque siempre verde montano. La prioridad de conservación de estos ecosistemas es <b>alta</b> , sin embargo, las zonas cercanas a estos ecosistemas no tienen restricciones en cuanto a sus actividades.
Agua	Disposición de residuos sólidos	Contaminación por residuos sólidos	Hábitat	
Suelo	Disposición de residuos sólidos	Contaminación por residuos sólidos y lixiviados	Aprovisionamiento Hábitat	En la parroquia se distinguen varias coberturas y usos de suelo, sin embargo, es importante precisar que la zona de influencia directa sobre las fuentes hídricas o los ecosistemas en donde se encuentran las vertientes están caracterizados como áreas en proceso de urbanización, centro poblado y zona urbana; lo que determina genera mayor
Suelo	Cambio en el uso del suelo	Mayor presión sobre el suelo, deforestación y posterior desertificación	Aprovisionamiento Hábitat Regulación	
Suelo	Ganadería y agricultura	Cambio en la calidad del suelo por insumos agrícolas y residuos ganaderos	Hábitat Regulación	
Suelo	Incineración de residuos	Erosión del suelo, pérdida de características	Aprovisionamiento Hábitat	

Recurso	Actividad / fuente	Impacto	Servicio ambiental afectado	Estado de conservación recomendado
		por altas temperaturas		vulnerabilidad sobre los recursos. La conservación de este recurso debe ser redefinida en las áreas de influencia del recurso hídrico como <b>alta</b> .
Suelo	Letrinas	Contaminación al suelo por aguas residuales	Aprovisionamiento Hábitat Regulación	
Aire	Incineración de residuos y maleza	Emisión de material particulado	Aprovisionamiento	El área de estudio no cuenta con amplias zonas industriales que generen un riesgo considerable y por tanto necesidades de conservación mayor. Sin embargo, es necesario normar las actividades ya existentes por lo que se determinar una necesidad de conservación <b>media</b> .

Fuente: Elaboración propia

En el área de estudio se presentan actividades que generan diversos impactos ambientales sobre los recursos hídricos, de forma que se requiere medidas de conservación mayores en diferentes zonas, así como una reorganización respecto a los usos de suelo autorizados actualmente. Por otro lado, es necesario identificar los riesgos que se presentan en la zona, ya sean por condiciones ambientales propias como por condiciones externas a la parroquia que podrían afectar al uso del suelo; entre los riesgos que se presentan se puede mencionar: riesgo

volcánico, riesgo sísmico, riesgo de inundaciones, riesgo ambiental y riesgo de deslaves. Siendo el riesgo un producto de la probabilidad de ocurrencia por la magnitud de la amenaza, se asigna mayor valoración al riesgo sísmico ya que de acuerdo con el mapa de isoaceleraciones sísmica del terremoto del Ecuador, la parroquia Cutuglagua se ubica en la Zona IV de mayor peligro (Yépez, 2017).

En resumen, respecto al componente biofísico analizado, el principal problema identificado es el avance de la frontera agropecuaria – urbana sobre los ecosistemas frágiles, estos ecosistemas son los que albergan las vertientes de agua que abastecen a la población. Es necesario mencionar que los ecosistemas que se presentan en la parroquia son un potencial para el desarrollo del turismo, así como también la cercanía de esta parroquia a la ciudad de Quito, este polo representa una posibilidad de desarrollo.

### **3.4 Características sociales y de asentamientos humanos**

#### **3.4.1 Introducción**

La caracterización de los asentamientos humanos de la parroquia Cutuglagua debe considerar el origen de la población, mismo que es el producto de procesos migratorios desde la sierra central del país con destino al Distrito Metropolitano de Quito, la cercanía de esta parroquia al DMQ ha generado un crecimiento acelerado y desordenado de la población. Esto se evidencia a través de los datos generados en los censos realizados por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), mismos que se presentan a continuación:

**Tabla No. 6 Resultados del censo 2001 y 2010 para la parroquia Cutuglagua**

<b>CENSO</b>	<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>
V CENSO	1990	3.593
VI CENSO	2001	9.987
VII CENSO	2010	16.746

Fuente: INEC, 2010

Como se puede observar en los datos presentados, del censo 2001 al censo 2010 se identifica un incremento de la población en un 67.68%, sin embargo, los datos presentados tienen cierto margen de error ya que las personas que se han movilizad, en muchos casos, no actualizan su lugar de residencia. El crecimiento de la población incrementa también la demanda de servicios básicos, así como de vías de acceso y conectividad adecuadas. En función de las proyecciones de crecimiento se espera que en el 2020 la parroquia de Cutuglagua alcance un número de habitantes de 22.000 (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

Entre las profesiones encontradas con mayor frecuencia en la población se pueden mencionar las siguientes: jornaleros/as de agricultura y albañilería, y vendedores ambulantes, además existen en menor cantidad comerciantes de víveres y productos de agricultura (SIGMA Consultores, 2015-2019). De la población total que habita en la zona se identifica que aproximadamente el 56% son menores de 25 años mientras que el 39% corresponde a personas entre 26 – 65 años, y el 5% restante representa a población mayor a 65 años. Además, la mayor cantidad de población se identifica como mestiza (79%), un grupo menor se identifica como indígena (13%) y un porcentaje aún menor se identifica como blanca (2,67%), el porcentaje restante corresponde a grupos como afroecuatorianos/afrodescendientes, negro/a, mulato, montubio y otros. De este análisis se desprende que la población en edad de trabajar corresponde al 56% de la población total, siendo ligeramente predominante el número de mujeres sobre el número de hombres (GAD Cutuglagua, 2015-2019). Es importante mencionar que, la producción de la actividad agrícola que se realiza en esta parroquia se destina, en su mayoría, para autoconsumo. Las condiciones del terreno (alta fertilidad) y el bajo costo que presentan los mismos, permite la adecuación de “huertos familiares”, entre los que se puede encontrar con mayor frecuencia cultivos de papas y maíz entre otros.

**Figura No. 20 Fotografía de viviendas con huertos urbanos familiares**



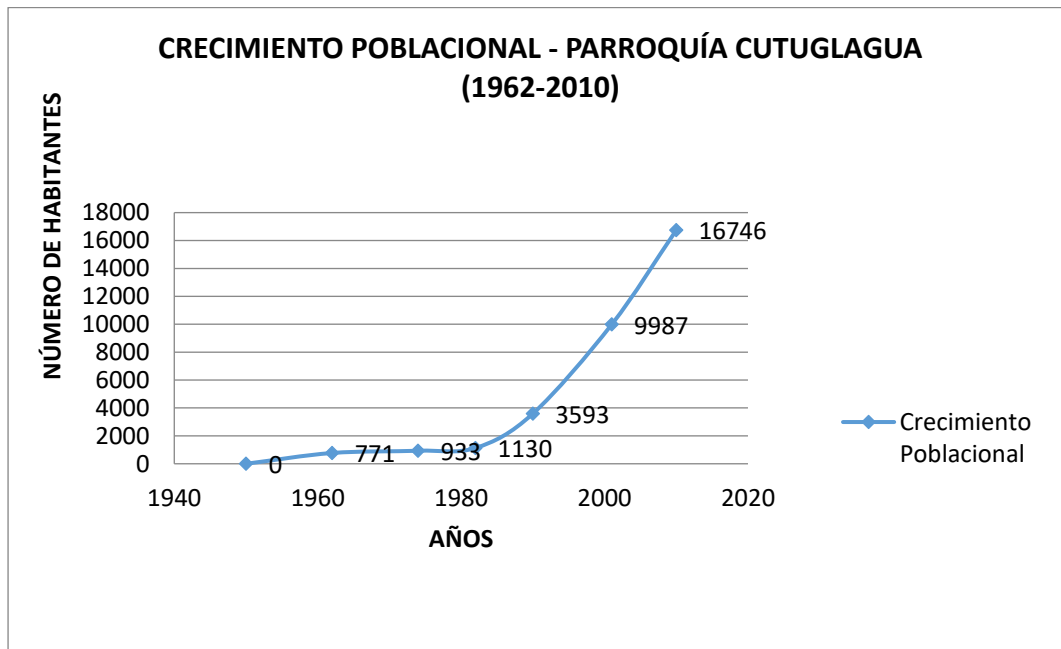
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, es importante mencionar la existencia de empresas de: elaboración de bloque y otros materiales pétreos, una empresa de chatarra y de productos lácteos.

### 3.4.2 Análisis demográfico

Como se mencionó en las características generales del componente social, el incremento de la población en el periodo 2001 y 2010 se aproxima a un 68%, este porcentaje se representa a través de un gráfico histórico de los datos de crecimiento poblacional obtenidos desde el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

**Figura No. 21 Crecimiento poblacional en la parroquia Cutuglagua (1962-2010)**



FUENTE: CENSOS ECUADOR, INEC 2016

ELABORADO PROPIA

El rápido crecimiento poblacional de la parroquia, inducido de alguna manera por la cercanía de esta a polos de desarrollo como Quito y Machachi, dio lugar a asentamientos humanos no planificados, que a la vez generaron demandas insatisfechas de servicios básicos, entre los cuales se puede mencionar el abastecimiento de agua potable así como el sistema de

alcantarillado público, este último da lugar a una disposición de residuos perjudicial para la salud de la población y que contamina recursos naturales existentes en la zona. Es importante mencionar que a pesar del crecimiento acelerado que presenta Cutuglagua (proyección de 22.270 habitantes en el 2020), no ha cambiado su denominación de parroquia rural a urbana del cantón Mejía. A pesar de ser la segunda parroquia más pequeña del cantón Mejía, Cutuglagua tiene una densidad poblacional de 590 habitantes por Km<sup>2</sup> (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

La información correspondiente a la composición en edad de la población así como la autoidentificación étnica se presentón en la introducción de este apartado.

### 3.4.3 Educación y salud

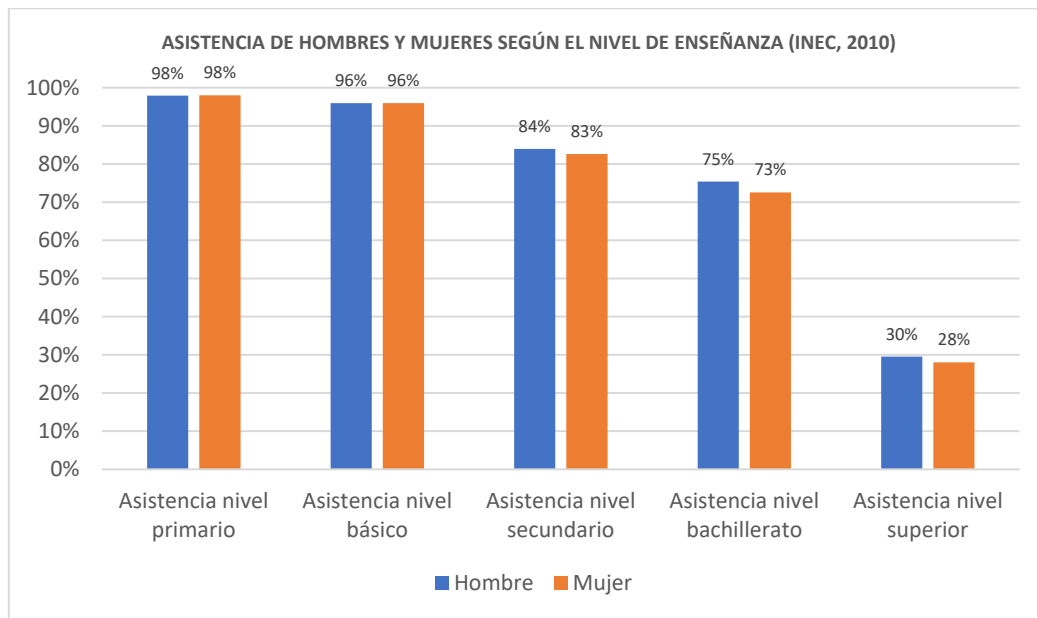
En el territorio de la parroquia Cutuglagua es palpable la falta de centros educativos en todos sus niveles en función de la cantidad de habitantes existentes, de forma que parte de los niños y jóvenes deben trasladarse a Quito o Machachi para cursar sus estudios. En términos generales existen: seis centros infantiles, una escuela y tres unidades educativas (inicial, escuela y colegio), esta información se obtuvo a través de la visita realizada en campo.

En función de la información presentada en el Plan de desarrollo estratégico y ordenamiento territorial de la parroquia de Cutuglagua, 2015; el 98% de los niños y niñas de la parroquia entre 6 y 11 años asistente a establecimiento de enseñanza de nivel primario, el 96% de niños y niñas entre 5 y 14 años asisten a centros de educación básica, mientras que respecto al nivel secundario asisten el 83% de hombres y mujeres; en cuanto al ciclo de bachillerato asisten el 75% de hombres y el 72% de mujeres. Finalmente, la asistencia a una institución de nivel superior para hombres representa el 30% mientras que para las mujeres se tiene un porcentaje del 28%, es importante especificar que dentro de la parroquia no existen centros de enseñanza de este nivel por lo que obligatoriamente deben movilizarse a otros sitios del país.

En conclusión, Cutuglagua presenta una tasa de analfabetismo de 9.28%, en donde aproximadamente el 50% de los habitantes de esta parroquia tienen como máximo nivel de instrucción la primaria, mientras que el 25% terminó la secundaria y solamente el 7% terminó

o asistió al ciclo bachillerato, superior y posgrado (GAD Cutuglagua, 2015-2019). A continuación se presenta un gráfico en el que se exhiben los resultados del análisis:

**Figura No. 22 Asistencia de hombres y mujeres en función del nivel de enseñanza**



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial de Cutuglagua, 2015 – 2019.

En cuanto a la salud, la parroquia cuenta con un sub centro de salud pública y para tener una visión general del estado de la población se analizan los datos obtenidos en el año 2011; en donde se presentó una tasa de mortalidad general de 0,11%, mientras que en ese mismo periodo se presentaron 87 nacimientos de los cuales el 85% fueron asistidos profesionalmente y el 15% restante no tuvieron asistencia. Por otro lado también se presenta un índice de 17.55 de embarazo adolescente mayor al índice del cantón de 16.64, estos valores también representan la dificultad de las mujeres para continuar con sus estudios (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

Respecto a la discapacidad, en el censo 2010 se presentaron 835 casos de discapacidad: 45.98% corresponde a población con discapacidad físico – motora, 20% representa la población con discapacidad auditiva, 17.6% corresponde a población con discapacidad visual, el 11,02%

representa la discapacidad mental y el 5.4% corresponde a la población con discapacidad psiquiátrica; por otro lado se presentan 72 personas que asisten a educación especial (GAD Cutuglagua, 2015-2019). En cuanto al perfil epidemiológico de la parroquia se encontró como primera causa de muerte los accidentes de transporte, seguido por enfermedades de corazón, cerebrovasculares, diabetes y neumonía respectivamente. En función de las enfermedades presentadas, no se puede establecer una relación con las condiciones de saneamiento de la parroquia. Sin embargo, es necesario mencionar que esta parroquia encabeza las estadísticas de desnutrición infantil, lo que podría ser atacada a través de una adecuada gestión del recurso hídrico. Hay que considerar que en la parroquia existe un sub-centro de salud, el mismo cuenta con diez especialidades que atienden en diferentes horarios. Esta infraestructura no abastece a la población actual de la parroquia (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

#### 3.4.4 Necesidades básicas insatisfechas

La pobreza medida a través de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) es un índice que considera cinco parámetros, fue desarrollada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en los 80's. Cada parámetro analizado cuenta con indicadores que calculan privaciones, estos se mencionan a continuación (INEC, 2018):

- Capacidad económica
- Acceso a educación básica
- Acceso a vivienda
- Acceso a servicios básicos
- Hacinamiento

Para fines del presente estudio, se analizará la pobreza desde el parámetro de acceso a servicios básicos, este cuenta con índices que miden las condiciones sanitarias del lugar habitado, es decir se considera un hogar pobre si no cuenta con servicio higiénico o si lo tiene, y este se conecta a un pozo ciego o letrina; si el agua que abastece a la vivienda no está conectada a la red pública o a una fuente de tubería (INEC, 2018).

La parroquia de Cutuglagua presenta aproximadamente un 30% de la población dentro del rango de pobreza extrema por el índice de NBI, este resultado se traduce en servicios básicos

insatisfechos en la parroquia. Por otro lado, en los barrios involucrados en el presente análisis, aquellos abastecidos por la vertiente “La Merced”, se observa abastecimiento a través de tubería conectada a un sistema de cloración previo. A continuación se presenta una tabla en donde se puede observar el estado de estos barrios respecto a sus necesidades básicas:

**TABLA No. 7 ESTADO DE SERVICIOS BÁSICO EN BARRIOS ABASTECIDOS POR LA VERTIENTE LA MERCED**

<b>BARRIOS</b>	Servicio de suministro de agua conectado a tubería	Alcantarillado (Sistema de aguas servidas)	Recolección de residuos
Barrio Central	100%	100%	100%
Alisuco	100%	100%	100%
La Unión	100%	100%	100%

Fuente: Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015 – 2019, GAD Mejía

Como se puede observar en la tabla anterior, los barrios abastecidos por la vertiente “La Merced” están cubiertos al 100% en cuanto a servicios básicos. Sin embargo, es necesario especificar que el área aledaña a la zona de la vertiente se encuentra actualmente habitada, lo que ha generado posibles focos de contaminación. De forma que la cobertura de servicios básicos en los barrios aledaños también son de importancia para el presente estudio.

#### 3.4.5 Patrimonio cultural tangible y conocimiento ancestral

En cuanto al patrimonio tangible se pueden mencionar diez y ocho lugares que constituyen este patrimonio, de los cuales cuatro se relacionan con patrimonio intangible, a continuación se detallan los cuatro antes mencionados:

**TABLA No. 8 RELACIÓN ENTRE EL PATRIMONIO TANGIBLE E INTANGIBLE DE LA PARROQUIA**

<b>TANGIBLE</b>	<b>INTANGIBLE</b>
El Atacaso, senderos, mirador natural	Aniversario de parroquialización
Hacienda El Turin: la cascada de Canoas	Grupos de danza
Loma de Santa Rosa	Señor de Gran Poder “Santa Catalina”
Vertiente de Shushuri	Misa del Niño Jesús: Priestes de los barrios

Fuente: Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015 – 2019, GAD Mejía

Como se puede observar en el cuadro anterior, la parroquia cuenta con patrimonio tangible e intangible. Del cuadro presentado se puede concluir que el patrimonio tangible está relacionado con el relieve montañoso de la zona, es decir la riqueza natural y paisajística existente en el lugar.

### **3.5 Características económicas**

En cuanto a las características económicas, es necesario precisar que la parroquia se encuentra en proceso de consolidación, de forma que los negocios que existen en al área de estudio responden a las necesidades de los habitantes, es decir, son de tipo comercial. En la parroquia se observa la presencia de microempresas de tipo familiar, por ejemplo: elaboración de bloque, chatarra y productos lácteos; estas microempresas tienen proyección de crecimiento (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

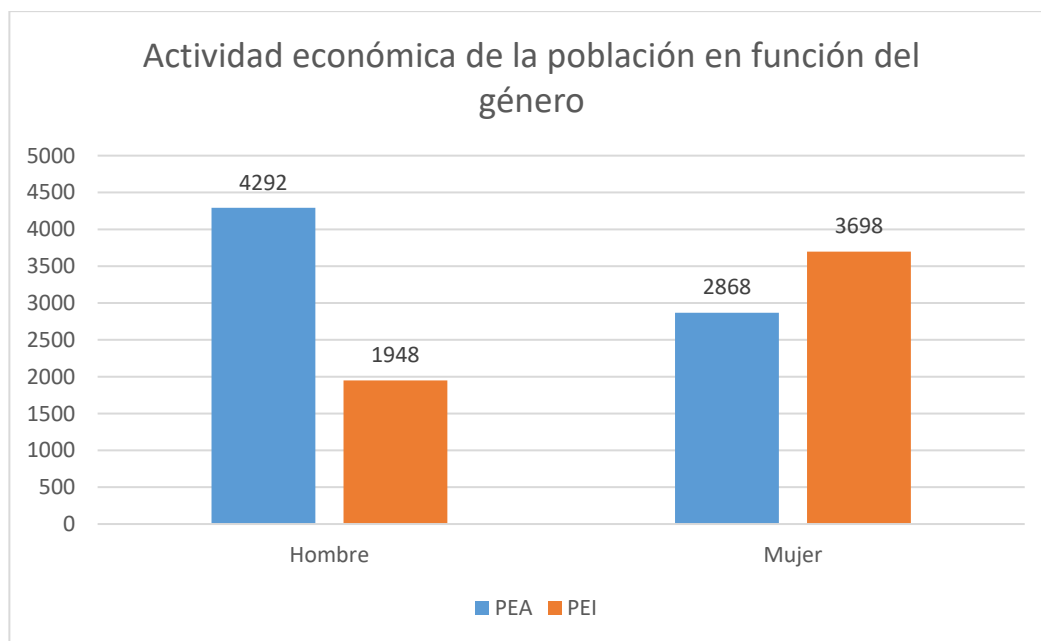
De acuerdo con la composición de la población por edades que se presenta en la parroquia, se puede concluir que la misma presenta una tasa de dependencia de 66.33% de acuerdo al INEC. De los adolescentes que viven en la parroquia aproximadamente el 14.40% se encuentran laborando, lo que representa la segunda cifra más alta a nivel cantonal, formando así parte de la población económicamente activa. La Población Económicamente Activa (PEA) de la parroquia se dedica en su mayoría al comercio por mayor y por menor (18.6%), después se presenta el sector de la población dedicado a la industria de manufactura (16.7%), y

finalmente se puede mencionar el sector de la construcción (14.06%) como los más representativos. De los establecimientos que dinamizan la economía en la parroquia el 40% se dedica al comercio, seguido por el 38% dedicado a la prestación de servicios (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

### 3.5.1 Trabajo y empleo

Para analizar el componente de trabajo y empleo es necesario considerar los datos que se han generado respecto a la población económicamente activa, mismos que son obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) y hacen referencia a toda la parroquia. A continuación se presentan los datos de la población económicamente activa correspondiente al CENSO 2010:

**Figura No. 23 Asistencia de hombres y mujeres en función del nivel de enseñanza**



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial de Cutuglagua, 2015 – 2019.

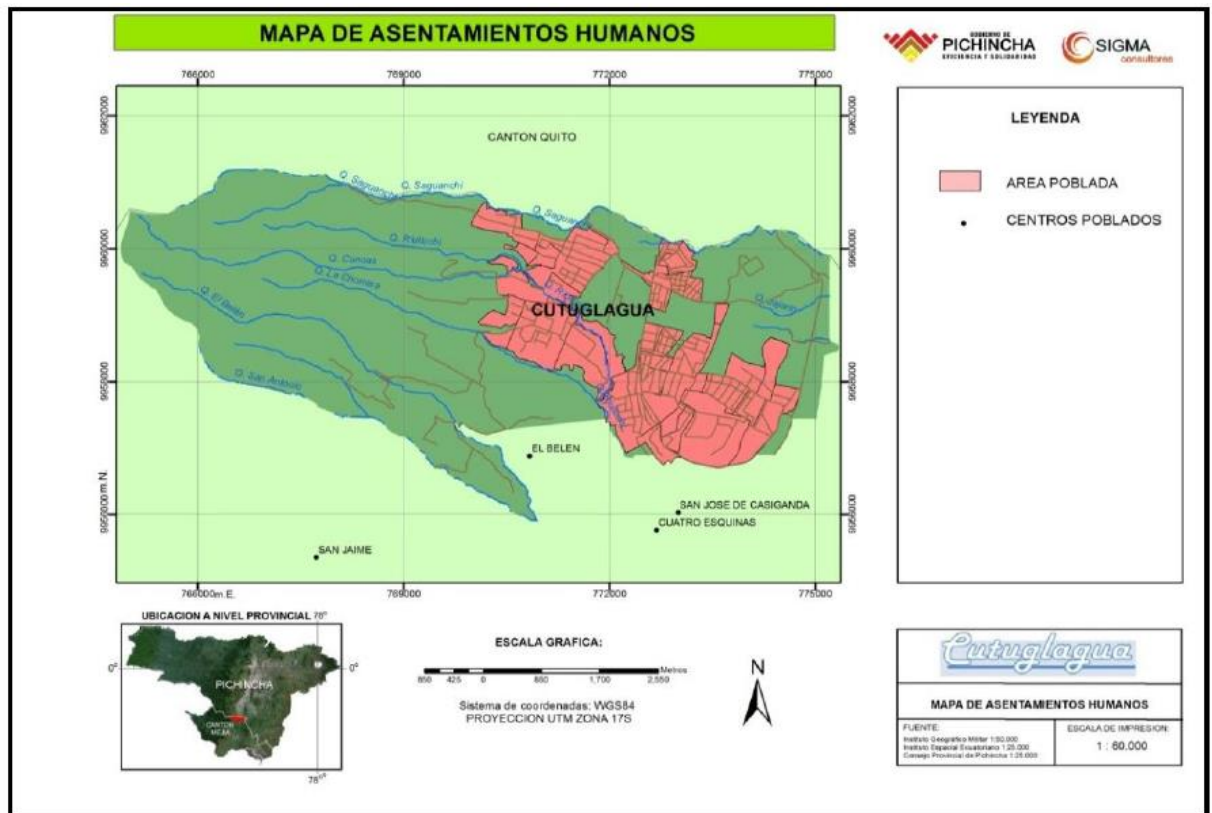
Como se puede observar en el gráfico en los datos de la población económicamente inactiva existe un mayor porcentaje de mujeres (65%) en esta clasificación, mientras que en la población económicamente activa existe mayor porcentaje de hombres (59.9%). Estos datos

pueden ser utilizados como base para la mano de obra que se podría utilizar en la Planificación hídrica de la Vertiente “La Merced”. Actualmente en la parroquia existen altos índices de adolescentes que trabajan en lugar de estudiar, esto definitivamente afectará los factores de desarrollo de la parroquia (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

### 3.6 Características de los asentamientos humanos

Los asentamientos humanos que se presentan en el área de estudio responden a las necesidades de la población, tanto propia como extranjera. El diagnóstico de dichos asentamientos permiten establecer el uso del suelo así como su posible uso futuro en función del desarrollo, considerando entre los factores, los vínculos que existen entre las zonas habitadas, centros de desarrollo, recursos existentes, entre otros. A continuación se presenta un mapa en dónde se puede observar la distribución de los asentación humanos en la parroquia de Cutuglagua.

**Figura No. 24 Mapa de asentamientos humanos en la parroquia Cutuglagua**

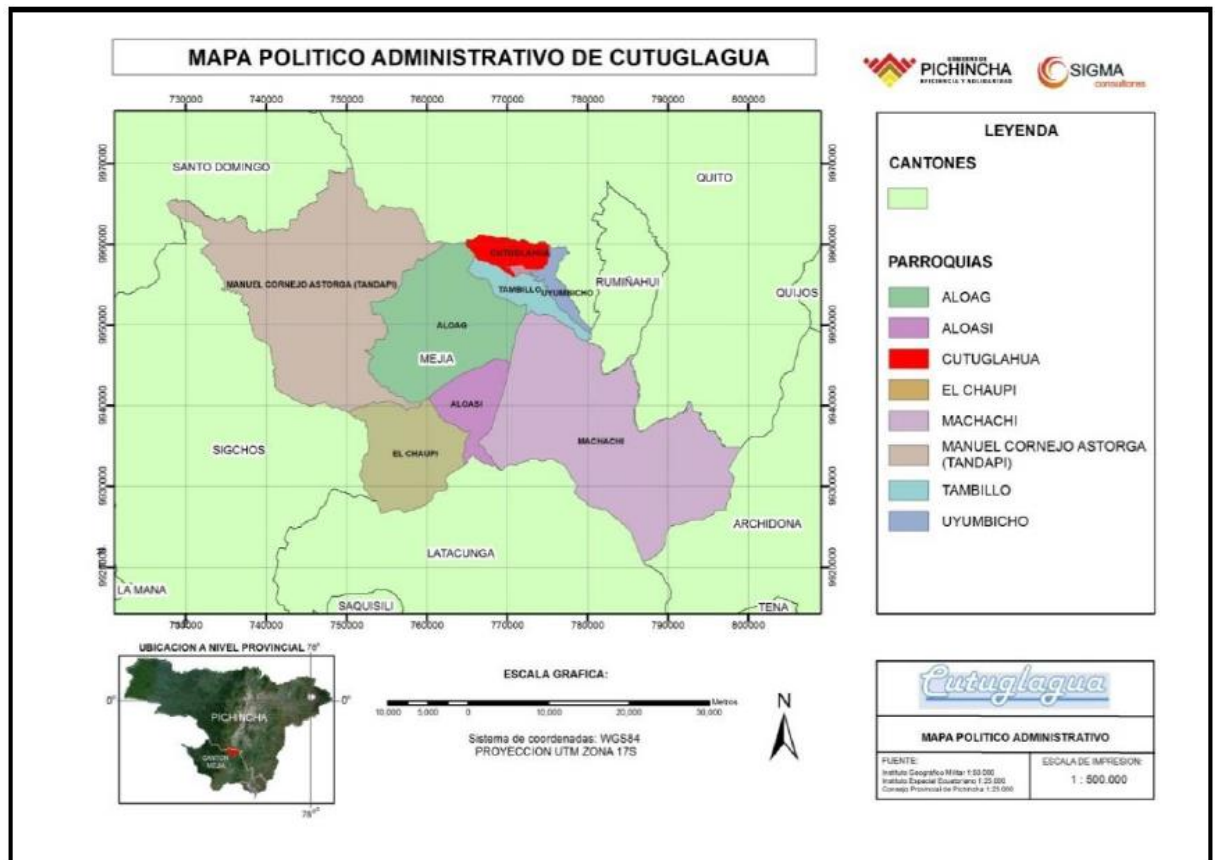


Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial, 2015 – 2019.

Como se puede observar en el gráfico los asentamientos humanos han avanzado hasta el borde superior de la quebrada “Riulluchi”, a esta quebrada escurre el agua que se genera en la vertiente “La Merced”.

Los asentamientos humanos que se presentan en la parroquia Cutuglagua forman parte de un sistema polinuclear conformado por esta parroquia, y las parroquias de Tambillo y Uyumbicho, sin embargo el crecimiento que experimenta Cutuglagua es mayor que el de las otras antes mencionadas. La centralidad Machachi-Aloasi-Aloag posiblemente será superada en número de habitantes por la centralidad Uyumbicho-Cutuglagua-Tambillo, esto se puede atribuir a factores como la cercanía al DMQ que es un polo de desarrollo y al acceso a las avenidas Simon Bolivar y Panamericana que conecta con la ciudad de Quito y el cantón Rumiñahui

**Figura No. 25 Mapa administrativo de Cutuglagua**



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial, 2015 – 2019

En el caso de la parroquia de Cutuglagua, los asentamientos se encuentran divididos (este y oeste) por el cruce de la vía Panamericana, sin embargo el desarrollo es parecido en ambas zonas, por lo que la implementación vial sería una acción adecuada para la consolidación de la parroquia. Dada la cercanía con la ciudad de Quito, es decir a la zona urbana, el crecimiento de la parroquia no fue controlado y muchas de las haciendas existentes en el lugar se lotizaron sin ningún control. En esta parroquia existen barrios que no cuentan con una titularidad legal de tierras por lo que se presenta un problema evidente respecto a asentamientos irregulares (invasiones). Muchas de estas construcciones se presentan en el margen de las quebradas, entre estas la quebrada “Riulluchi”. Es importante mencionar que la vocación principal del suelo de Cutuglagua es agrícola por lo que se ha ubicado en esta parroquia la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, así también existen terrenos de la Empresa de Agua Potable de Quito, esto también condiciona la regulación en cuanto a la tenencia y uso del suelo.

En cuanto a la ocupación del territorio, el crecimiento es muy disperso llegando a una densidad de 2,94 viviendas por hectáreas, así también el crecimiento es poco especializado, el uso es casi exclusivo de vivienda, existe actividad comercial puntual, las casas cuentan con un terreno de siembra de consumo familiar.

Respecto a la conexión a la red pública de alcantarillado, el 45.62% de la población está conectado mientras que el 54.38% no tiene conexión a la red pública. En cuanto a la recolección de basura el 89.43% cuenta con recolección por carro municipal.

En cuanto a la administración del agua de consumo, esto se realiza a través de las juntas de agua, mismas que manejan las fuentes que se detallan a continuación con los porcentajes respectivos:

- Red pública (23.4%)
- De pozo (9.9%)
- De río, vertiente, acequia o canal (64.1%)
- De carro repartidor (0.3%)
- Otro (Agua de lluvia) (2.3%)

Como se puede observar la mayoría de caudal captado para distribución proviene de ríos, vertientes, acequias o canales. Este es un punto determinante para el establecimiento de

planificación hídrica en diferentes zonas con el fin de asegurar la permanencia del recurso para futuras generaciones. Esta premisa también respalda la elaboración de un plan de gestión del recurso hídrico con el fin de proteger las posibles zonas de recarga y regularizar el uso de suelo en el área de estudio.

### 3.6.1 Seguridad y soberanía alimentaria

En la parroquia el cultivo que más superficie ocupa, con 20 hectáreas, es el maíz, aunque su rendimiento promedio (1.20Ton/Ha) no es alto al compararlo con las 10 hectáreas utilizadas para el cultivo de hortalizas cuyo rendimiento promedio es de 35Ton/Ha. Finalmente en igual superficie de uso está el cultivo de papas que también tiene un rendimiento superior al del maíz con 9 toneladas métricas por hectárea en promedio (Equipo PDOT GAD Mejía, 2014).

La producción que se presenta en el área de estudio no abastece a la población de toda la parroquia, la agricultura de la zona es más de tipo familiar, de forma que los productos que abastecen a la parroquia provienen principalmente de Machachi (GAD Cutuglagua, 2015-2019).

## 3.7 Características hidrológicas de la cuenca Esmeraldas – Vertiente “La Merced”

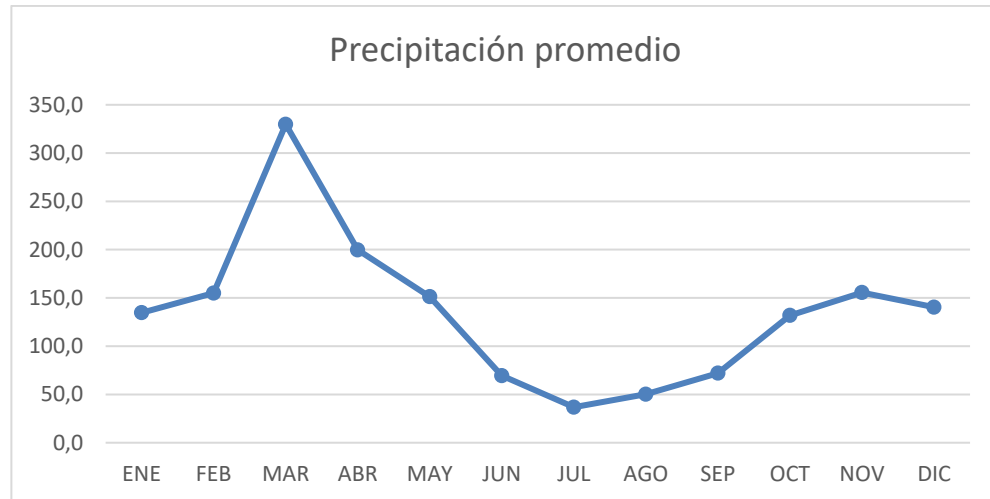
Para profundizar en el estudio de las características de la vertiente “La Merced” es necesario realizar una revisión general de las características hidrológicas de la Demarcación Hidrográfica Esmeraldas, misma que recibe el caudal de la vertiente “La Merced” en la cuenca ES-03.

### 3.7.1 Análisis de datos pluviométricos con un periodo de retorno de veinte y un años (1995-2015)

Para el análisis pluviométrico de la zona de estudio se utilizó los datos generados en la estación Uyumbicho (M113), ubicada en la cuenca del río San Pedro (Coordenadas UTM: 775507E, 9956852N) en una altitud de 2740 m.s.n.m., presenta una temperatura media de 13.9°C, la evapotranspiración potencial mensual máxima es de 58mm y la mínima es de

51.3mm ya que es una de las más cercanas al área de interés. Los datos analizados se presentan a continuación:

**Figura No. 26 Precipitación promedio de la estación Uyumbicho en 21 años**



Fuente: Estación meteorológica Uyumbicho, 2018

En el gráfico se puede observar dos épocas bien diferenciadas, una es seca y la otra lluviosa. El volumen total de recursos hídricos superficiales en la demarcación hidrográfica Esmeraldas es 41.983 hm<sup>3</sup> con una lámina de escorrentía anual de 1310 mm. Entre las cinco cuencas que componen esta demarcación, el volumen máximo de escorrentía media anual se produjo en la cuenca del río Esmeraldas, con un valor de 20754 hm<sup>3</sup>, que representan el 49,4% de la escorrentía en la DH Esmeraldas; el volumen mínimo de escorrentía se produjo en la cuenca del río Muisne, con un valor de 1413 hm<sup>3</sup>, que representan el 3,4% de la escorrentía en la demarcación. La vertiente “La Merced” produce un afluente que se depositaría en la cuenca del río Guayllabamba (ES-03) en caso de no ser captada, este aporte es de 3.1 litro por segundo aproximadamente, proviene de tres vertientes que se encuentran al interior de la hacienda “La Merced” a la demarcación hidrográfica Esmeraldas (Concesión del Derecho de Uso de Agua, 2008).

### 3.7.2 Uso del suelo en las zonas de recarga de agua

El uso del suelo y su conservación está directamente relacionado con la conservación del recurso hídrico partiendo de un enfoque ecosistémico; en el caso de la Demarcación

Hidrográfica Esmeraldas se ha establecido una relación entre la pendiente que se presenta en la zona y la regulación establecida para el uso del territorio. A continuación se presenta un cuadro en donde se puede observar la disposición sobre el uso del suelo con diferentes gradientes en donde también se considero las demandas de la población local:

**Figura No. 27 Disposiciones sobre el uso del suelo con diferentes gradientes**

GRADIENTE	REGULACIÓN
0-5%	Pendientes débiles, se puede realizar mecanización agrícola
5-12%	Pendientes suaves, actividades agrícolas no mecanizadas
12-25%	Pendientes irregulares, actividades agrícolas no mecanizadas ni labranza excesiva
25-50%	Presenta peligro de erosión y probabilidad de movimiento de masas de tierra, apto para desarrollar agroforestería
50-70%	Se recomienda cobertura arborea, estos pueden ser para fines de producción. No realizar prácticas agrícolas
>70%	No se puede realizar ninguna actividad y se puede destinar para fines de conservación

Fuente: (CISPDR, 2016)

En la Demarcación Hidrográfica Esmeraldas (3,204,253 Ha), de acuerdo con la información del MAGAP, usa el suelos de acuerdo con la siguiente distribución:

- 17,6% del territorio corresponde a tierras cultivadas
- 21.2% del territorio está dedicada a pastizales
- 53.2% tierras forestales
- 0.7% suelo urbano
- 1% cuerpos de agua
- 6.4% otras tierras

Dentro de la DH Esmeraldas, se encuentran el área de interés para el presente estudio, la cuenca Guayllabamba (ES-03), en esta cuenca el uso del terreno se realiza de acuerdo con la tabla que se expone a continuación:

**Figura No. 28 Uso actual del suelo en la cuenca Guayllabamba**

No	Cuenca	Uso del suelo						Total
		Tierras cultivadas	Pastizales	Tierras forestales	Suelo urbano	Cuerpos de agua	Otros	
ES-03	Guayllabamba	24.7%	15.15%	39.05%	2.17%	0.83%	18.1%	100%
		226889	139116	358592	19974	7646	165969	918185

Fuente: (CISPDR, 2016)

En la cuenca de interés, se observa que la mayor parte del suelo (39.05%) está dedicado a un uso de tierra forestales, seguido por un 24.7% de extensión dedicada a tierras cultivadas. Esta es una realidad que se evidencia en el área de interés pues en la zona de estudio se observa la presencia de áreas urbanizadas y domicilios con terreno dedicado a la agricultura familiar.

### 3.7.3 Crecimiento Poblacional relacionado con la demanda de agua

En la parroquia Cutuglagua se presenta una tasa de crecimiento del 16.18%, en los últimos años la curva de crecimiento de la población tiene una tendencia exponencial. El crecimiento de la población es directamente proporcional a la demanda de los recursos, entre ellos el recurso hídrico. En el presente estudio se realiza un análisis de la demanda de agua para usos consuntivos a nivel de cuenca (ES-03).

La demanda de agua para usos consuntivos considera la dotación de agua a la población. En el caso de la dotación de agua para uso doméstico en la región Sierra para el sector rural se determina que en el periodo 2010 – 2035 una variación de la demanda de agua de 86 l/hab/día a 100 l/hab/día. Por otro lado, en cuanto a la dotación de agua por día para agricultura, se realiza una diferenciación entre riego y pasto, en el primer caso se tiene una variación de 339-336 (mm de lámina de agua) en un periodo de 2010 – 2035, en el segundo caso se observa una lámina de agua constante e igual a 428mm, en el periodo 2010 – 2035. Para la dotación de agua para ganadería en la DH Esmeraldas se realiza una diferenciación entre ganado menor, mayor y aves.

En el ganado mayor se tiene un incremento de 5 l/cab/día (35 l/cab/día – 40 l/cab/día) para ganado mayor en el periodo 2010-2035, en el caso de ganado menor se presenta un incremento de 5 l/cab/día (15 l/cab/día – 20 l/cab/día) en el mismo periodo, mientras que para aves se tiene una variación de 0.15 l/cab/día a 0.20 l/cab/día en el periodo 2010-2035. En el caso del área de estudio no se realizan actividades de acuicultura por lo que no se considera este valor en el análisis, así como tampoco se considera el riego a jardines, ya que en el caso del área analizada se tiene área de terreno dedicadas a la agricultura familiar.

Respecto a la eficiencia en el uso del recurso, la existencia de bibliografía es escasa por lo que se usa como base la información publicada por CISPDR, 2016, en el Plan Hidraulico Regional de Demarcación Hidrografica Esmeraldas; en este documento se especifica que la tasa de pérdida de agua difiere de manera muy demostrativa en función de las escalas de abastecimiento de agua, infraestructura y capacidad de gestión. Además en este punto es necesario considerar conexiones clandestinas que afecten al caudal de consumo.

En el caso del área de estudio el aprovechamiento de las vertientes se realiza desde el año de 1979, es en este mismo año se realizan obras de captación, conducción, almacenamiento y distribución para la población beneficiaria, el diseño de estas estructuras se realiza con un periodo de planificación de 20 años, a continuación se presentan los datos de diseño:

- Periodo de diseño: 20 años
- Población futura calculada: 984 habitantes
- Dotación de agua futura: 180 l/día/habitante
- Caudal de consumo medio diario: 2.05 l/s
- Caudal de consumo máximo diario: 3.08 l/s
- Caudal de captación: 3.28 l/s

Como se puede observar en los datos presentados, el diseño cubre el periodo planificado, es importante mencionar que en el año 1996 se concesiona un caudal de 3.107 litros por segundo a la Junta de Aguas de tres vertientes de la Hacienda “La Merced”. Actualmente, superado el periodo de diseño en 9 años, es palpable la reducción del caudal de captación de las vertientes así como también se visibiliza los problemas en el uso del recurso hídrico. En la planificación realizada se especificó que después del periodo de planificación existiría un déficit hídrico de

0.173 l/s. Entre las recomendaciones más relevantes para la implementación del diseño se debe mencionar que consta un proceso de reforestación y cuidado de la zona cercana a las vertientes para asegurar la permanencia del recurso. La concesión realizada para el aprovechamiento de estas vertientes es únicamente para uso doméstico sin embargo se observó durante la visita de campo el incremento de área dedicadas a la agricultura familiar y ganadería que usan el agua que se distribuye desde este sistema (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, 1994).

### 3.7.4 Balance hídrico climático de la estación Uyumbicho

El balance hídrico es utilizado ampliamente en hidrología, este cálculo permite determinar la totalidad del recurso existente, así como la relación que existe entre los ingresos y salidas del mismo en una delimitación geográfica, esta delimitación se establece a través de la línea de aguas. De acuerdo a la División Hidrográfica del Ecuador, para la Administración de Agua el área de estudio pertenece al Sistema 02, Esmeraldas; Cuenca 03, río Esmeraldas; Subcuenca 03, río Guayllabamba; Microcuenca 01, río San Pedro (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, 1994). A continuación se presentan los datos de un balance hídrico realizado en función de los datos generados en el estación meteorológica Uyumbicho, que es la más cercana al área de estudio, este balance hídrico fue realizado en el estudio “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000”:

**Figura No. 29 Blance Hídrico Climático, estación Uyumbicho (M113)**

	ENE	FEB	MAR	ABRI	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>PREC</b>	132,2	149,3	155,6	168,6	107,4	44,5	21,8	24,1	85,6	93,1	113,0	138,9
<b>ETP</b>	57,0	51,3	57,2	55,5	57,4	55,3	57,8	58,0	55,8	57,1	54,3	57,3
<b>P-ETP</b>	75,1	98,1	98,4	113,1	50,0	-10,8	-36,0	-33,9	29,8	36,0	58,7	81,6

Fuente: CLIRSEN-MAGAP, 2012

En este balance se recurre a métodos estadísticos para el llenado de datos faltantes, con un periodo mínimo de registros de 25 años (1985-2009), entre los parámetros analizados se encuentran la precipitación, temperatura media, temperaturas medias máxima y mínima, temperaturas máximas y mínimas absolutas, nubosidad, velocidad del viento, humedad relativa

y heliofanía, entre otras. En el presente análisis se considera la precipitación como ingreso principal y la evapotranspiración con el principal egreso, así también se asegura la intervención del suelo considerando su capacidad máxima de retención. El balance expuesto en el cuadro anterior se realizó en base al método THORNTHWAITE modificado por la FAO, considerando una capacidad máxima de retención de agua en el suelo de 300mm.

Del balance se obtiene el deficit hídrico mensual y anual en la cuenca analizada se determina que existe deficit hídrico en los meses de junio, julio y agosto, mientras que del 20 de septiembre al 30 de junio se tiene un periodo húmedo y del 1 de julio al 29 de septiembre se tiene un periodo sub húmedo.

## Capítulo IV

### Propuesta de gestión integral del recurso hídrico de la vertiente “La Merced”, Cuenca del Río Esmeraldas

#### 4.1 Antecedentes

En el marco de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, se presenta una Propuesta para la Gestión Integral del Recurso Hídrico de la vertiente “La Merced”, cuenca del Río Esmeraldas, subcuenca del Río San Pedro. De acuerdo a lo establecido en el artículo veinte y nueve de este cuerpo legal el contenido mínimo de este plan debe considerar los siguientes puntos: ... a) La descripción de los usos del agua presentes y futuros en su ámbito territorial; b) La descripción de las necesidades hídricas en cada cuenca; c) Los elementos de preservación del agua para el cumplimiento de los objetivos del plan; d) El orden de prioridad de los aprovechamientos del agua para actividades productivas, adaptado a las necesidades de la respectiva cuenca; y, e) La descripción de las fuentes de agua y de las áreas de protección hídrica en cada cuenca y los medios de salvaguardarlas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

La concesión para el aprovechamiento de tres vertientes que se encuentran en la hacienda “La Merced” se efectúa legalmente en el año 1996, de acuerdo al informe técnico elaborado por el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos; a partir de ese año el recurso hídrico generado en estas vertientes ha sido manejado por la Junta de Agua Potable de Cutuglagua, a través de esta administración se ha suministrado el líquido vital a los barrios: Central, Alisuco y La Unión.

La hacienda “La Merced” es propiedad del Lcdo. Ruperto Montalvo Vela, y se encuentra ubicada, aproximadamente a una cota de 3110 msnm, en el margen izquierdo (aguas abajo) de la quebrada que se encuentra en el límite de las haciendas “El Turin” y “La Merced”, al pie del potrero Cochapamba (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, 1994).

En los últimos años la población ha sido afectada por cortes continuos en el servicio de agua potable, esto se debe principalmente a la reducción en el caudal en los puntos de captación.

El presente plan de gestión integral del recurso hídrico de la vertiente “La Merced” busca asegurar el uso sostenible del recurso y mantener caudales de aprovechamiento apropiados que aseguren la calidad de vida de la población beneficiada.

#### **4.2 Objetivos del plan**

Para el desarrollo de la presente propuesta se realizó una revisión bibliográfica de los siguientes documentos: Planificación hídrica del Ecuador y el Plan de Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la cuenca alta del Río Guayllabamba.

La propuesta integral de recurso hídrico de la vertiente “La Merced” tiene como objetivo general establecer lineamientos para alcanzar un desarrollo sustentable respecto al recurso hídrico generado en la vertiente “La Merced” a largo plazo. Para cumplir con este fin se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Gestión del agua generada en la microcuenca: Desarrollar una estrategia que involucre a la población en la preservación del recurso hídrico.
- Gestión socio ambiental: Propender la gestión integral del recurso hídrico desde un punto de vista de ecosistema.
- Gestión urbana: Delimitar las actividades de asentamientos humanos que pueden tener influencia sobre la calidad del recurso hídrico. Establecer zonas de protección respecto a asentamientos humanos para la permanencia del recurso hídrico en la vertiente “La Merced”.

#### **4.3 Descripción de los usos del agua presentes y futuros**

Las vertientes de agua, objetivos del presente análisis, se ubican en la cuenca ES-03, Guayllabamba, subcuenca del río San Pedro, dicha subcuenca está dividida en tres zonas: zona baja (1600-2660msnm), zona media (2660-3100msnm) y zona alta (3100-5220msnm). Dada la altitud a la que se encuentra la vertiente de interés, se puede concluir que la zona de estudio se ubica en la cuenca alta de la subcuenca del Río San Pedro. El agua que se genera en las vertientes de la hacienda “La Merced” abastece de agua a los barrios: Central, Alisuco y La Unión.

#### 4.3.1 Usos presentes del agua en la zona de estudio

La determinación del uso actual del agua en la zona de estudio se realiza en base a la bibliografía existente y se apoya en la observación directa de las actividades que se ejecutan en la zona de interés durante la visita de campo. En una primera etapa se revisa el comportamiento de la población en el área de estudio, utilizando un método inductivo, es decir partiendo del comportamiento de la población en toda la parroquia se establece el comportamiento en los barrios abastecidos por el agua generada en la vertiente de la hacienda “La Merced” (Barrio Central, La Unión y Alisuco).

Como se observa en la Figura No. 21, del Capítulo 3, el crecimiento que tiene la población de la parroquia tiene una tendencia exponencial. El máximo nivel de instrucción de la mayoría de la población es primario y se observa altos niveles de embarazos adolescentes (17.55%). En esta parroquia aproximadamente el 30% de la población están dentro del rango de pobreza extrema. Sin embargo, en los barrios del área de estudio se ha establecido una cobertura del 100% en cuanto a suministro de agua conectado a tubería, alcantarillado y recolección de residuos. En este análisis también se considera las condiciones de la población asentada en las cercanías (margen derecho) de las vertientes de la hacienda “La Merced”, en donde se puede observar las siguientes condiciones:

##### a) Incremento de asentamientos humanos

Se observa el incremento de las áreas dedicadas a asentamientos humanos a una altitud aproximadamente mayor a 3200 msnm, al interior de la primera figura se presenta la zona propuesta para nuevos asentamientos y en el interior de la segunda figura se presenta el territorio en donde se ubican las vertientes de estudio.

**Figura No. 30 Imagen satelital del área de interés**



Google Earth, 2018

De acuerdo con el Sistema Ecológico del DMQ, el área en dónde se ubica las vertientes de la hacienda “La Merced” se puede clasificar como bosque bajo y arbustal altoandino paramuno, las especies de fauna observadas en la visita se evidencian en el Anexo 2, las características de este ecosistema son propicias para la retención de agua y tienen una importancia considerable en el ciclo hidrológico. En el margen de derecho de la quebrada “Riulluchi” se puede observar el incremento de asentamientos humanos con planes promovidos por el gobierno e iniciativas propias de venta de lotes.

**Figura No. 31 Lotes de venta y conjuntos habitacionales**



Aproximadamente 200 metros hacia el norte del margen derecho de las vertientes se puede observar el uso que tiene el recurso hídrico en los asentamientos humanos mixtos es decir aquellos que tienen uso habitacional, agrícola familiar y de animales de granja como: cerdos, gallinas, llamas, vacas, entre otros.

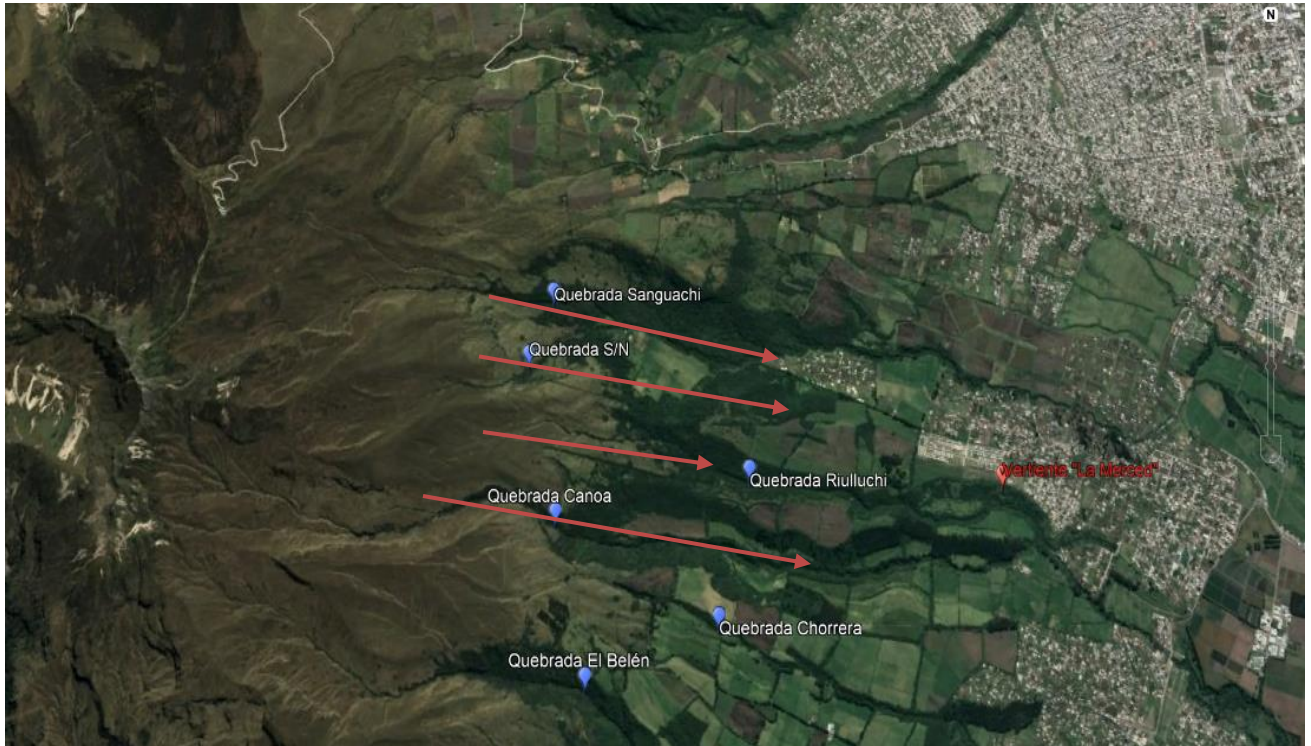
**Figura No. 32 Usos del agua en el área de interés**



Como se puede observar en las fotografías el recurso hídrico se utiliza para que haceres domésticos por ejemplo lavado de ropa, en este caso no se encuentra sobre suelo impermeabilizado, letrinas para el uso familiar, riego en zonas de agricultura.

Las vertientes de la hacienda “La Merced”, se encuentra en las faldas del cerro Atacazo (4463msnm), las faldas de este cerro tienen la protección del FONAG (Fondo para la Protección del Agua) por su capacidad para la generación del recurso hídrico. El patrón de drenaje que se encuentra en esta área es horizontal, como se puede observar en la siguiente figura.

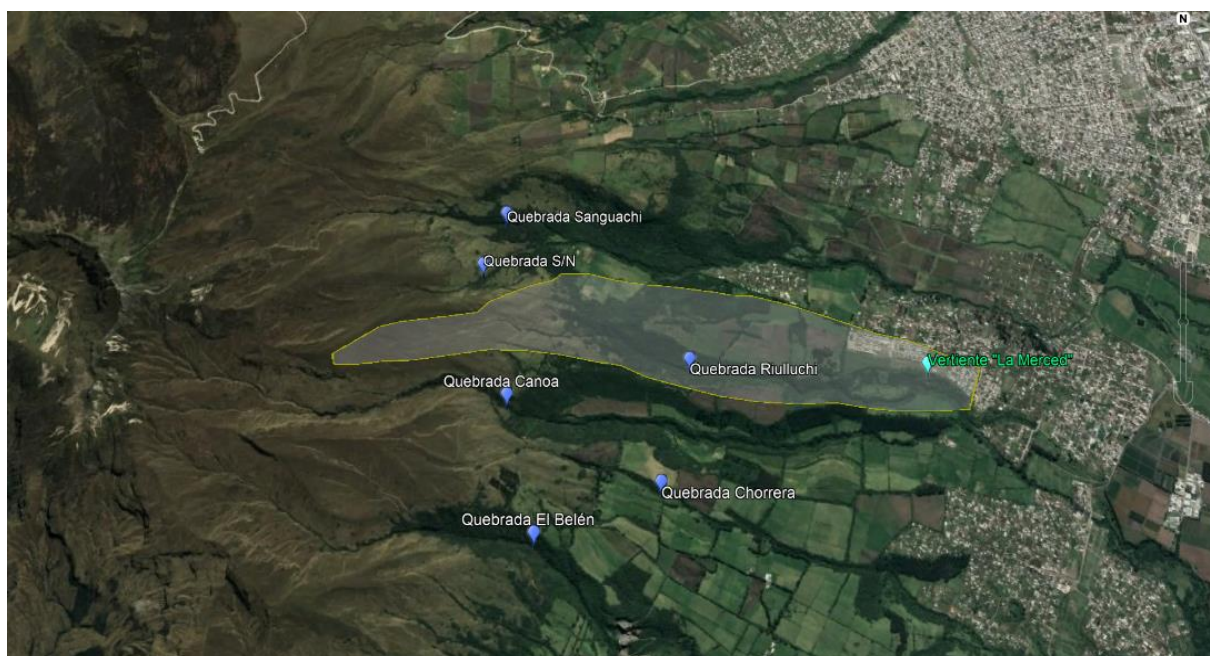
**Figura No. 33 Patrón de drenaje del cerro Atacazo, flanco este.**



Google Earth, 2018

En cuanto al comportamiento de la microcuenca de la quebrada “Riulluchi”, se observa que direcciona las aguas generadas en el flanco este del cerro Atacazo, en la pendiente del lado derecho, en un talud de aproximadamente 20 metros se encuentran las tres vertientes que abastecen a los tres barrios (Central, Alisuco y La Unión), esta microcuenca tiene una superficie aproximada de 2.15Km<sup>2</sup> y un perímetro de 9.29Km, como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura No. 34 Microcuenca de la quebrada “Riulluchi”**



Google Earth, 2018

La microcuenca de la quebrada “Riulluchi” se encuentra al interior de la cuenca de ES-03 (Guayllabamba), esta cuenca presenta los siguientes datos de densidad poblacional versus la parroquia Cutuglagua:

**Figura No. 35 Comparación de las características de la población en el área de estudio**

<b>Territorio</b>	<b>Área (Km2)</b>	<b>Población total</b>	<b>Tasa de urbanización</b>	<b>Densidad poblacional</b>
ES-03	9181.9	2566733	68.2%	279.5
Parroquia Cutuglagua	28.36	16746	4.5%	590.48

Fuente: PDOT Cutuglagua, Plan Hidráulico Regional de DH Esmeraldas, 2016

En el caso de la cuenca ES-03 se proyecta una población de 3.223.123 para el 2025 mientras que en el caso de la parroquia de Cutuglagua se espera una población de 39.568 para el mismo año, esto evidencia el crecimiento urbano que tiene la parroquia hacia los polos de desarrollo más cercanos, Quito y Machachi, a esto se suma las vías que conectan a la parroquia con estos polos, estas conexiones promueven los asentamientos en la parroquia de Cutuglagua

por el bajo costo que representa habitar en esta así como las facilidades de movilización con la que cuentan sus habitantes (CISPDR, 2016).

En el análisis de los recursos hídricos totales de cada cuenca en la DH Esmeraldas se determina que el coeficiente de producción de agua de la cuenca Guayllabamba es de 0.59 mientras que el coeficiente de retorno del recurso de esta misma cuenca es de 0.49. Estos datos nos sugieren épocas venideras en donde se presentará déficit hídrico. Las condiciones bajo las cuales se determinaron los coeficientes son diferentes a las actuales, la urbanización en la parroquia avanza rápidamente y esto representa la impermeabilización de suelos y conducción del caudal de agua lluvia hacia el sistema de alcantarillado en la superficie de territorio que se encuentra sobre las vertientes (CISPDR, 2016).

#### 4.3.2 Sistema tarifario

En cuanto al sistema tarifario, la Junta de Agua a cargo de la administración del recurso hídrico generado en la hacienda “La Merced” ha establecido que se debe cancelar el costo de un dólar estadounidense por quince metros cúbicos al mes, en caso de que se supere esta cantidad se agrega diez centavos estadounidenses por cada metro cúbico adicional. Actualmente, la Junta de Agua cuenta con un total de 170 medidores, cada medidor abastece a cuatro familias de modo que se realiza el pago del recurso por medidor.

Este sistema se ha establecido de acuerdo con lo señalado en el artículo dos de la Normativa Técnica: Determinación costos agua potable y saneamiento; en donde se instauran como principios tarifarios: la solidaridad, la equidad, la sostenibilidad, la periodicidad, la transparencia y la eficiencia.

Actualmente, de acuerdo a la normativa vigente, se recomienda que la fijación de la tarifa por prestación de los servicios públicos básicos en el Ecuador considere los siguientes elementos: a) Estructura de costos asociados a la prestación de los servicios de agua potable, entre los que se pueden mencionar: costos directos (asociados a la operación y el mantenimiento para la prestación de servicios), en este punto se puede considerar la contratación de un técnico especializado en esta rama que actualmente no tiene la Junta de Agua; costos indirectos (relacionados con la administración general) y costos de inversión (ejecución de planes, programas o proyectos en expansión y ampliación, reposición, rehabilitación y mejoramiento del sistema de agua potable...) b) Catastro y categorización de consumidores de los servicios

de agua potable: dicho catastro contendrá la información de todos los consumidores, atendidos directa e indirectamente, la categorización busca realizar una diferenciación tarifaria ubicando a los consumidores en categoría residencial o no residencial c) Volumen del agua tratada distribuida a la red y volumen de agua facturada por el prestador público de servicios: esto servirá para determinar los costos medios volumétricos para la prestación del servicio de agua potable (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Es importante mencionar que por las condiciones económicas que presenta la población no se recomienda un incremento en la tarifa. Sin embargo, se puede trabajar en campañas de concientización respecto al uso de este recurso. Además, a continuación, se mencionan los puntos que se recomiendan realizar con personal capacitado:

**Figura No. 36 Plan de Contratación de Personal**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PLAZO</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>OBSERVACIÓN / RESPONSABLE</b>
Contratación de un técnico especializado en el manejo de la planta de potabilización	3 meses	\$350 / mes / Medio tiempo	Tecnólogo en Agua y Saneamiento Ambiental / Prestación de servicios
Evaluación de los recursos actuales (costos directos e indirectos)	1 año	\$2500 / año	Consultor externo
Verificación de los procesos y el costo de tratamiento por metro cúbico	6 meses	\$0	Encargado de la planta
Actualización del catastro de consumidores que tiene actualmente la Junta de Agua	3 meses	\$0	Encargado de la planta

En función de las actividades descritas, se requiere un presupuesto aproximado de \$7.300 dólares anuales para la ejecución.

#### **4.4 Descripción de las demandas hídricas**

En la Constitución de la República del Ecuador (2008), se declara el agua como patrimonio nacional estratégico de uso público y libre de cualquier forma de privatización. En línea con lo señalado en la Constitución se establece en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos,

Usos y Aprovechamiento del Agua (2014), que el orden de prelación en las funciones del agua son los siguientes: a) Consumo humano; b) Riego que garantice la soberanía alimentaria; c) Caudal ecológico y d) Actividades productivas.

Adicional, los usos del agua se clasifican según el tipo y ubicación de la fuente, es decir el consumo que se realiza afuera del curso de agua se denomina uso consuntivo mientras que aquel que se realiza dentro del curso de agua se denomina uso no consuntivo. En el recurso hídrico generado en las vertientes de la hacienda “La Merced” se presenta únicamente usos consuntivos del agua como:

- a) Consumo humano: Abastecimiento a tres barrios: Barrio Central, Alisuco y La Unión
- b) Riego: En el área de interés se realiza agricultura familiar, es decir para consumo propio y en muchos casos se usa agua tratada en la planta de potabilización para el riego de los sembríos ornamentales y pocos sembríos alimentarios.
- c) Industrial: En la zona beneficiaria no se observan industrias. Sin embargo, se realizan actividades de lavado de carros de los habitantes, así como el abastecimiento gratuito a la Unidad Educativa “2 de Agosto”, Unidad de Policía Comunitaria e Iglesia de la Comunidad. En el área de influencia directa de la vertiente no se observa la presencia de grandes industrias, pero si se evidencia la presencia de recicladores, centros de abastos y lotes dedicados a la ganadería.

El consumo de agua no consuntivo más relevante en este estudio es para el medioambiente, es decir el caudal ecológico que tienen las vertientes. A continuación, se realiza una breve descripción de las demandas de agua que presenta el área de estudio, en la siguiente figura se señalan barrios beneficiarios:

**Figura No. 37 Plan de Contratación de Personal**



Google Earth, 2018

#### 4.4.1 Dotación de agua para consumo doméstico

De acuerdo con el Manual Técnico de Procedimiento (MTP) para la Elaboración de Informes Técnicos de Sustentación para las Resoluciones de Autorización del Derecho de Uso y Aprovechamiento del Agua, se determina que en la zona rural de la cuenca Esmeraldas la demanda de agua es de 180 l/Hab/día. En función de la mejora en los índices de calidad de vida incrementaría también la demanda de volumen de agua por habitante por día.

En el área de estudio se tiene un catastro de consumidores no actualizado que corresponde al número de medidores existentes en el área de abastecimiento, pero no al número de consumidores reales existentes. A continuación, se presenta el número de medidores en los barrios beneficiarios:

- Barrio Alisuco: 22 conexiones o medidores
- Barrio La Unión: 60 conexiones o medidores
- Barrio Central: 93 conexiones o medidores

Como se puede observar existe un total de 175 conexiones, que abastecen a un aproximado de 2900 habitantes de acuerdo con estadísticas realizadas por la Junta Administradora del Agua, 2013. A manera de aproximación se puede decir que cada medidor abastece a 4 ó 5 familias y cada familia puede tener hasta cinco miembros. Respecto al valor cobrado por el recurso hídrico se toma una muestra de 15 conexiones, con el fin de determinar el volumen, considerando que el cobro es de \$1.5 por 15 metros cúbicos consumidos.

**Figura No. 38 Volumen de consumo mensual**

CONEXIONES	MES	VALOR \$	VOLUMEN (m3)
110	JULIO	1,50	15,00
29	JULIO	1,00	10,00
125	JULIO	10,70	107,00
103	JULIO	1,60	16,00
110	AGOSTO	1,00	10,00
130	AGOSTO	1,00	10,00
13	AGOSTO	1,00	10,00
52	AGOSTO	2,50	25,00
61	AGOSTO	5,85	58,50
117	AGOSTO	4,05	40,50
118	AGOSTO	6,45	10,00
119	AGOSTO	1,00	10,00
45	AGOSTO	1,10	11,00
46	AGOSTO	1,00	10,00
138	AGOSTO	1,00	10,00

Fuente: (CISPDR, 2016)

En la tabla presentada se tienen los valores más frecuentes de pago por consumo, de forma que se tiene un promedio 23,53 m<sup>3</sup>/mes en quince conexiones. Generando un promedio de 1.57m<sup>3</sup>/conexión/mes. Es necesario considerar que la población abastecida sufre cortes de servicio de al menos cuatro horas diarias, generando un consumo aproximado de 13.08 l/hab/día, es decir presenta un valor menor al que se espera en consumo para el sector rural de la sierra de la Demarcación Hidrográfica Esmeraldas (180 l/hab/día) (CISPDR, 2016).

#### 4.4.2 Eficiencia de uso

El uso eficiente del recurso hídrico depende de varios factores como la escala de abastecimiento, la infraestructura y la capacidad de gestión. Además, es importante considerar posibles conexiones clandestinas que podrían ocasionar pérdidas mayores del recurso. En el Ecuador se considera un coeficiente medio de utilización del agua de 0.75, sin embargo, este coeficiente varía en cada ciudad dependiendo de las condiciones propias de la zona de estudio. De acuerdo con las proyecciones realizadas se espera un crecimiento del coeficiente a 0.8 en el 2025 y a 0.85 en el 2035 (CISPDR, 2016).

En el caso del área de estudio y partiendo de los datos especificados se puede concluir que los principales problemas que se presentan en el área de interés son:

- a) Infraestructura: Problemas en el mantenimiento de la estructura de captación, fugas del caudal en la fuente
- b) Capacidad de gestión: El personal asignado para el manejo de la planta no está capacitado, además no se han realizado estudios para el establecimiento de una tarifa adecuada.

Finalmente, de acuerdo con el horizonte de planificación de la Demarcación Hidrográfica Esmeraldas, es decir para el 2035, se observa un incremento en la demanda de agua de aproximadamente 50%. Sin embargo, actualmente la zona de estudio ya sufre cortes del servicio con el fin de abastecer a todos los usuarios (CISPDR, 2016).

#### **4.5 Elementos de preservación del agua para el cumplimiento de los objetivos del plan**

##### **4.5.1 Protección de fuentes de agua**

La protección de fuentes de agua se ejecuta a través de un conjunto de acciones que se realizan en campo y en oficina, es decir actividades de gestión y regularización. El sistema de protección de fuentes hídricas busca asegurar la permanencia del recurso y su calidad, así como también plantea dos focos bien definidos de acción:

- a) Reducir causas de contaminación y erosión
- b) Mejorar el manejo integrado del agua (Uso y cuidado)

Las actividades de protección deben efectuarse en la zona cercana a los afloramientos de las vertientes, es decir en los puntos de captación de agua y en la zona que se encuentra aguas arriba, ya que esta sería el área de infiltración que alimente el agua que se genera en las vertientes. Entre las acciones a aplicar en territorio más relevantes que plantea este plan se mencionan las siguientes:

**Figura No. 39 Acciones de protección en el área de influencia de la vertiente**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PLAZO</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
a) Mantener la cobertura vegetal en el terreno que se encuentra aguas arriba de las vertientes; de esta forma se asegura la infiltración de agua	1 año	\$0	Después de la evaluación de recursos actuales, se aplican medidas en territorio por parte del GAD.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PLAZO</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
y por tanto el suministro de este recurso para las vertientes.			
b) Evitar el sobrepastoreo, remoción de suelo y quema de pastizales; lamentablemente el cerro Atacazo fue uno de los sitios afectados por la ola de incendios forestales que se presentaron en el verano de Quito.	1 año	\$0	Regulación de uso de suelo y aplicación en territorio por parte del GAD. Se puede obtener recaudación de multas por esta actividad
c) Evitar la presencia de agricultura y ganadería en la zona cercana a las vertientes	1 año	\$0	Regulación de uso de suelo, GAD
d) Verificar el uso de agroquímicos en las parcelas familiares cercanas a las vertientes	1 año	\$0	Insumo de la Evaluación de Recursos Actuales, actividad presupuestada anteriormente
e) Delimitar un área de protección estricta de las fuentes hídricas, es decir, cercar la zona para evitar el paso de animales y de personas no autorizadas que pueden poner en peligro la infraestructura de captación, así como la calidad del recurso que se distribuye a la población	6 mese	\$500	Determinación de las áreas de protección hídrica por profesional calificado

En cuanto a las acciones de gestión que plantea este plan se listan las más relevantes a continuación:

**Figura No. 40 Acciones de gestión para el manejo del recurso hídrico**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PLAZO</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
a) Verificación de tanques de almacenamiento, esto y volumen de acuerdo con la demanda diaria	6 meses	\$0	Persona contratada estará en la capacidad de realizar esta actividad.
b) Planificación anual de mantenimientos preventivos	3 meses	\$0	Persona contratada estará en la capacidad de realizar esta actividad.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PLAZO</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
c) Verificación de materiales para mantenimientos emergentes	3 meses	\$0	Persona contratada estará en la capacidad de realizar esta actividad.
d) Verificación del sistema de conducción y planificación para intervención en fugas	3 meses	\$0	Persona contratada estará en la capacidad de realizar esta actividad.
e) Actualización del catastro de clientes con categorización	2 meses	\$0	Persona contratada estará en la capacidad de realizar esta actividad.
f) Organización de asambleas (reuniones de concertación) para establecer el nuevo estándar tarifario	2 meses	\$0	Persona contratada estará en la capacidad de realizar esta actividad.

Es importante especificar que el ente a cargo de la ejecución de estas acciones es actualmente la Junta de Administración del Agua de Cutuglagua de los barrios Central, Alisuco y La Unión; dicha junta de agua está legalmente reconocida y solamente requiere más cohesión entre los vecinos para ejecutar proyectos como este.

#### 4.5.2 Control de fuentes de contaminación

En el siguiente cuadro se exponen las posibles causas de contaminación encontradas en las visitas de campo y las líneas de acción que se utilizarán para mitigar los impactos de estas condiciones, además se presentan condiciones que pueden reducir el caudal generado en manantiales:

**Figura No. 41 Fuentes de contaminación y medidas de mitigación**

<b>EVIDENCIA</b>	<b>CONDICIÓN DE CONTAMINACIÓN</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN</b>
	<p>La vertiente estudiada se encuentra inmediatamente abajo (aproximadamente 100m) de una propiedad en donde se realiza la quema de llantas para recuperación de cobre. Desde la parte baja se puede observar las emisiones por combustión.</p>	<p>Se propone el proceso de control de este negocio, esto involucra el seguimiento por la autoridad ambiental competente y la adecuación de las instalaciones para la correcta realización de sus actividades.</p>
	<p>Se observa la disposición de residuos sólidos en la ladera superior a la ubicación de la vertiente. Entre los residuos observados se puede mencionar plástico, papel y envases cuyo contenido previo se desconoce.</p>	<p>Se propone un plan de capacitación respecto a la importancia del área como zona de infiltración y también se incluirá los horarios de recolección de residuos por parte del municipio. Además, se propone la colocación de letreros informativos respecto a las vertientes.</p>

<b>EVIDENCIA</b>	<b>CONDICIÓN DE CONTAMINACIÓN</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN</b>
	<p>En el área cercana a las vertientes se realizan actividades de pastoreo y agricultura. Respecto al pastoreo se puede observar residuos de excretas de los animales directamente sobre el suelo y en cuanto a agricultura no se observó aplicación de fertilizantes. Sin embargo, esto es necesario para la producción ya que se manejan monocultivos.</p>	<p>Se propone modificar el uso del suelo en esta zona cercana a las vertientes. Es importante crear un plan de capacitación para los habitantes de esta zona que tienen parcelas de producción familiar, en las capacitaciones se debe incluir el tema de manejo de fertilizantes y producción agrícola orgánica. Se propone la limitación del avance de la frontera agrícola hacia la zona de páramo.</p>
	<p>Se observan procesos de urbanización aguas arriba de las vertientes, estas acciones impermeabilizan el suelo reduciendo los caudales de infiltración en el área de interés.</p>	<p>Se propone normar las construcciones permitidas en la zona, es decir solicitar construcciones con materiales más amigables con el ambiente o tomar medidas que permitan infiltrar agua sin contaminación. Por otro lado, se podría limitar la</p>

EVIDENCIA	CONDICIÓN DE CONTAMINACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
		construcción en esta área.

#### 4.5.3 Planificación de monitoreo de agua

Desde un punto de vista de sistema integral, todo el proceso de captación, tratamiento y distribución de agua debería estar acorde con el Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública según lo precisado en la norma INEN 1108.

Además, en esta misma norma se establece que el muestreo será completo, es decir, considerará características químicas, físicas y microbiológicas. Los análisis para determinar estas características serán coherentes con lo establecido en métodos estandarizados (Standard Methods), así también el proceso de preservación de las muestras debe estar acreditado. Estas condiciones se lograrán con la ejecución del monitoreo por parte de un laboratorio acreditado de esta forma se asegura la veracidad de los resultados.

Con de tener datos reales para el análisis se ha realizado una cotización con el laboratorio acredita GRUENTEC, obteniendo las tablas expuestas en el Anexo III. Considerando el elevado costo de monitoreo completo de la norma INEN 1108 (\$8.041,26), se recomienda realizar monitoreos con periodicidad semestral y entre los parámetros más relevantes deben estar los siguientes:

- a) Organolépticos: Olor y sabor
- b) Químicos: pH, conductividad, dureza total, turbidez, color aparente
- c) Aniones y no metales: Cloro libre, cloro total residual, cianuro libre, cianuro total, fluoruro, nitrato y nitrito
- d) Microbiológicos: Coliformes fecales, coliformes totales, recuento total de bacterias.
- e) Metales totales: Aluminio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, calcio, cobre, cromo, hierro, manganeso, níquel, plomo, selenio.

En el caso del control de procesos se recomienda realizar monitoreo diario (pH y cloro residual) y a través de estos también asegurar el agua que se distribuye a la población. El costo

total del monitoreo recomendado tiene un valor de \$380,91. Adicional, se puede realizar el monitoreo de *Cryptosporidium* y *Giardia*, mismo que tiene un valor extra de \$90.

Para establecer el número de muestras que deben tomarse, se debe considerar cada uno de los manantiales dispersos que se tiene en el punto de captación, así como la población total abastecida con el recurso de acuerdo con la siguiente tabla:

**Figura No. 42 Determinación del número de muestras**

<b>POBLACIÓN</b>	<b>NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO</b>
<5000	12
5000-100000	12 por cada 5000 personas
>10000 – 500000	120 más 12 por cada 10000 personas
>500000	600 más 12 por cada 100000 personas

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

En el caso del área de estudio, considerando que se tiene aproximadamente 3000 habitantes en los barrios beneficiados, se debería tener un total de 12 muestras por año, de forma que se recomienda se realizar un monitoreo semestral en base al presupuesto con el que cuenta la Junta Administradora del Agua. A continuación, se presenta un cuadro de ingresos promedio mensual por abastecimiento de agua potable, es importante especificar que los pagos no son puntuales y en algunos casos se realizan pagos acumulados:

**Figura No. 43 Promedio de ingresos mensuales de la Junta Administradora de Agua**

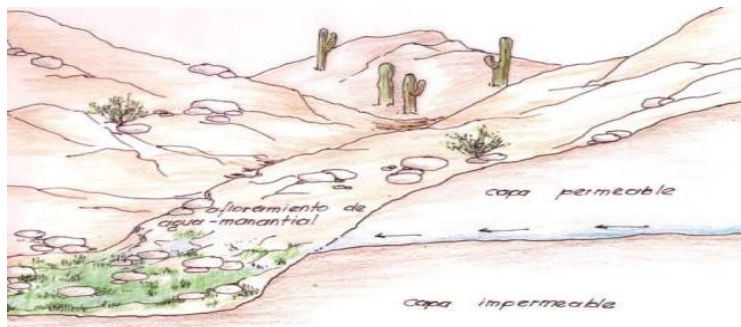
<b>MES</b>	<b>INGRESO</b>
Enero	\$348,17
Febrero	\$315,2
Marzo	\$542,65
Abril	\$416,77
Mayo	\$689,64
Junio	\$376,11
Julio	\$328,04
Agosto	\$885,43
Septiembre	\$361,04
Octubre	\$551,02
Noviembre	\$501,39
Diciembre	\$261,41
<b>PROMEDIO</b>	<b>\$464,74</b>

#### 4.6 Descripción de fuentes de agua y área de protección hídrica

Las vertientes ubicadas dentro de la hacienda “La Merced”, se encuentran en una ladera de la quebrada “Riulluchi”, metros debajo del cerro Atacazo, por la altura de este cerro se considera una zona de protección para almacenamiento de agua, se encuentra dentro de las áreas de interés de la FONAG. Las vertientes estudiadas pueden definirse como un manantial, es decir una afloración natural de agua dispersa en una zona de ladera anegada, el líquido generado en la vertiente es de aproximadamente 3.107 l/s (Custodio, Llamas, & Sahuquillo, 2000).

La superficie de terreno que se encuentra sobre la vertiente permite la infiltración de una fracción del volumen de agua precipitado, el agua que se infiltra se mueve por acción de la gravedad y esto da lugar a un flujo subsuperficial que transita por diferentes estratos de suelo, más o menos permeables, hasta llegar a una capa menos permeable, dando lugar a la saturación y posterior afloración del recurso a superficie. De esta forma el agua subterránea se transforma en agua superficial (Centro de Investigación y Desarrollo para la Pequeña Agricultura Familiar, 2011). En este caso de estudio la fuente de recurso hídrico se caracteriza como un manantial de ladera difuso también conocido como vegas o ciénegos, genera zonas anegadas en las cercanías de afloración de estos manantiales. Estos brotes de agua se dan entre una capa permeable y otra impermeable como se explicó anteriormente y se observa en la siguiente figura:

**Figura No. 44 Determinación del número de muestras**



Fuente: Centro de Investigaciones y Desarrollo para la Pequeña Agricultura Familiar, 2011

##### 4.6.1 Calidad del agua de la vertiente

En el caso de las vertientes de la hacienda “La Merced” se ha realizado un monitoreo puntual con el fin de determinar la calidad de la vertiente respecto a agentes patógenos, de donde se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación:

**Figura No. 45 Características organolépticas**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b>
Color	Característico
Olor	Característico

Fuente: Laboratorio de Análisis Clínico y Bacteriológico, UCE, 2015

**Figura No. 46 Calidad bacteriológica de la vertiente**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b>
Índice de coliformes fecales	<1.1NPM / 100 ml
Algas	Negativo
Parásitos	Negativo
Hongos	Negativo
Giardia L.	Negativo
Cryptosporidium	Negativo

Fuente: Laboratorio de Análisis Clínico y Bacteriológico, UCE, 2015

Como se puede observar en los resultados anteriores, el agua captada en la vertiente de la hacienda “La Merced” cuenta con características organolépticas propias del recurso y no presenta contaminación por patógenos.

#### 4.6.2 Infraestructura hidráulica de captación

El caudal de aprovechamiento de esta vertiente varía entre 1.3l/s y 1.7l/s aproximadamente, considerando la dispersión de los manantiales en la zona de captación se pueden realizar estructuras de captación como: captación de afloramiento, cámara de carga, cámara seca, entre otras. En el caso de la vertiente analizada se ha realizado la captación de los manantiales de ladera difusos a través de cámaras de carga de hormigón, mismas que permiten el almacenamiento previo a la conducción hacia la planta de aireación y cloración. Las cámaras de carga que se utilizan tienen los siguientes elementos: entrada de agua (tubería que conduce agua de galerías de las vertientes), salida al sistema de conducción (tubería ubicada

aproximadamente a 15cm del fondo de la caja de carga y conecta con el sistema de conducción a la planta de tratamiento), en algunos casos cuenta con una tapa removible y una llave de paso que permite realizar tareas de mantenimiento así como cuidar la calidad del agua de la introducción de objetos no deseados.

El reacondicionamiento de las cajas de carga tiene un valor de \$60 aproximadamente, incluyendo material, mientras que la construcción para nuevos puntos de captación tiene un valor de \$150 (\$60 de mano de obra y \$90 de material). La implementación de esta estructura debe realizarse en el año siguiente al diagnóstico de los recursos actuales.

**Figura No. 47 Caja de carga de la vertiente “La Merced”**



Se recomienda realizar galerías filtrantes al interior de las vertientes, este tipo de estructura permite una mayor captación de caudal, además evita las pérdidas de agua en el punto de captación como se observa en la siguiente fotografía.

**Figura No. 48 Fuga de agua en la caja de carga**



#### 4.6.3 Infraestructura de potabilización

El sistema de tratamiento de agua cruda comienza con cuatro camas de aireación. Las camas de aireación son de acero inoxidable y se observa la salida de agua desde un solo punto, esto reduce la superficie de contacto y da lugar a la creación de zonas muertas en el sistema, esto reduce la eficiencia de la etapa de aireación del sistema de potabilización. Las mejoras en el sistema deben realizarse posterior a los tres meses de diagnóstico es decir a lo largo del siguiente año. En cuanto a las bandejas de aireación se debería considerar un presupuesto aproximado de

**Figura No. 49 Camas de aireación de agua cruda**



El sistema de cloración de la planta cuenta con un tanque de cloro gas, este es dosificado para una duración aproximada de un mes, el sistema cuenta con válvulas de cierre y apertura para dosificar el cloro gas. En el área de cloración existen fugas de agua que no se redireccionan al proceso, por lo tanto, también representan pérdidas de volumen de abastecimiento.

**Figura No. 50 Cuarto de cloración**



Después del sistema de cloración, el líquido se envía al tanque de almacenamiento, el tanque de almacenamiento está conectado al sistema de distribución y se envía a los barrios Central, Alisuco y La Unión.

**Figura No. 51 Tanque de cloración**



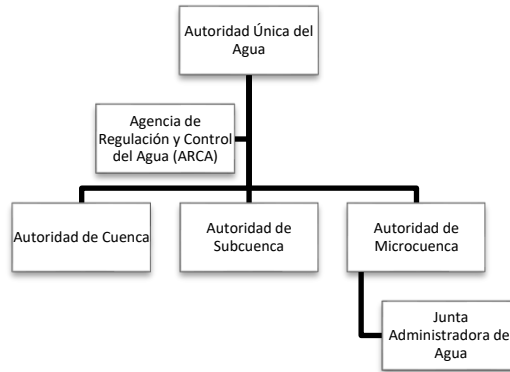
#### **4.7 Plan de acción para la implementación**

Después de la descripción del área de interés se proponen los siguientes lineamientos para la implementación de un plan de acción que mejora la cantidad de agua captada y asegurar el uso del recurso para las próximas generaciones.

##### **4.7.1 Diseño del ente gestor**

Se propone una coordinación directa y más cercana con los entes de regulación nacional, así como mantener canales de información constante de las actividades y necesidades a nivel de usuarios de microcuenca.

**Figura No. 52 Esquema de autoridades ambientales**



#### 4.7.2 Metas del plan de gestión

De acuerdo con los objetivos planteados se presentan las metas del plan de gestión, estas se encaminan a la gestión del agua en la microcuenca, gestión socio – ambiental y gestión urbana; considerando aspectos de importancia ecosistémica y de la población. A continuación, se mencionan los aspectos a los cuales se encaminan las metas:

- **Manejo y conservación de microcuenca:**

Aspectos relevantes del diagnóstico: En el diagnóstico se puede observar el avance de la frontera urbana hacia el área de infiltración de las vertientes, creación de nuevos conjuntos habitacionales y venta de lotes. Así también se observan actividades de agricultura y actividades comerciales como la extracción de cobre a través de la quema de llantas que afectan las condiciones ambientales. También se evidencia la impermeabilización del suelo y pérdida de la vegetación propia de la zona de análisis a través de la creación de vías de acceso.

Metas para la conservación: Se propone la adquisición de terrenos en venta en la parte superior de la vertiente por parte del GAD parroquial en el largo plazo, así también se recomienda la ampliación de áreas verdes en las zonas en proceso de urbanización y regularización de las actividades económicas en el área de infiltración sobre la vertiente en un mediano plazo.

- **Agua potable:**

Aspectos relevantes del diagnóstico: En el diagnóstico se evidencia los cortes continuos de agua potable a la población que es abastecida con el agua que se genera en las vertientes. Además, se observa fugas en el punto de captación y en la planta de potabilización.

Metas para el agua potable: Evaluar a profundidad y corregir las fugas de la infraestructura de captación y tratamiento de agua cruda en un corto plazo. Realizar de forma continua el abastecimiento de agua a la población en el mediano plazo.

- **Saneamiento ambiental:**

Aspectos relevantes del diagnóstico: Se observa la disposición de residuos sobre áreas no impermeabilizada cercanas a las vertientes, lo que podría tener influencia sobre la calidad del agua captada.

Metas para el saneamiento: Realizar campañas de capacitación respecto a la gestión de residuos sólidos y semisólidos urbanos, tanto en la población abastecida como en la población asentada en el área de infiltración. Establecer horarios de recolección de residuos e informar a la población de estos.

- **Riego y drenaje:**

Aspectos relevantes del diagnóstico: Se observa que algunas personas utilizan el agua del sistema de potabilización para riego.

Metas del riego y drenaje: Capacitación a las personas que cuentan con huertos familiares y el uso del recurso, se recomienda como tema principal captación de aguas lluvias para reducir el uso del recurso.

#### 4.7.3 Lineamientos estratégicos

Los programas y proyectos que se plantean en este documento tienen como propósito cumplir los objetivos planteados al inicio, de forma que dichos programas y proyectos se sujetarán a los lineamientos estratégicos descritos a continuación:

- Promover los programas de manejo y conservación de la microcuenca de las vertientes de la hacienda “La Merced”
- Mantener el abastecimiento continuo de agua potable a la población de los barrios Central, Alisuco y La Unión, a través de la optimización del sistema de captación y tratamiento de aguas crudas.
- Implementar programas de capacitación para toda la población que es abastecida con el recurso hídrico de las vertientes, así como la población asentada sobre el área de infiltración

- Fortalecer las canales de coordinación con las entidades de gestión del agua a nivel nacional.

#### 4.8 Programas y proyectos de acción

##### 4.8.1 Programas identificados

Entre los programas identificados se mencionan los que se ejecutan a nivel del Cantón Mejía y de los cuáles se ha beneficiado la parroquia, así como los que se proponen implementar a través de los planes de acción que se especifican a continuación.

- Programas de conservación de bosques por parte del programa SOCIO-BOSQUE del MAE
- Programa de conservación ambiental por parte del MAE
- Programas de capacitación en la utilización de abonos orgánicos por el MAGAP
- Manejo integrado de recursos hídricos por la FONAG
- Aprovechamiento turístico sustentable de las áreas protegidas
- Programa de planificación territorial de Cutuglagua

Como se puede observar en los programas especificados anteriormente existe intervención por parte de las principales entidades de control de forma que la ejecución puede contar con cierto presupuesto para la ejecución.

##### 4.8.2 Plan de acción

**Figura No. 53 Plan de acción para la gestión del recurso hídrico**

OBJETIVO	PROGRAMA DE APOYO	PLAN DE ACCIÓN	ACTIVIDAD	MEDIO DE REPORTE
Gestión de agua en la microcuenca	Conservación de bosques – MAE	Recuperación de áreas de infiltración	Adquisición de zonas de posible venta de lotes	Contratos de compra - venta
			Siembra de plantas propias de la zona	Informe forestal de reforestación
	Manejo integrado de recurso hídrico por la FONAG	Evaluación y reacondicionamiento de infraestructura de captación y	Evaluación de la infraestructura de captación y tratamiento -	Informe de evaluación de infraestructura de captación y

<b>OBJETIVO</b>	<b>PROGRAMA DE APOYO</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIO DE REPORTE</b>
		tratamiento de agua cruda	Identificación de fugas	tratamiento de aguas crudas
			Asignación de presupuesto para el reacondicionamiento de infraestructura	Planificación presupuestaria por cobro del recurso
			Análisis de operación de la planta de tratamiento de agua cruda	Informe de recomendación de operación
Gestión socio - ambiental	Programa de conservación ambiental - MAE	Empoderamiento de mujeres	Capacitación a mujeres respecto al manejo del recurso hídrico	Registros de asistencia
	Programa de capacitación - MAGAP	Capacitación de agricultura familiar	Convocatoria y capacitación a agricultores para consumo familiar	Registros de asistencia
	Manejo integrado de recurso hídrico por la FONAG	Actualización de catastro de clientes	La junta de administradores del agua verificará las actividades de los clientes y recategorizará a todos	Catastro de clientes
		Verificación de tarifas	Asignación de tarifas en función de la categorización	Categorización de clientes
Gestión urbana	Programa de planificación territorial	Regularización del uso del suelo en la parroquia	Verificación del uso del suelo en zonas abastecidas, así como en las áreas de infiltración	Mapa de uso de suelo

Respeto al presupuesto y tiempo de ejecución de las actividades descritas como parte de los objetivos de gestión sostenible del recurso, en las figuras No. 36, 39 y 40 se especifican estos aspectos. A excepción de los puntos que se describen a continuación:

- Contratos de compra y venta de lotes sobre la vertiente de agua “La Merced”: Los lotes que se encuentran en venta tienen un valor de \$8000 por 200 m<sup>2</sup>. El área del terreno en venta es de 26824m<sup>2</sup> aproximadamente, lo que requeriría una inversión de por parte del GAD de \$1'072.960. El plazo de adquisición debería ser inmediato.

**Figura No. 54 Plan de acción**



Google Earth, 2018

- Informe forestal de reforestación: Para las actividades de reforestación el GAD puede apoyarse en el programa de conservación del Ministerio del Ambiente. Sin embargo, en caso de implementación por parte del GAD es necesario realizar un presupuesto en el área de reforestación, el costo aproximado de plántulas propias (Arrayan, pumamaqui, chinchin, entre otros) de la zona es de \$1.5 - \$2.00 aproximadamente. Esta actividad debería efectuarse con periodicidad anual.
- Categorización de cliente y mapa actualizado de uso de suelo, este punto está considerado en la consultoría solicitada en la figura No. 36. Es decir, la categorización y mapa de uso de suelo se realizará por un equipo consultor que acredite su experiencia.

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

- El área de estudio se ubica en una zona de alta actividad volcánica en donde predominan los flujos piroclastos, aproximadamente a una altura entre 2800 y 4200 msnm. La vertiente ubicada en la hacienda “La Merced” es un manantial disperso ubicado en una zona cóncava de la cuenca. En el área se tiene una temperatura promedio de 11.6°C, con una humedad relativa de 79%, siendo el clima predominante templado húmedo. En cuanto a las precipitaciones se observa una variación bimodal, es decir se tiene un periodo de lluvias escasa y un periodo lluvioso,
- Durante el trabajo se identificó como principales razones el incremento del área urbana así la zona de infiltración, impermeabilización de suelos, incremento en la demanda que está relacionado con el crecimiento exponencial que presenta la población de la parroquia Cutuglagua, es decir de aproximadamente el 68% de crecimiento en un periodo de 2001 a 2010, actividades agrícolas y semiindustriales, mismos que condicionan la cantidad de agua en las vertientes y la calidad.
- El presente proyecto propone líneas de acción apegadas a los programas de apoyo a los cuales está conectado el cantón Mejía, a través de estas líneas de acción se busca reducir las condiciones que colocan a la población en pobreza extrema, así como conservar los recursos naturales con los que cuenta el área de estudio. Las líneas de acción se direccionan a asegurar la generación del recurso y reducir el mal uso del mismo en las áreas abastecidas.
- En el presente proyecto se ha elaborado una propuesta de gestión del recurso hídrico de la vertiente que se encuentra en la hacienda “La Merced” y que abastece

a los barrios: Central, Alisuco y La Unión. Así también se coloca un plan de acción en donde se especifica los programas en los cuales se apoya la ejecución del presente plan, considerando enfoques sociales, económicos, funcionales urbanos y ambientales sostenibles, es decir se busca asegurar la permanencia del recurso para las generaciones próximas.

## **5.2 Recomendaciones**

- Adquisición de terrenos por parte del GAD Cutuglagua, principalmente aquellos que propenden a la urbanización en el área de infiltración de las vertientes que se ubican en la hacienda “La Merced”.
- Actualizar y recategorizar el catastro de clientes abastecidos con el recurso generado en las vertientes de la hacienda “La Merced”, con el fin de reestablecer la tarifa cobrada por el recurso hídrico.
- Implementar los programas de capacitación especificados en el presente plan a través de un sistema de pasantías pre - profesionales con el fin de reducir costos y de esta forma generar un beneficio mutuo entre la sociedad e instituciones de educación superior.

## BIBLIOGRAFIA

- Adams, T. (1935); Outline of town and city planning, Nueva York, Rusell Sage Foundation, p. 368
- Aprovechamiento del Agua. Quito, Pichincha, Ecuador: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (1 de octubre de 2014). Ley Orgánica de Recurso Hídrico, Usos y Aprovechamiento del Agua. Ley Orgánica de Recurso Hídrico, Usos y Aprovechamiento del Agua. Quito, Pichincha, Ecuador: ANE.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (01 de octubre de 2017). Código Orgánico del Ambiente. Código Orgánico del Ambiente. Quito, Pichincha, Ecuador: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (20 de octubre de 2008). Constitución de la República. Constitución de la República. Quito, Pichincha, Ecuador: Asamblea Nacional.
- Bazant Sánchez, J. (2014). Planeación urbana estratégica: métodos y técnicas de análisis (Segunda ed.). México, México: Trillas S.A.
- Biblioteca Agroecología FUNDESYRAM. (17 de 07 de 2017). Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental. Obtenido de Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3678>
- Bruckmann, M. (15 de junio de 2017). La centralidad del agua en la disputa global por recursos estratégicos. Obtenido de Rebelión: <http://rebellion.org/docs/147445.pdf>
- CAMAREN. (15 de agosto de 2018). Consorcio de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables, CAMAREN. Obtenido de Consorcio de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables, CAMAREN: <http://www.camaren.org/>
- Castells, M. (1972); La cuestión urbana, Madrid, Siglo XXI de España editores, 1976, p. 430.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. (15 de diciembre de 2017). CATIE. Obtenido de CATIE: <https://www.catie.ac.cr/>
- Centro de Investigación y Desarrollo para la Pequeña Agricultura Familiar. (1 de junio de 2011). Sistemas de captaciones de Agua en manantiales y pequeñas quebradas para la Región Andina. Agricultura Familiar. Buenos Aires, Buenos Aires, Ecuador: INTA.
- CEPAL. (18 de enero de 2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Santiago, Santiago, Chile: Impreso en Naciones Unidas.
- CISPDR. (2016). Plan Hidráulico Regional de Demarcación Hidrográfica Esmeraldas. Quito: SENAGUA.
- Concesión del Derecho de Uso de Agua, 2321 (Consejo Nacional de Recursos Hídricos 8 de febrero de 2008).

- Consorcio CAMAREN. (2009). Gestión integrada del agua: conceptos y políticas. Programa de formación a profesionales en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, 87.
- Cordero, I. (2013); Evaluación de la gestión territorial de la cuenca del río Paute, estrategias y líneas de acción para superarlas (Tesis de maestría). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Custodio, G. E., Llamas, M., & Sahuquillo, H. A. (2000). Retos de la hidrología subterránea. Ingeniería del agua.
- Equipo PDOT GAD Mejía. (2014). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Quito: GAD Mejía.
- Fainstein, S. (2010); The just city, Ithaca y Londres, Cornell University Press, p. 212
- Faludi, A. (1973): Planning theory, Oxford, Pergamon Press, 1976, p. 399
- Faustino, J. 2006a. Manejo de Cuencas II. Documento base. Turrialba, CR. CATIE. 218 p.
- Faustino, J. 2006b. Notas de clase para el curso identificación, evaluación y manejo de zonas de recarga hídrica. San Salvador, SV. CATIE. 113 p.
- Fernández de Cordova, M. B. (2014). Introducción a la teoría de la planificación territorial. Sevilla: Historia y Geografía.
- Fontana, J. L. (2014). Principios de ecología. Argentina: Brujas.
- Friedman, M. (2000); “The god city: in defense of utopian thinking”. International Journal of Urban and Regional Research, vol. 24(2), pp. 460-472
- GAD Cutuglagua. (2015-2019). Plan de desarrollo estratégico y ordenamiento territorial. Quito: GAD Cutuglagua.
- Geografía. (05 de 06 de 2017). Universidad de la Punta. Obtenido de Universidad de la Punta:  
[http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/geo1/qu\\_es\\_una\\_cuenca\\_hidrogrfica.html](http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/geo1/qu_es_una_cuenca_hidrogrfica.html)
- Global Water Partnership. (2017). Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas. Francia: Empresa Gráfica Mosca.
- Gómez Orea, D. (2008). Ordenamiento territorial. Madrid: Mundi - Prensa.
- Hayek, F. (1994); Camino de servidumbre, Madrid, Alianza Editorial 2007, p. 302
- Healey, P. (1997). Collaborative Planning - Shaping Places in Fragmented Societies. Canadá: MACMILLAN PRESS LTD.
- Hidalgo, F., Isch, E., Pazmiño, D., Terán, J., Warner, J., & Zapatta, A. (2009). Gestión Integrada del Agua. Gestión Integrada del Agua. Quito, Pichincha, Ecuador: Activa Diseño Editorial, CAMAREN.
- INEC. (16 de abril de 2018). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos:  
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/pobreza-por-necesidades-basicas-insatisfechas/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). NTE INEN 1108, AGUA POTABLE, REQUISITOS. Quito: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos. (1994). Informe Técnico para Aprovechamiento de Agua. Quito: MAGAP.

- Jiménez, F. (2000). Manejo de cuencas hidrográficas. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Jiménez, F; Faustino, J; Campos, J. 2006. Bases conceptuales de la cogestión adaptativa de cuencas hidrográficas. Turrialba, CR. CATIE ASDI. 20 p.
- Jonker, G., & Harmsen, J. (2013). Ingeniería para la sostenibilidad. Barcelona, España: Reverté S.A.
- MAG, Care, FORGAES, UE. (15 de enero de 2018). FUNDESYRAM. Obtenido de Manual del Manejo de Cuencas: [www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3678](http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3678)
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Quito: Subsecretaria de Patrimonio Natural.
- Ministerio del Ambiente. (31 de marzo de 2003). Decreto Ejecutivo 3516. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (23 de julio de 2018). Convenios - Acuerdos - Tratados. Obtenido de Instrumentos Internacionales sobre medio ambiente y desarrollo sostenible: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/Convenios-Acuerdos-Tratados-Multilaterales-sobre-medio-ambiente.pdf>
- Olmos, C., Ramirez, E., Saenz, H., Tejeiro, J., Peñaloza, S., Rojo, D., . . . Iturry, L. (2017). Guía para la Gestión de Recursos Hídricos en Cuencas de Montaña bajo el Efecto del Cambio Climático. Bolivia: Corporación Andina de Fomento.
- ONU, 2015, Decenio Internacional para la Acción “El agua fuente de vida 2005-2015”, Recuperado de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>
- Ordoñez, J. (2011). ¿Qué es cuenca hidrológica? Lima: Sociedad Geográfica de Lima, GWP Perú.
- Organización de las Naciones Unidas. (05 de junio de 2017). Naciones Unidas. Obtenido de ONU, 2015: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>
- PNUMA-DHI Centro para el Agua y Medio Ambiente. (17 de 07 de 2017). Integrated Water Resources Management in Action. Obtenido de Integrated Water Resources Management in Action: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>
- Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas, REDLACH. (2 de junio de 2018). REDLACH. Obtenido de REDLACH: <http://www.fao.org/forestry/18514-0a56737f03cfbeb4bbeae8f16c111ccf.pdf>
- Rosas L., UICN SUR. (21 de 08 de 2017). SENAGUA. Obtenido de SENAGUA: [http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/Manual\\_de\\_procedimientos.pdf](http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/Manual_de_procedimientos.pdf)
- Rosas, L., & UICN SUR. (2009). Manual de procedimientos de delimitación y codificación de unidades hidrográficas, caso Ecuador. Quito: UICN SUR.
- SENPLADES. (2013 de enero de 2013 - 2017). Plan Nacional del Buen Vivir. Plan Nacional del Buen Vivir. Quito, Pichincha, Ecuador: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo.
- SIGMA Consultores. (2015-2019). Plan de Desarrollo Estratégico. Quito.

- SlideShare. (10 de enero de 2018). Teoría de Cartografía Básica. Obtenido de Teoría de Cartografía Básica: <https://es.slideshare.net/mrn81/teora-de-catografa-bsica>
- Thiel, R. E. (2001). Teoría del desarrollo, nuevos enfoques y problemas. Caracas: Nueva Sociedad.
- UICN; SENAGUA; SGCAN. (2009). Delimitación y codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador Escala 1:250000, Nivel 5, Metodología Pfafstetter. Quito: SENAGUA.
- Universidad Central del Ecuador. (2015). Laboratorio de Microbiología - Informe de Resultados. Quito: UCE.
- Warner, J., & Moreyra, A. (2005). Conflictos y Participación - Uso Múltiple del Agua. Montevideo: Nordan-Comunidad.
- Yépez, F. (27 de 12 de 2017). Últimos avances en la evaluación de riesgo sísmico de Quito y futuros proyectos de mitigación. Obtenido de <http://www.flacsoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=24693>
- Zury, W. 2004. Manual de planificación y gestión participativa de cuencas y microcuencas; una propuesta con enfoque de desarrollo local. Quito, EC. SOBOC. 384 p




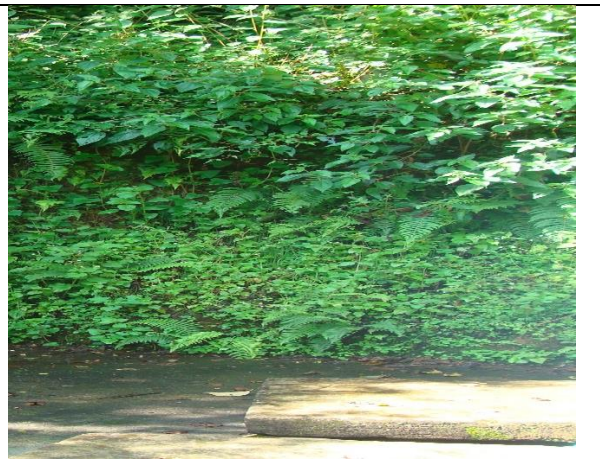

ANEXO I  
DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE LA ESTACIÓN UYUMBICHO (mm)

### DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE LA ESTACIÓN UYUMBICHO (mm)

AÑO / MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	53,9	61,4	208,4	168,8	107,9	84,8	53,2	100,5	50,7	137,1	209,9	124,9
1996	160,9	220,7	223,7	237,4	212,5	75,2	30	39,8	45,6	163,6	74,2	83,6
1997	233,4	102	1943,9	168,1	104,1	112,8	4,6	17	71,1	150,5	250,3	195,3
1998	83,1	143,2	205,9	264,7	224,9	49,6	37,6	72	57,4	192,5	181,4	44,7
1999	93,4	251,3	269,5	152,3	201	134,5	7,9	43,6	157,3	104,2	160,3	192,5
2000	161,2	184,6	268,8	231,4	250,5	137,7	42,6	28,8	167,7	49,9	57,9	73,7
2001	144,8	168,2	226,3	133,6	102	38,2	36,1	12,4	91,4	7,9	119	192,6
2002	94	93,4	201,4	248	132,7	69,7	26,5	11,8	22,9	129,6	185	243,6
2003	144,7	104,4	111,5	183,7	118	117,8	7,9	32,2	101,3	153,2	200,1	110,5
2004	58,9	66,1	74,8	150,4	147,4	24,3	28,6	3,1	98,7	136,3	152,7	187,7
2005	33,3	201,4	210,2	115,7	100,1	66,8	50,6	53,9	84,1	83,7	105,8	159,4
2006	93,3	188,8	167,5	262	76,3	92,2	13,1	236	51,6	76,5	245,9	174,6
2007	171,3	55,1	229,9	264,3	243,6	59,7	62,6	34,8	16,4	201,9	326,2	117,8
2008	246,6	275,5	263,5	257	216,4	111,5	28,5	96,7	103,1	199,5	108	128
2009	295,4	183,3	262,4	189,9	102,8	48,2	7,1	29	97	86,4	88,8	209,9
2010	45,6	103,7	1114,2	289,2	150,2	100,3	196,2	53,6	79,5	90,1	249,4	304,8
2011	138,3	193,3	143,7	262,4	92,8	61,4	69,4	76,7	56,9	197,6	30,4	164,9
2012	254,3	227,3	197,4	219,3	64,9	10,6	19,8	20	20,5	167	169	30,5
2013	48,7	216,7	128,1	101,9	239	9,8	8,3	36,5	38,4	191,6	45,9	79,6
2014	177,9	135,4	242,3	141,6	186,9	43,3	12,5	49,9	78,5	132,1	112,8	79,8
2015	94,9	78,9	233,3	152,2	102,4	10,6	30	6,6	21,4	118,2	193,4	49,7
<b>PROMEDIO</b>	134,7	155,0	329,8	199,7	151,3	69,5	36,8	50,2	72,0	131,9	155,5	140,4
<b>MÁXIMO</b>	295,4	275,5	1943,9	289,2	250,5	137,7	196,2	236	167,7	201,9	326,2	304,8
<b>MÍNIMO</b>	33,3	55,1	74,8	101,9	64,9	9,8	4,6	3,1	16,4	7,9	30,4	30,5

**ANEXO II**  
**FLORA DEL ÁREA DE VERTIENTES**

FLORA DEL ÁREA DE VERTIENTES

	
Leandra subseriata	Pasto común estacional
	
Helechos	Pumamaqui
	
Polylepis	Mora silvestre

## ANEXO III

Cotización de muestreo

<b>Oferta No. SSM_2018_07_007 A</b>	<b>Fecha: 12/julio/2018</b>
-------------------------------------	-----------------------------

DATOS CLIENTE	DATOS GENERALES DE LA OFERTA
Cliente: Ing. Nathaly Amendaño. Atención: Ing. Nathaly Amendaño. Teléfono: 0995779709 Correo electrónico: erik_amendano@hotmail.com Proyecto: Análisis de agua Cutuglagua.	Validez de la oferta: 90 días Elaborado Por: Sandra Elizabeth Suarez Cedillo Revisado Por: EV

TABLA RESUMEN DE SERVICIOS			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
Agua Potable INEN 1-108:2014 Quinta Revisión	1	\$1346.00	\$1346.00
<b>SubTotal análisis USD:</b>			<b>\$1346.00</b>
<b>Descuento análisis (-5%)</b>			<b>\$67.30</b>
<b>Subtotal análisis USD:</b>			<b>\$1278.70</b>
Agua Potable INEN 1-108:2014 Quinta Revisión (Parámetros subcontratados)	1	\$5901.00	\$5901.00
<b>SubTotal análisis subcontratados USD:</b>			<b>\$5901.00</b>
<b>SUMA USD:</b>			<b>\$7179.70</b>
<b>12% IVA:</b>			<b>\$861.56</b>
<b>TOTAL USD:</b>			<b>\$8041.26</b>

Opción 1: Cryptosporidium y Giardia**	1	\$90.00	\$90.00
Opción 2: Cryptosporidium y Giardia**	1	\$636.00	\$636.00

Se han considerado 2 opciones para este análisis:

\* Opción 1, que ha sido incluida en los valores ofertados, por contar con un precio menor y el análisis se realizará por microscopia simple, pero no constituye un método adecuado de identificación de estos parásitos y por lo tanto el laboratorio no asegura la representatividad del análisis por constituirse en una técnica referencial.

\*\* Opción 2, no incluida en los precios presentados, en la cual se ofrece el servicio de análisis con la metodología adecuada, cuya técnica implica un muestreo de al menos 100 Litros de agua los cuales, deben ser bombeados través de filtros especiales, capaces de captar los Parásitos. Posteriormente, el análisis se hace por una técnica conocida como PCR, la cual, identifica el ADN de los parásitos para determinar su presencia o ausencia, o en su defecto, por inspección microscópica con equipos destinados para este análisis específico.

El laboratorio recomienda realizar el análisis por la técnica mencionada, al menos una vez al año para asegurar la calidad de los resultados.

**Se incluirá mayor información acerca de la metodología de identificación de la Opción 2 en el e-mail de requerimiento del cliente.**

DESGLOSE DE SERVICIOS						
Agua Potable INEN 1-108:2014 Quinta Revisión					\$1346.00	
Parámetros	Unidad	Límite de Cuantificación	Método Adaptado de Referencia	Acreditación	Precio Unitario USD	
<b>Físico Químico</b>						
Turbidez	FAU/NTU	4	HACH 8237	SAE	\$8.00	
Color Aparente	APHA PtCo	9	SM 2120 C/ HACH 8025	SAE	\$8.00	
<b>Parámetros Organolépticos</b>						
Olor	-	Ausencia /Presencia	SM 2150/2160	-	\$8.00	
Sabor	-		SM 2150/2160	-	\$8.00	
<b>Aniones y No Metales</b>						
Cloro libre <sup>a)</sup>	mg/L	0.1	SM 4500 O,G	SAE	\$9.00	
Cloro total residual	mg/L	0.1	EPA 330.5	SAE		
Cianuro Libre	mg/L	0.001	SM 4500 CN	SAE	\$22.00	
Cianuro Total	mg/L	0.001	SM 4500 CN	SAE	\$50.00	
Fluoruro	mg/L	0.05	EPA 300.1	SAE	\$12.00	
Nitrato	mg/L	0.05	EPA 300.1	SAE	\$12.00	
Nitrito	mg/L	0.05	EPA 300.1	SAE	\$15.00	
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>						
1,2-Dicloroetano	mg/L	0.005	EPA 8260 C	SAE	\$160.00	
Benceno	mg/L	0.001	EPA 8260 C	SAE		
Estireno	mg/L	0.001	EPA 8260 C	SAE		
m+p Xileno	mg/L	0.001	EPA 8260 C	SAE		
O-xileno	mg/L	0.001	EPA 8260 C	SAE		
Tetracloroetano	mg/L	0.002	EPA 8260 C	SAE		
Tolueno	mg/L	0.001	EPA 8260 C	SAE		
Tricloroetano	mg/L	0.005	EPA 8260 C	SAE		
cis-1,3-Dicloropropeno	mg/L	0.002	EPA 8260 C	SAE		
<b>Trihalometanos</b>						
Bromodiclorometano	mg/L	0.002	EPA 8260 C	SAE		
Bromoformo	mg/L	0.002	EPA 8260 C	SAE		
Cloroformo	mg/L	0.01	EPA 8260 C	SAE		
Dibromoclorometano	mg/L	0.002	EPA 8260 C	SAE		
<b>Parámetros Microbiológicos</b>						
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.1	SM 9223 A,B	SAE	\$45.00	
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1.1	SM 9223 A,B	SAE		
<b>Metales totales</b>						
Antimonio	mg/L	0.0001	EPA 6020 A	SAE	\$114.00	
Arsénico	mg/L	0.0005	EPA 6020 A	SAE		
Bario	mg/L	0.0002	EPA 6020 A	SAE		
Boro	mg/L	0.02	EPA 6020 A	SAE		
Cadmio	mg/L	0.0001	EPA 6020 A	SAE		
Cobre	mg/L	0.005	EPA 6020 A	SAE		
Cromo	mg/L	0.0002	EPA 6020 A	SAE		
Mercurio	mg/L	0.0001	EPA 6020 A	SAE		
Níquel	mg/L	0.001	EPA 6020 A	SAE		
Plomo	mg/L	0.0005	EPA 6020 A	SAE		
Selenio	mg/L	0.001	EPA 6020 A	SAE		

Parámetros	Unidad	Límite de Cuantificación	Método Adaptado de Referencia	Acreditación	Precio Unitario USD
<b>Pesticidas Organoclorados</b>					
a-chordane	mg/L	0.0001	EPA 8270 D		<b>\$190.00</b>
Alachlor	mg/L	0.0001	EPA 8270 D	SAE	
Endrin	mg/L	0.0001	EPA 8270 D	SAE	
g-BHC (Lindano)	mg/L	0.0001	EPA 8270 D	SAE	
g-chlordane	mg/L	0.0001	EPA 8270 D	SAE	
pp <sup>o</sup> DDD	mg/L	0.0001	EPA 8270 D		
pp <sup>o</sup> -DDE	mg/L	0.00005	EPA 8270 D	SAE	
pp <sup>o</sup> -DDT	mg/L	0.0001	EPA 8270 D	SAE	
<b>Pesticidas Organofosforados</b>					
Chlorpirifos	mg/L	0.0001	EPA 8270 D	SAE	
Dimethoate	mg/L	0.00005	EPA 8270 D	-	
<b>Pesticidas Organonitrogenados</b>					
Pendametaniil	mg/L	0.0001	EPA 8270 D	SAE	
<b>Carbamatos</b>					
Carbofuran	mg/L	0.00005	EPA 8270 D	-	
<b>Parámetros Orgánicos</b>					
Benzo(a)pireno	mg/L	0.00005	EPA 8270 D / MM-AG-22	SAE	<b>\$115.00</b>
<b>Base neutrals</b>					
Bis (2-etilhexil) ftalato	mg/L	0.002	EPA 625	-	<b>\$350.00</b>
Hexachlorobutadiene	mg/L	0.001	EPA 625	-	
<b>Clorofenoles</b>					
2,4,6-trichlorophenol	mg/L	0.0007	EPA 8270	-	<b>\$220.00</b>
Pentachlorophenol	mg/L	0.0005	EPA 8270	-	

Agua Potable INEN 1-108:2014 Quinta Revisión (Parámetros subcontratados)					\$5901.00
Parámetros	Unidad	Límite de Cuantificación	Método Adaptado de Referencia	Acreditación	Precio Unitario USD
<b>Parámetros subcontratados</b>					
1,2-Dibromoetano	mg/L	0.0004	EPA 8260 C	-	<b>\$291.00</b>
Cloruro de vinilo	mg/L	0.0003	EPA 8260 C	-	
1,2-dibromo-3-chloropropane	mg/L	0.001	GC-MS	-	
1,4 Dioxano	mg/L	0.05	GC-MS	-	<b>\$260.00</b>
Ácido Nitrotriacético	mg/L	0.2	GC-MS	-	<b>\$210.00</b>
Acrylamida	mg/L	0.0005	GC-MS	-	<b>\$300.00</b>
Epiclorohidrin	mg/L	0.0004	GC-MS	-	<b>\$310.00</b>
Microcystin LR	mg/L	0.001	GC-MS	-	<b>\$645.00</b>
Mono Di y Tricloroamina**	mg/L	0.04	GC-MS	-	<b>\$650.00</b>
N-Nitrosodimethylamine*	mg/L	0.05	GC-MS	-	<b>\$300.00</b>
Radiación Alfa	pCi/L	3	EPA 900.1	-	<b>\$410.00</b>
Radiación Beta	pCi/L	4	EPA 900.1	-	
Aldicarb	mg/L	0.0005	GC-MS	-	<b>\$580.00</b>
Aldrin	mg/L	0.00002	GC-MS	-	
Dieldrin	mg/L	0.00003	GC-MS	-	
Terbutylazine	mg/L	0.007	GC-MS	-	
Isoproturon	mg/L	0.009	EPA 532	-	<b>\$235.00</b>
Dicloroprop	mg/L	0.1	EPA 532	-	<b>\$260.00</b>

Parámetros	Unidad	Límite de Cuantificación	Método Adaptado de Referencia	Acreditación	Precio Unitario USD
Tricloroacetato	mg/L	0.2	GC-MS	-	\$260.00
Metabolitos de Atrazine, cloro-s-triazina	mg/L	0.1	GC-MS	-	\$605.00
2-Hydroxyatrazine	mg/L	0.2	GC-MS	-	\$495.00
<b>Parámetros subcontratados (microbiológicos)</b>					
<b>Opción 1</b>					
Cryptosporidium	mg/L	Ausencia/ Presencia	Microscopia	-	\$90.00
Giardia	mg/L		Método sencillo	-	
<b>Opción 2 <sup>b) **</sup></b>					
Cryptosporidium	mg/L	número de quistes/	EPA 1623	-	\$636.00
Giardia	mg/L		EPA 1623		

& Solo para agua potable

a) Este parámetro debe ser medido en campo, en caso de no realizarlo se puede medir cloro total residual en el laboratorio, sin embargo este no está normado como tal. Gruentec cuenta con el servicio de muestreo en caso de requerirlo.

b) Luego de la aceptación de la oferta, Gruentec realizará un convenio con EPMAPS para realizar este análisis por lo que se requiere tiempo de trámites administrativos.

\* N-Nitrosodimethylamine se analizará únicamente si los resultados del análisis de Mono Di y Tricloroamina pasan de 1,5 mg/l.

\*\* Si pasa de 1,5 mg/l, se debe analizar N-Nitrosodimethylamine según la Norma INEN 1108:2014 Quinta Revisión.

\*\* Este servicio de análisis será realizado una vez que se cuente con la aprobación del cliente.

Los valores no incluyen el 12% del IVA

#### CALIDAD

Nota: Los límites de cuantificación son referenciales y podrán variar dependiendo de la naturaleza de la muestra, en el momento del análisis.

Esta cotización es general y no representa todo lo que Gruentec Cia. Ltda. puede ofrecer. Por favor para más información o algún otro tipo de análisis contactarse con el laboratorio.

Nuestro laboratorio actualmente trabaja con una red de laboratorios en Canadá y Estados Unidos, esto nos permite ofrecer una gama de análisis muy amplia, por favor, solicitar más información sobre estos servicios.

El laboratorio Gruentec Cía. Ltda. tiene la acreditación ISO/IEC 17025 emitido por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) OAE-LE-2C-05-008. Por favor consultar el listado de parámetros acreditados al laboratorio.

Gruentec Cía. Ltda. trabaja estrictamente con métodos de "Environmental Protection Agency" (U.S.EPA) y de la "Association of Official Analytical Chemists" (AOAC) de los Estados Unidos.

#### CONDICIONES DE PAGO

100 % del pago a la aceptación de la Oferta. Los análisis se iniciarán una vez haya sido cancelada la totalidad de la factura generada. El pago puede ser realizado con CHEQUE a nombre de Gruentec Cía. Ltda., por DEPÓSITO o TRANSFERENCIA Bancaria a nombre de Gruentec Cía. Ltda. a la cuenta corriente 02052009544 del Produbanco, mail de contacto: info@gruentec.com, teléfono: 02 6014371, RUC:1791344073001.

**ENTREGA DE RESULTADOS**

Tiempo de entrega de resultados (por correo electrónico): 8-10 días laborables.  
Parámetros subcontratados: 12-15 días laborables.  
Opción 2 Giardia y Criptosporidium: 30 días.

**ELIMINACIÓN DE MUESTRAS**

Las muestras serán eliminadas 10 días después de haber sido emitidos y entregados los Reportes de Análisis.

Oferta No. SSM\_2018\_07\_012 B

Fecha: 12/julio/2018

DATOS CLIENTE	DATOS GENERALES DE LA OFERTA
Cliente: Ing. Nathaly Amendaño. Atención: Ing. Nathaly Amendaño Teléfono: 0995779709 Correo electrónico: erik_amendano@hotmail.com Proyecto: Análisis de agua Cutuglagua	Validez de la oferta: 90 días Elaborado Por: Sandra Elizabeth Suarez Cedillo Revisado Por: EV

TABLA RESUMEN DE SERVICIOS			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
Agua Potable INEN 1-108:2014 Quinta Revisión. Parcial	1	\$358.00	\$358.00
Descuento análisis (-5%)			\$17.90
Subtotal análisis USD:			\$340.10
12% IVA:			\$40.81
TOTAL USD:			\$380.91

DESGLOSE DE SERVICIOS					
Agua Potable INEN 1-108:2014 Quinta Revisión. Parcial					\$358.00
Parámetros	Unidad	Límite de Cuantificación	Método Adaptado de Referencia	Acreditación	Precio Unitario USD
<b>Físico Químico</b>					
pH	unidades pH	2	SM 4500 H	SAE	\$6.00
Conductividad	µS/cm	1	EPA 9050 A	SAE	\$6.00
Dureza total	mg/L	0.3	SM 2340 B/ EPA 6020	SAE	\$17.00
Turbidez	FAU/NTU	4	HACH 8237	SAE	\$8.00
Color Aparente	APHA PtCo	9	SM 2120 C/ HACH 8025	SAE	\$8.00
<b>Parámetros Organolépticos</b>					
Olor	-	Ausencia /Presencia	SM 2150/2160	-	\$8.00
Sabor	-		SM 2150/2160	-	\$8.00
<b>Aniones y No Metales</b>					
Cloro libre <sup>b)</sup>	mg/L	0.1	SM 4500 O,G	SAE	\$9.00
Cloro total residual	mg/L	0.1	EPA 330.5	SAE	
Cianuro Libre	mg/L	0.001	SM 4500 CN	SAE	\$22.00
Cianuro Total	mg/L	0.001	SM 4500 CN	SAE	\$50.00
Fluoruro	mg/L	0.05	EPA 300.1	SAE	\$12.00
Nitrato	mg/L	0.05	EPA 300.1	SAE	\$12.00
Nitrito	mg/L	0.05	EPA 300.1	SAE	\$15.00
<b>Parámetros Microbiológicos</b>					
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.1	SM 9223 A,B	SAE	\$45.00
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1.1	SM 9223 A,B	SAE	
Recuento Total de Bacterias	UFC/mL	1	SM 9215	SAE	\$18.00

Parámetros	Unidad	Límite de Cuantificación	Método Adaptado de Referencia	Acreditación	Precio Unitario USD
<b>Metales totales</b>					
Aluminio	mg/L	0.01	EPA 6020 A	SAE	<b>\$114.00</b>
Antimonio	mg/L	0.0001	EPA 6020 A	SAE	
Arsénico	mg/L	0.0005	EPA 6020 A	SAE	
Bario	mg/L	0.0002	EPA 6020 A	SAE	
Boro	mg/L	0.02	EPA 6020 A	SAE	
Cadmio	mg/L	0.0001	EPA 6020 A	SAE	
Calcio	mg/L	0.05	EPA 6020 A	SAE	
Cobre	mg/L	0.005	EPA 6020 A	SAE	
Cromo	mg/L	0.0002	EPA 6020 A	SAE	
Hierro	mg/L	0.02	EPA 6020 A	SAE	
Manganeso	mg/L	0.0005	EPA 6020 A	SAE	
Níquel	mg/L	0.001	EPA 6020 A	SAE	
Plomo	mg/L	0.0005	EPA 6020 A	SAE	
Selenio	mg/L	0.001	EPA 6020 A	SAE	

b) El cloro activo es un parámetro que se debe realizar en campo, como alternativa se ofrece el análisis de cloro residual en el laboratorio, pero no se encuentra normado como tal.

Los valores no incluyen el 12% del IVA

#### CALIDAD

Nota: Los límites de cuantificación son referenciales y podrán variar dependiendo de la naturaleza de la muestra, en el momento del análisis.

Esta cotización es general y no representa todo lo que Gruentec Cia. Ltda. puede ofrecer. Por favor para más información o algún otro tipo de análisis contactarse con el laboratorio.

Nuestro laboratorio actualmente trabaja con una red de laboratorios en Canadá y Estados Unidos, esto nos permite ofrecer una gama de análisis muy amplia, por favor, solicitar más información sobre estos servicios.

El laboratorio Gruentec Cía. Ltda. tiene la acreditación ISO/IEC 17025 emitido por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) OAE-LE-2C-05-008. Por favor consultar el listado de parámetros acreditados al laboratorio.

Gruentec Cía. Ltda. trabaja estrictamente con métodos de "Environmental Protection Agency" (U.S.EPA) y de la "Association of Official Analytical Chemists" (AOAC) de los Estados Unidos.

#### CONDICIONES DE PAGO

100 % del pago a la aceptación de la Oferta. Los análisis se iniciarán una vez haya sido cancelada la totalidad de la factura generada. El pago puede ser realizado con CHEQUE a nombre de Gruentec Cía. Ltda., por DEPÓSITO o TRANSFERENCIA Bancaria a nombre de Gruentec Cía. Ltda. a la cuenta corriente 02052009544 del Produbanco, mail de contacto: info@gruentec.com, teléfono: 02 6014371, RUC:1791344073001.

#### ENTREGA DE RESULTADOS

Tiempo de entrega de resultados (por correo electrónico):  
8-10 días laborables.

#### ELIMINACIÓN DE MUESTRAS

Las muestras serán eliminadas 10 días después de haber sido emitidos y entregados los Reportes de Análisis.