

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

### **ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO QUILLALLI PARA USO AGRÍCOLA, PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO.**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**ISAÍAS PACHACUTIC QUINATO A CHUQUIANA**

isaias.quinatoa@epn.edu.ec

**Directora: MARÍA CRISTINA TORRES GUERRÓN**

maria.torresg@epn.edu.ec

**Quito, Mayo 2020**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Isaías Pachacutic Quinatoa Chuquiana, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**ISAÍAS PACHACUTIC QUINATO A CHUQUIANA**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Isaías Pachacutic Quinatoa Chuquiana, bajo mi supervisión.

---

**María Cristina Torres Guerrón**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por su apoyo y amor incondicional en todo el trayecto de mi carrera, por ser la persona que día a día me ha enseñado que con disciplina, perseverancia y responsabilidad todo es posible.

A mi padre, por sus palabras llenas de sabiduría y experiencia, por siempre estar pendiente en cada paso transitado en el transcurso de mi carrera profesional, por enseñarme que el conocimiento es más gratificante si se lo consigue con esfuerzo y sacrificio por uno mismo, por su paciencia y comprensión en diferentes trayectos de mi vida.

A mis hermanas, por su amor incondicional, por los buenos y malos momentos juntos, por las muchas aventuras vividas y por la incansable lucha por fortalecer nuestra identidad y ser partícipes en cambiar la realidad de nuestra sociedad.

A la Ing. María Cristina Torres y a la Ing. Gissela Vilaña quienes con delicadeza me han sabido guiar y caminar de la mano en la elaboración de este proyecto y me han compartido cada una de sus experiencias y conocimientos permitiéndome aprender.

Al Laboratorio Docente de Ingeniería Ambiental, Centro de Investigación y Control Ambiental y al Departamento de Metalurgia Extractiva, por todo el apoyo brindado.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Quisapincha, que me brindaron todo el apoyo necesario, la información oportuna e indispensable para la consecución de este proyecto.

A mi querida alma mater, la Escuela Politécnica Nacional, por su formación y aporte al desarrollo de nuestra sociedad.

Finalmente, y de manera muy especial quiero manifestar mi agradecimiento a la gran y diversa familia Fundación Hanns Seidel, por su apoyo incondicional para cumplir uno más de mis sueños, por su formación integral y por aun seguir apostando a cambiar la realidad de muchos de los jóvenes de los pueblos y nacionalidades, mestizos, afros y montubios, y transformarnos en entes de cambio y ser un aporte fundamental en el constante desarrollo de nuestra sociedad.

*Como dijo Tupak Amaru “Tigramushpaka waranka waranka kashunchik” “Volveremos y seremos millones”, seguimos resistiendo y estamos volviendo desde la academia, para de esa forma contribuir al fortalecimiento de los pueblos y nacionalidades y ser un aporte fundamental en el cambio de la realidad de nuestra sociedad.*

## DEDICATORIA

A Alberto y Juanita mis queridos padres, con su ejemplo de vida me han enseñado que con amor todo es posible.

A mis hermanas, Estefanía, Isabel y Tamia.

A mi mamita Manuela Chadán.

A mis abuelos Dionicio Quinatoa, Dolores Casicana y Gregorio Chuquiana, que estoy seguro que desde el cielo siempre me estuvieron acompañando en este transitar y creyendo en mí.

A mis tíos/as, primos/as y amigos/as.

A los Apuks y Wakas sagradas del pueblo milenario KISAPINCHA.

## CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
ÍNDICE DE MAPAS.....	XVI
SIGLAS .....	XVII
RESUMEN .....	XIX
ABSTRACT .....	XX
CAPÍTULO 1. ....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 GENERAL .....	3
1.2.2 ESPECÍFICOS.....	3
1.3 ALCANCE.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO 2. ....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 CALIDAD DEL AGUA .....	6
2.1.1 CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA.....	6
2.1.1.1 INDICADORES FÍSICO – QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS .....	6
2.1.2 CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	6
2.1.2.1 CONTAMINACIÓN PUNTUAL .....	7
2.1.2.2 CONTAMINACIÓN DIFUSA.....	7
2.2 USOS DE AGUA .....	8

2.2.1	FACTORES ANTROPOGÉNICOS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA .....	9
2.2.1.1	LA AGRICULTURA .....	9
2.2.1.2	LA ACTIVIDAD GANADERA.....	10
2.2.1.3	ACTIVIDADES INDUSTRIALES.....	10
2.3	HERRAMIENTA PARA LA DETERMINACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN .....	10
2.3.1	MAPA PARLANTE.....	10
2.4	GESTIÓN INTEGRAL DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH).....	11
2.4.1	PRINCIPIOS DE LA GIRH.....	11
2.4.2	CUENCA HIDROGRÁFICA .....	12
2.4.2.1	CUENCA .....	12
2.4.2.2	SUBCUENCA .....	12
2.4.2.3	MICROCUENCA .....	12
2.4.3	LA GESTIÓN DEL AGUA A NIVEL DE CUENCA .....	13
2.5	MARCO LEGAL APLICABLE .....	13
2.5.1	CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008).....	13
2.5.2	CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (COA, 2017). .....	14
2.5.3	LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA (LORHUYA, 2014).....	14
2.5.4	CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD, 2010). .....	15
2.5.5	ACUERDO MINISTERIAL NO. 097 A. REFORMA TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, DECRETO EJECUTIVO 3516, REGISTRO OFICIAL SUPLEMENTO 2, 2015. ....	15
	CAPÍTULO 3. ....	18
	METODOLOGÍA.....	18
3.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	18
3.2	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	18
3.3	TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18

3.4	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RELEVANTE .....	19
3.5	VISITAS DE CAMPO.....	20
3.5.1	MAPA PARLANTE.....	20
3.5.1.1	DESARROLLO DEL MAPA PARLANTE .....	20
3.5.2	ENCUESTAS.....	21
3.5.2.1	TAMAÑO DE MUESTRA POBLACIONAL A ENCUESTAR .....	21
3.6	ANÁLISIS DE USO DE SUELOS .....	23
3.6.1	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES.....	23
3.6.2	CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA Y ATMOSFÉRICA.....	24
3.6.3	CLASIFICACIÓN SUPERVISADA.....	24
3.6.4	CÁLCULO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	25
3.7	MUESTREO .....	25
3.7.1	DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	25
3.7.2	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO. ....	26
3.7.3	GEORREFERENCIACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO .....	26
3.7.4	PARÁMETROS Y MÉTODO DE ANÁLISIS .....	27
3.7.4.1	PARÁMETROS IN SITU.....	28
3.7.4.2	PARÁMETROS MEDIDOS EN LABORATORIO .....	28
3.7.5	MATERIALES DE RECOLECCIÓN.....	31
3.7.6	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS .....	31
3.7.6.1	ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS. ....	31
3.7.6.2	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	31
3.7.7	MANEJO DE MUESTRAS.....	32
3.7.8	CAUDAL .....	32
3.7.8.1	AFORO DE CAUDAL .....	32
	CAPITULO 4. ....	34
	LÍNEA BASE .....	34
4.1	COMPONENTE BIOFÍSICO .....	34
4.1.1	HIDROLOGÍA .....	34
4.1.2	CLIMATOLOGÍA.....	34
4.1.3	USO DE SUELO Y COBERTURA VEGETAL .....	35

4.1.3.1	COBERTURA VEGETAL.....	35
4.1.3.2	USO DE SUELO.....	36
4.1.3.3	ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL Y USOS DE SUELO A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES .....	36
4.1.3.4	CAMBIO DE USO DE SUELO.....	37
4.1.4	GEOLOGÍA.....	39
4.2	COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO .....	39
4.2.1	GRUPOS ÉTNICOS .....	39
4.2.2	ORGANIZACIÓN SOCIAL.....	40
4.2.3	SERVICIOS BÁSICOS .....	41
4.2.3.1	ENERGÍA ELÉCTRICA .....	41
4.2.3.2	VÍAS DE ACCESO .....	41
4.2.3.3	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE .....	41
4.2.3.4	ELIMINACIÓN DE EXCRETAS .....	42
4.2.4	EDUCACIÓN .....	43
4.2.5	SALUD.....	43
4.2.6	VIVIENDA.....	43
4.2.7	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR RAMA DE ACTIVIDAD .....	44
4.2.8	PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	45
4.2.9	PRODUCCIÓN PECUARIA.....	46
4.3	FUENTES DE CONTAMINACIÓN.....	46
4.3.1	MAPA PARLANTE Y SALIDAS DE CAMPO .....	46
4.3.2	ENCUESTAS.....	48
CAPITULO 5. ....		61
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....		61
5.1	ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CAMPO .....	65
5.1.1	CAUDAL .....	65
5.1.2	TEMPERATURA.....	66
5.1.3	OXÍGENO DISUELTO (OD) .....	66
5.1.4	POTENCIAL HIDROGENO (pH) .....	67

5.1.5	MATERIA FLOTANTE .....	68
5.1.6	ACEITES Y GRASAS .....	68
5.2	ANÁLISIS DE METALES PESADOS.....	69
5.2.1	ALUMINIO .....	69
5.2.2	COBRE .....	69
5.2.3	HIERRO.....	70
5.2.4	MANGANESO .....	71
5.2.5	CROMO HEXAVALENTE .....	71
5.2.6	OTROS METALES PESADOS.....	73
5.3	FLÚOR.....	73
5.4	BORO .....	74
5.5	NITRITOS .....	74
5.6	SULFATOS.....	75
5.7	HUEVOS DE PARÁSITOS .....	75
5.8	COLIFORMES FECALES.....	75
5.9	MAPA CALIDAD DE AGUA .....	76
5.10	NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO.....	78
5.10.1	SALINIDAD.....	78
5.10.2	INFILTRACIÓN.....	79
5.10.3	TOXICIDAD POR IONES ESPECÍFICOS .....	80
5.10.3.1	SODIO .....	80
5.10.3.2	CLORUROS .....	81
5.10.4	EFFECTOS MISCELÁNEOS .....	82
5.10.4.1	NITRÓGENO COMO NITRATO .....	82
5.10.4.2	BICARBONATO .....	83
5.11	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (TPH).....	83
5.12	PRINCIPALES LIMITACIONES.....	84
	CAPITULO 6. ....	85
	LINEAMIENTOS GENERALES DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO .....	85
6.1	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO QUILLALLI .....	85

6.2	IDENTIFICACIÓN DE ACTORES ESTRATÉGICOS DEL AGUA.....	85
6.3	POSIBLES ACCIONES PARA COMBATIR LOS PROBLEMAS DENTRO DE LA MICROCUENCA Y VIABILIZAR LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.....	86
	CAPITULO 7. ....	88
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	88
7.1	CONCLUSIONES .....	88
7.2	RECOMENDACIONES.....	89
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	91
	ANEXOS .....	95
	ANEXO No. 1 .....	96
	ANEXO No. 2 .....	105
	ANEXO No. 3 .....	109
	ANEXO No. 4 .....	113
	ANEXO No. 5 .....	118
	ANEXO No. 6 .....	121
	ANEXO No. 7 .....	138
	ANEXO No. 8.....	146

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Usos del agua en Ecuador .....	8
Tabla 2.	Criterio de calidad de Aguas para Riego Agrícola .....	16
Tabla 3.	Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego .....	17
Tabla 4.	Niveles de confianza para el cálculo del tamaño de una muestra poblacional según la distribución de Gauss .....	21
Tabla 5.	Clases de vegetación .....	25
Tabla 6.	Ubicación de los puntos de muestreo.....	26
Tabla 7.	Parámetros medidos In Situ .....	28
Tabla 8.	Parámetros medidos en el LDIA.....	28
Tabla 9.	Parámetros medidos en el laboratorio GRUNTEC .....	29
Tabla 10.	Parámetros medidos en el CICAM y DEMEX.....	30
Tabla 11.	Materiales de recolección.....	31
Tabla 12.	Cobertura Vegetal parroquia Quisapincha .....	35
Tabla 13.	Cambios de uso de suelo .....	38
Tabla 14.	Acceso a vivienda.....	44
Tabla 15.	PEA por rama de actividad.....	44
Tabla 16.	Actividades dentro del cauce principal .....	47
Tabla 17.	Número de encuestas aplicadas .....	48
Tabla 18.	Resumen respuestas a encuestas realizadas .....	49
Tabla 19.	Contaminación del agua.....	51
Tabla 20.	Escasez de agua.....	56
Tabla 21.	Inundaciones .....	57
Tabla 22.	Proyectos que se están realizando en la parroquia.....	58
Tabla 23.	Parámetros físico-químicos durante el primer muestreo .....	61
Tabla 24.	Parámetros físico-químicos durante el segundo muestreo.....	62
Tabla 25.	Parámetros físico-químicos durante el tercer muestreo .....	63
Tabla 26.	Parámetros físico-químicos durante el cuarto muestreo .....	64

Tabla 27. Relación de la adsorción de Sodio y Conductividad Eléctrica .....	79
Tabla 28. Concentración de Sodio. ....	80
Tabla 29. Concentración de Cloruros para Irrigación superficial .....	81
Tabla 30. Concentración de Cloruros para Irrigación .....	82
Tabla 31. Concentración de Nitrógeno como Nitrato.....	82
Tabla 32. Concentración de Bicarbonatos .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Tipos de fuentes de contaminación del agua .....	7
Figura 2.	Sistema de captación de agua de riego .....	9
Figura 3.	División de la cuenca hidrográfica.....	12
Figura 4.	Promedios Mensuales de Variables Climatológicas.....	23
Figura 5.	División en secciones del cauce del río para el cálculo del área transversal .....	33
Figura 6.	Grupos Étnicos.....	40
Figura 7.	Producción agrícola en comunidades de Quisapincha.....	45
Figura 8.	Producción pecuaria en Quisapincha.....	46
Figura 9.	Origen del agua de riego .....	51
Figura 10.	Fuentes de contaminación .....	52
Figura 11.	Responsables de la contaminación del agua .....	53
Figura 12.	Efectos de la utilización del agua en los sembríos .....	53
Figura 13.	Fábricas e Industrias que contaminan el agua.....	54
Figura 14.	Contaminación del agua por parte de Fábricas e Industrias .....	55
Figura 15.	Afectación de las comunidades por el uso de agua contaminada.....	55
Figura 16.	Problemas de la escasez de agua .....	56
Figura 17.	Problema de las inundaciones .....	57
Figura 18.	Alternativas para combatir la contaminación.....	58
Figura 19.	Contribución de los proyectos a la disminución de la contaminación..	59
Figura 20.	Variación de Caudal .....	65
Figura 21.	Variación de la Temperatura .....	66
Figura 22.	Variación de Oxígeno disuelto .....	67
Figura 23.	Variación de pH.....	68
Figura 25.	Concentración de Aluminio .....	69
Figura 24.	Concentración de Cobre .....	70
Figura 28.	Concentración de Hierro .....	70

Figura 27. Concentración de Manganeso .....	71
Figura 26. Concentración de Cromo Hexavalente.....	73
Figura 29. Concentración de Flúor .....	74
Figura 30. Concentración de Coliformes Fecales.....	76
Figura 31. Variación de Conductividad.....	78
Figura 32. Variación de Solidos Disueltos Totales .....	79
Figura 33. Concentración de Sodio .....	81

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación del Área de Estudio .....	2
Mapa 2. Fuentes de contaminación de la Microcuenca Quillalli .....	60
Mapa 3. Mapa de calidad de agua .....	77
Mapa 4. Ubicación de la Microcuenca del río Quillalli .....	97
Mapa 5. Mapa de delimitación de la Microcuenca del Río Quillalli .....	98
Mapa 6. Puntos de muestreo .....	99
Mapa 7. Isotermas e Isoyetas de la Microcuenca del río Quillalli .....	100
Mapa 8. Cobertura Vegetal .....	101
Mapa 9. Uso de suelo .....	102
Mapa 10. Cambios de uso de suelo .....	103
Mapa 11. Geología .....	104

## SIGLAS

CE	Conductividad Eléctrica
CESA	Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas
CICAM	Centro de Investigación y Control Ambiental
COA	Código Orgánico del Ambiente
COCIQ	Corporación de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Quisapincha
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
DEMEX	Departamento de Metalurgia Extractiva
GADP	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial
HGPT	Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua
IERAC	Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización
IGM	Instituto Geográfico Militar
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
KIPU	Organización Pueblo kisapincha
LDIA	Laboratorio Docente de Ingeniería Ambiental
LMP	Límite Máximo Permisible
MAE	Ministerio del Ambiente
NDVI	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada
NMP	Número más Probable
OD	Oxígeno Disuelto

PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PEA	Población Económicamente Activa
pH	Potencial Hidrógeno
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
RAS	Relación Adsorción de Sodio
SAE	Servicio de Acreditación Ecuatoriana
SDT	Sólidos Disueltos Totales
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
USGS	United States Geological Survey

## RESUMEN

Este trabajo se enmarca dentro de la línea de investigación denominada “Tecnología y Manejo del Agua” de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional. Esta investigación evalúa la calidad del agua para uso agrícola de la microcuenca del río Quillalli de la parroquia Quisapincha, partiendo del análisis de imágenes satelitales LANDSAT de la cobertura vegetal y usos de suelo de los años 1986, 1995 y 2017, donde se identificaron 5 clases de vegetación: vegetación densa, pajonal, pastos, arbustos y suelo desnudo, se evidencia que el pasto ha ido ocupando mayor área del 12% en 1986 al 40% en 2017, mientras que el pajonal ha disminuido su área de 17% en 1986 a 7% en 2017, incidiendo en mayores fuentes no puntuales de contaminación del cauce. Además, mediante visitas de campo, mapa parlante y aplicación de encuestas se identificaron fuentes puntuales y no puntuales de contaminación. De los análisis microbiológicos se determinó la presencia de coliformes fecales en todos los puntos analizados, el punto RQ5 excedió el límite máximo permisible (LMP) presentando una concentración de 1671 NMP/100 ml, por lo que se podría generar problemas gastrointestinales al consumir productos regados por esta agua. Con respecto a análisis físico-químicos se encontraron que el cromo hexavalente, aluminio, cobre y manganeso excedían el LMP y al tener características bioacumulables a la larga pueden causar problemas carcinogénicos. Finalmente, se planteó lineamientos generales para la gestión del recurso hídrico.

## ABSTRACT

This work is framed within the line of Research on "Technology and Water Management" of the Environmental Engineering degree of the Escuela Politécnica Nacional. This research evaluates the quality of the water for agricultural use in the Quillalli River Microbasin of the Quisapincha parish, based on the analysis of LANDSAT satellite images of the vegetation cover and land uses of the years 1986, 1995 and 2017, where 5 classes were identified vegetation: dense vegetation, grassland, grasses, shrubs and bare soil, it is evident that the grass has occupied a larger area from 12% in 1986 to 40% in 2017, while the grassland has decreased its area from 17% in 1986 to 7% in 2017, influencing non-point sources of riverbed contamination. In addition, through field visits, talking maps and surveys, point and non-point sources of contamination were identified. From the microbiological analyzes, the presence of faecal coliforms was determined in all the points analyzed, the RQ5 point exceeded the maximum permissible limit (LMP), presenting a concentration of 1671 NMP / 100 ml, which could generate gastrointestinal problems when consuming irrigated products for this water. With respect to physical-chemical analyzes, it was found that hexavalent chromium, aluminum, copper and manganese exceeded the LMP and, since they have bioaccumulative characteristics in the long run, can cause carcinogenic problems. Finally, general guidelines for water resource management were proposed.

# CAPÍTULO 1.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

El agua para riego desde tiempos ancestrales, ha sido un factor esencial para la agricultura (Avila, García & Villalobos, 2017). En América Latina y el Caribe el 75% del total extraído es usada para riego, sin embargo, estas actividades normalmente presentan pésimas condiciones en sus diversos aspectos, entre ellos los referentes a calidad (Ballesteros, Brown, Jouravlev, Kuffner & Zagarra, 2005).

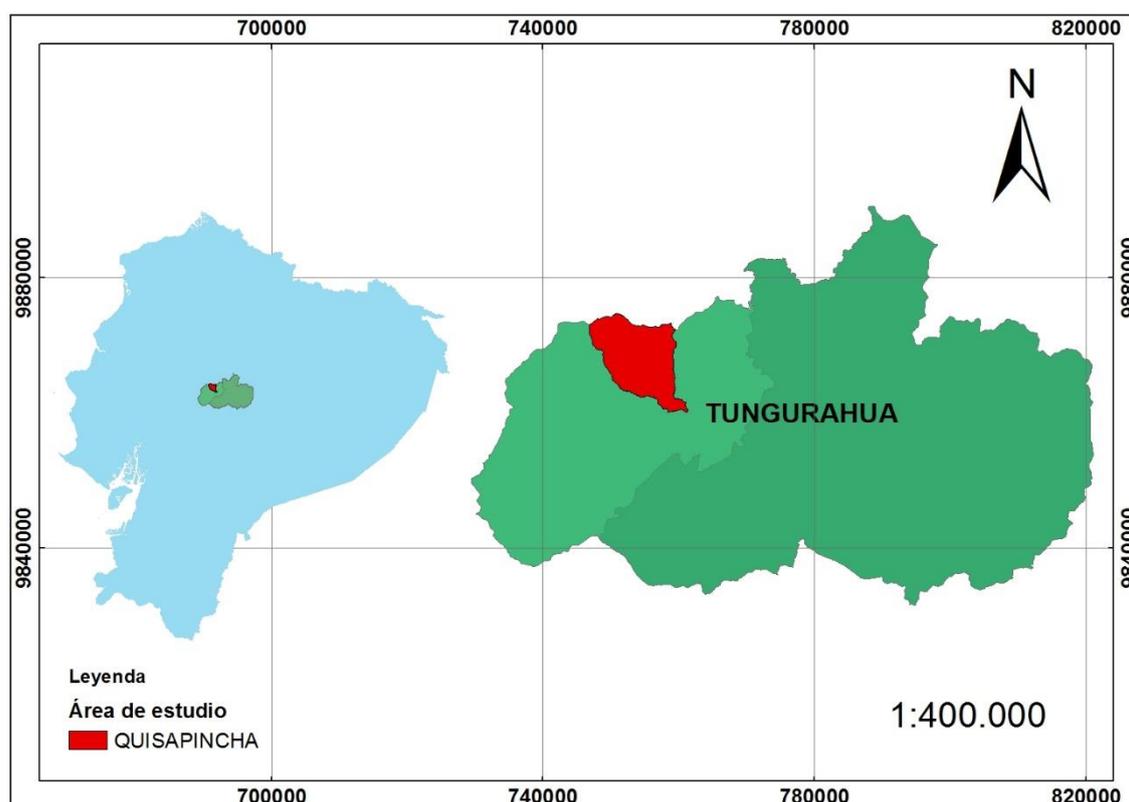
La calidad del cuerpo de agua, sean superficial o subterránea depende de factores naturales y antrópicos (ONU, 2012). Algunas de las actividades antrópicas que se desarrollan al interior de ciertas áreas de drenaje hídrico, utilizan agua en sus procesos productivos, los cuales mediante escorrentía superficial y descargas de aguas residuales en cuerpos de agua han generado contaminación (Ongley, 1997), provocando afectación a su calidad, amenazando de esta manera sus usos, al ser humano, a los ecosistemas, y presentando riesgos para la salud y el equilibrio ambiental (Altamirano, 2013).

Ecuador cuenta con una superficie total de 283.560 km<sup>2</sup>, de los cuales Tungurahua tiene una superficie de 3.335 km<sup>2</sup>, de estos el 28,2% está destinada a montes y bosques, los pastos cultivables ocupan el 20,3%, páramo el 12,1% y otros 39,4% (cultivos transitorios, cultivos permanentes, descanso, otros usos) (INEC, 2019). La microcuenca del río Quillalli, ubicada en la parroquia Quisapincha, cantón Ambato, Provincia del Tungurahua (Mapa 1), con características de uso de suelo similares presenta indicios de contaminación debido a las actividades agropecuarias e industriales que se desarrollan a lo largo de los cauces.

La parroquia Quisapincha es un sector dedicado a la agricultura, crianza de animales y artesanía en cuero, años atrás sufría de grandes problemas al no contar con un sistema de alcantarillado en las comunidades, por lo que sus efluentes domésticos eran descargados directamente al cauce de los afluentes del río

Quillalli, causando grandes problemas a las comunidades bajas debido a la contaminación. Este problema se solucionó parcialmente con la implementación de la red de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) ubicada en Quillalli.

**Mapa 1. Ubicación del Área de Estudio**



**Fuente:** IGM-Mapa Ecuador por parroquias,  
**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

Actualmente, a lo largo del cauce aún existen casas, las cuales siguen descargando directamente a los ríos: aguas provenientes del lavado de ropa y de chancheras. Además, en el año 2000 se instaló una curtiembre en el sector de TURULOMA presentando grandes problemas especialmente a las comunidades de la zona baja, ya que se presume que están descargando sus aguas residuales directamente en el cauce del afluente del río Quillalli sin ningún tipo de tratamiento, por lo que el agua llega con mal olor, basuras, entre otros, provocando que en ciertas ocasiones los animales mueran al ingerir estas aguas, lo que también implica un riesgo a la salud de todos los consumidores de los productos agrícolas de esta zona.

Una de las razones para que el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial (GADP) no ejecute algún programa de saneamiento o recuperación del río, es la falta de fundamento técnico-científico que permita tomar medidas correctivas; por lo que se observa muy necesario levantar información sobre la calidad del agua de esta microcuenca que permita establecer medidas de acción.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 GENERAL**

Estudiar la calidad del agua del río Quillalli, mediante la ejecución de campañas de muestreo y análisis de uso de suelo para determinar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente para uso agrícola.

### **1.2.2 ESPECÍFICOS**

- Identificar las fuentes (puntuales y no puntuales) que contribuyen a la contaminación del río Quillalli para establecer puntos de muestreo mediante reconocimiento de la zona de estudio.
- Determinar la calidad del agua para la identificación del cumplimiento con la normativa ambiental vigente mediante el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos,
- Establecer recomendaciones de gestión del recurso hídrico mediante un análisis de los resultados de calidad del agua y uso del suelo, que permita la prevención y control de la contaminación del agua en la microcuenca del río Quillalli.

## **1.3 ALCANCE**

El presente trabajo pretende estudiar la calidad del agua del río Quillali para uso agrícola, de la Parroquia Quisapincha, Provincia de Tungurahua, partiendo de un análisis de imágenes satelitales de los años 1986, 1995 y 2018, para establecer el

cambio de vegetación en el lapso establecido, de esta manera identificar la variación del uso de suelos de la microcuenca y compararla con el uso de suelos actual.

Posteriormente se visitará el área de estudio con el fin de realizar entrevistas y campañas de muestreo en puntos estratégicos de la microcuenca, aguas arriba y aguas abajo del casco parroquial, para la comparación de parámetros con los límites máximos permisibles (LMP) decretados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), según el Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA), AM 097 A, en el cual se establecen los criterios de calidad admisible para uso agrícola o de riego (MAE, 2015), para finalmente establecer una línea base que permita proyectar principales acciones para un manejo adecuado del recurso hídrico y contar con agua segura en términos de calidad para riego.

La información que será obtenida en este trabajo será entregada a las entidades competentes para que en función de la situación actual de la calidad del agua del río Quillalli, se promueva medidas sobre el manejo óptimo del recurso hídrico.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

El área de estudio carece de un análisis de las características microbiológicas y físico-químicas del agua superficial lo cual dificulta conocer su calidad. Además, en el sector de Quillalli se encuentra la PTAR de la zona media y baja, planta que no abastece, debido al exceso de aguas residuales generadas por el incremento de la población, por lo que en ciertas ocasiones se descarga el efluente directamente sin tratar al río Quillalli, afectando especialmente a la zona baja de la parroquia. En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la parroquia, se evalúa la idea de rediseñar la PTAR (GAD de Quisapincha, 2015), pero no existe una línea base, la cual sería un punto de partida para tener mayor control de las descargas.

La normativa vigente y diferentes mecanismos de control, exigen a los GADs cumplir con los LMP de descarga de aguas residuales sobre cuerpos de agua dulce (COA, 2017), para lo cual se requiere realizar análisis de la calidad de agua,

caracterización físico-químico y biológica, con el fin de conocer la actual condición de la misma y proponer estrategias de un manejo adecuado del recurso hídrico, que permita garantizar las condiciones aptas destinadas para el uso agrícola, reduciendo el riesgo a problemas asociados a la salud de la población y el ambiente.

## **CAPÍTULO 2.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 CALIDAD DEL AGUA**

Según Sierra, (2011), lo define como:

Una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas, y la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. Cabe recalcar que la calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua. (p. 47)

##### **2.1.1 CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA**

###### **2.1.1.1 INDICADORES FÍSICO – QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

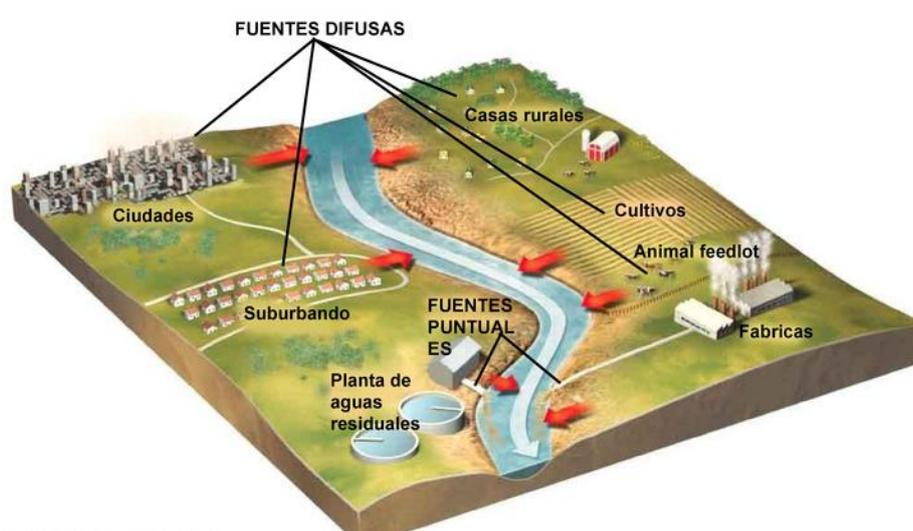
Por medio de los análisis de indicadores físico-químicos es factible determinar la naturaleza de las “propiedades físicas del agua así como de las especies químicas que la conforman, los indicadores biológicos permiten conocer la influencia en la vida acuática de los distintos organismos que habitan en ella” (Mancheno & Ramos, 2015, p. 11). Los indicadores a seleccionar para el análisis de calidad del agua en cualquier estudio serán definidos de acuerdo a los usos actuales y potenciales de la cuenca (Casilla, 2014).

###### **2.1.2 CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

La contaminación del agua está relacionada con actividades antropogénicas que directa o indirectamente introducen sustancias contaminantes ocasionando problemas como: “daños en los organismos vivos, efectos sobre la salud de los humanos, impedimento de actividades acuáticas como natación, buceo, canotaje, pesca, entre otros, e interferencia sobre actividades económicas como el riego, el

abastecimiento de agua para la industria, entre otros.” (Sierra, 2011, p. 47), constituyendo uno de los obstáculos para el “Buen Vivir”. Los efluentes industriales y las descargas de aguas residuales domésticas de las ciudades sin ningún tratamiento, son las mayores fuentes de contaminación que alteran perjudicialmente la calidad en relación con su función ecológica o con los usos posteriores (Gallego, 2000).

**Figura 1.** Tipos de fuentes de contaminación del agua



Fuente: Haro, 2007.

### 2.1.2.1 CONTAMINACIÓN PUNTUAL

Es aquella donde sus descargas provienen de una fuente específica (Figura 1), generalmente se asocia a las industrias y las descargas municipales. El agua puede ser fácilmente medido, tratado y controlado (Casilla, 2014).

### 2.1.2.2 CONTAMINACIÓN DIFUSA

Es aquella que se genera en un área abierta, carece de una fuente específica (Figura 1); se asocia generalmente con actividades de uso de la tierra como: “la

agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales, debido a su origen se dificulta su control y causa mayor impacto” (Mejía, 2005, p. 9).

## 2.2 USOS DE AGUA

El agua es utilizada de diferentes formas, sea este para uso: “recreativo, industrial, agrícola, preservación de flora, fauna, transporte, pecuario, estético o para consumo y uso doméstico”, para lo cual deben cumplir ciertos parámetros de calidad de agua establecidos por la normativa vigente, permitiendo de esta forma conocer la existencia de fuentes de contaminación, mediante muestreo y toma de datos en campo (Mancheno & Ramos, 2015).

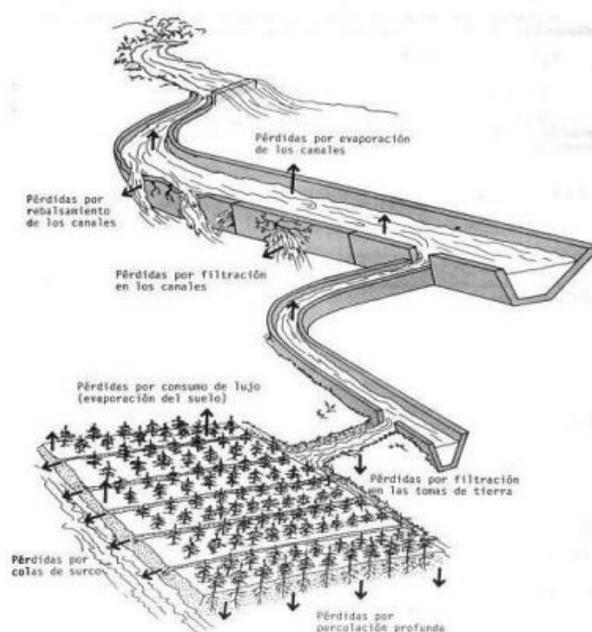
De acuerdo a la Tabla 1, en el Ecuador el 81% del agua está destinada a riego y ganadería, el 13% Municipal y el 6% Industrial. El agua de riego es de mayor consumo a nivel nacional, con un volumen de 8.076 km<sup>3</sup> (AQUASTAT, 2015), razón por la cual juega un papel importante en la producción de alimentos y la seguridad alimentaria (Figura 2). Este trabajo se enfoca en la calidad de agua utilizada para riego, debido a su potencial efecto sobre la salud humana y los ecosistemas acuáticos en general, por lo que al utilizar agua de mala calidad en el riego se puede tener presencia de patógenos en los productos cultivados con la misma (Tartabull & Betancourt, 2016).

**Tabla 1.** Usos del agua en Ecuador

Usos	Volumen (km <sup>3</sup> )	Porcentaje (%)
Agrícola (Riego, Ganadería y Acuicultura)	8.076	81
Municipal	1.293	13
Industrial	549	6
<b>Total</b>	<b>9.918</b>	<b>100</b>

Fuente: AQUASTAT, 2015

**Figura 2.** Sistema de captación de agua de riego



Fuente: Nuñez, 2015

## 2.2.1 FACTORES ANTROPOGÉNICOS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA

### 2.2.1.1 LA AGRICULTURA

La agricultura es una de las actividades que más se practica a nivel mundial, alrededor del 70% del recurso hídrico del mundo es usado para esta actividad, siendo uno de los principales responsables de la degradación del recurso hídrico tanto superficiales como subterráneos (Ongley, 1997).

Una problemática común en la mayor parte de países latinoamericanos, “es la contaminación derivada de fuentes no puntuales, como es el caso de la agricultura, debido al excesivo uso de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y residuos que son arrastrados por las lluvias a las fuentes de agua” (Mejía, 2005, p. 14).

### **2.2.1.2 LA ACTIVIDAD GANADERA**

Esta actividad es una de las más perjudiciales para los recursos hídricos debido a la modificación del uso de la tierra, la concentración de nutrientes en la escorrentía superficial, provocando eutrofización de los cuerpos de agua, contaminando el agua con patógenos que representa un peligro para la salud humana (LEAD, 2005).

Los principales agentes contaminantes según la FAO (2006) son:

Los desechos animales, los antibióticos y las hormonas, los productos químicos utilizados para teñir las pieles, los fertilizantes y pesticidas que se usan para fumigar los cultivos forrajeros y el sobrepastoreo afecta al ciclo del agua, e impide que se renueven los recursos hídricos tanto de superficie como subterráneos. (p. 1)

### **2.2.1.3 ACTIVIDADES INDUSTRIALES**

Según Escobar (2002)

La mayor parte de los efluentes industriales que ocurren en la región son descargados a la red de alcantarillado municipal y transportado a los ríos que drenan al mar u otros cuerpos de agua en conjunto con los desechos domésticos. En la región la contaminación de las aguas superficiales por la actividad industrial está dominada por las industrias de alimentos y bebidas, seguida por la de pulpa y papel y por la industria química y farmacéutica. (p. 21)

## **2.3 HERRAMIENTA PARA LA DETERMINACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN**

### **2.3.1 MAPA PARLANTE**

La metodología del mapa parlante, consiste en la comunicación e interacción de diferentes visiones, del pasado, presente y/o futuro de una situación o temática

particular, ayuda a que desde los actores directos expliquen y den a conocer las diferentes problemáticas del sector, con la que se identifica diferentes problemáticas en el cauce (Monroy, 2017).

## **2.4 GESTIÓN INTEGRAL DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH)**

El recurso hídrico es importante en el desarrollo económico, social y ambiental de una población, por ende, la gestión de los recursos hídricos responde: “a procesos integrales promoviendo el desarrollo y gestión coordinada del agua, tierra y recursos asociados logrando bienestar económico y social equitativo dentro y fuera de la cuenca, sin comprometer la salud de ecosistemas vitales a largo plazo” (GWP, 2009, p. 18), esto es viable mediante “una articulación interinstitucional y de participación en donde se ubica a la cuenca hidrográfica como unidad deseable de planificación, gerenciamiento y control” (Mirassou,2009, p. 22).

### **2.4.1 PRINCIPIOS DE LA GIRH**

Astorga (2013), considera como fundamentales los “Principios de Dublín”, para la mejora de la gobernabilidad y gestión del agua, los cuales están descritas a continuación:

- 1) El agua dulce es un recurso vulnerable y finito, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medioambiente.
- 2) El desarrollo y manejo del agua debe estar basado en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y realizadores de política a todo nivel.
- 3) La mujer juega un papel central en la provisión, el manejo y la protección del agua.
- 4) El agua posee un valor económico en todos sus usos competitivos y debiera ser reconocido como un bien económico. (p. 18)

## 2.4.2 CUENCA HIDROGRÁFICA

### 2.4.2.1 CUENCA

“Es considerada como unidad geográfica que lo conforma un río principal y todos los territorios comprendidos entre la naciente y la desembocadura de ese río. Incluye todas las tierras y ríos menores que aportan agua al río principal” (Figura 3) (UICN, 2009, p. 11).

### 2.4.2.2 SUBCUENCA

Es aquella que drena agua proveniente de las microcuencas, desembocando en el cauce principal de una cuenca (UICN, 2009).

### 2.4.2.3 MICROCUENCA

Es el área de origen de riachuelos que drenan de las pendientes y laderas altas que van a parar en el cauce principal de una subcuenca, por tal razón las microcuencas deben ser consideradas desde el principio como un ámbito de organización social, económica y operativa. (Ordoñez, 2011)

**Figura 3.** División de la cuenca hidrográfica



Fuente: Ordoñez, 2011

### **2.4.3 LA GESTIÓN DEL AGUA A NIVEL DE CUENCA**

En la cuenca, el recurso hídrico interactúa directamente con el suelo y con los recursos naturales, las comunidades y la población en general, quienes para satisfacer sus necesidades captan el agua de la cuenca. De ahí la importancia de entender el concepto e identificar los límites de la cuenca, para promover la protección y la gestión integrada del agua. Según Astorga (2013), la gestión de los recursos hídricos por cuenca, se entiende como:

La gestión de las intervenciones, que los seres humanos realizan en una cuenca y sobre el agua captada por la misma, con el fin de conciliar metas económicas, sociales y ambientales que permitan mejorar la calidad de vida de todos los seres humanos que dependen del uso de su territorio y sus recursos, así como minimizar los conflictos entre los interventores y el ambiente (p. 34).

La cuenca hidrográfica puede abarcar a varios municipios, población y diversas actividades económicas, que imposibilitan su gestión. Por la que en esos casos se define como “la unidad básica de planificación, en donde se facilita la interacción entre los diversos actores estratégicos y el análisis e identificación de las causas de los problemas para conjuntamente identificar e impulsar soluciones” (Astorga , 2013, p. 34).

## **2.5 MARCO LEGAL APLICABLE**

### **2.5.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008)**

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

Art. 66, “27) El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza”.

En su Art. 411, dispone 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”.

### **2.5.2 CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (COA, 2017).**

El Art. 28 dispone que son: “Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales Rurales. 5) Promover la educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos ambientales y de la naturaleza”.

Art. 30, “7) Adoptar un enfoque integral y sistémico que considere los aspectos sociales, económicos, y ambientales para la conservación y el uso sostenible de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos, en coordinación con la Autoridad Única del Agua”.

El Art. 191 dispone que: “Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto”.

### **2.5.3 LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA (LORHUYA, 2014)**

El Art. 8 señala que: “La Autoridad Única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos 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”.

Art. 64.- “La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida”.

Art. 66.- “La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los sistemas alterados”.

Art. 79, “b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad; f) Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico”.

#### **2.5.4 CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD, 2010).**

El Art. 4 establece que entre los fines de los gobiernos autónomos descentralizados está: “d) la recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable”.

Art. 65.- “Entre las competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural está: d) incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente”.

#### **2.5.5 ACUERDO MINISTERIAL NO. 097 A. REFORMA TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, DECRETO EJECUTIVO 3516, REGISTRO OFICIAL SUPLEMENTO 2, 2015.**

Anexo 1: “Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Agua de Efluentes: Recurso Agua. Determina o establece a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos hídricos o sistemas de alcantarillado;

b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y, c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua”.

En las Tablas 2 y 3 se presenta los parámetros a analizar en el presente proyecto.

**Tabla 2.** Criterio de calidad de Aguas para Riego Agrícola

Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de Calidad
Aceites y Grasas	Película Visible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia Flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH	mg/l	6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

**Fuente:** Acuerdo Ministerial 097-A. TULSMA

**Tabla 3.** Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego

Problema Potencial	Unidades	Grado de restricción		
		Ninguno	Ligero/Moderado	Severo
<b>Salinidad</b>				
CE	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3,0
SDT	mg/l	450	450-2000	>2000
<b>Infiltración</b>				
RAS=0-3 y CE=		0,7	0,7-0,2	<0,2
RAS=3-6 y CE=		1,2	1,2-0,3	<0,3
RAS=6-12 y CE=		1,9	1,9-0,5	<0,5
RAS=12-20 y CE=		2,9	2,9-1,3	<1,3
RAS=20-40 y CE=		5,0	5,0-2,9	<2,9
<b>Toxicidad por iones específicos</b>				
<b>Sodio</b>				
Irrigación superficial RAS	meq/l	3,0	3,0-9,0	>9,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
<b>Cloruros</b>				
Irrigación Superficial	meq/l	4,0	4,0-10,0	>10,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
Boro	meq/l	0,7	0,7-3,0	>3,0
<b>Efectos misceláneos</b>				
Nitrógeno (N-NO <sub>3</sub> )	meq/l	5,0	5,0-30,0	>30,0
Bicarbonato (HCO) solo	meq/l	1,5	1,5-8,5	>8,5
Ph			6,5-8,4	

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A. TULSMA

## **CAPÍTULO 3.**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La microcuenca del río Quillalli se encuentra en la parroquia Quisapincha, cantón Ambato, provincia de Tungurahua en la zona centro del Ecuador (Anexo 1, Mapa 4). Comprende una superficie total de 30 km<sup>2</sup>. Drena sus aguas al río Ambato, el cual es tributario del río Pastaza, parte de la cuenca Amazónica. Se encuentra ubicada entre 3.000 y 4.000 msnm.

#### **3.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La delimitación de la microcuenca del río Quillalli (Anexo 1, Mapa 5) se la realizó mediante visitas de campo, recorriendo el casco central, comunidades de la zona media y baja dentro del área de estudio, sus afluentes y las actividades que se desarrollan cotidianamente en cada sector y mediante la herramienta ArcGis y los shapefiles descargados del Instituto Geográfico Militar (IGM).

.

#### **3.3 TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología empleada se tomó de Espín, (2015) la cual consistió en:

1. Levantar información relevante concerniente a estudios de calidad del agua, usos de suelo, actividades socio-económicas, estudios hidrológicos, climatológicos y cartográficos realizados en la microcuenca del río Quillalli.
2. Visitas de campo mediante el cual se elaboró encuestas y se procedió a aplicar la metodología del mapa parlante para la identificación de las fuentes de contaminación.

3. Análisis del cambio de uso de suelo y cobertura vegetal del área de estudio mediante imágenes satelitales.
4. Determinación de los puntos de muestreo, muestreo y su posterior análisis en el laboratorio correspondiente.
5. Procesamiento de la información obtenida y generación de la línea base.
6. Elaboración de las conclusiones y recomendaciones.

A continuación se describe cada ítem:

### **3.4 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RELEVANTE**

Mediante oficio del 21 de febrero del 2019 (Anexo 2), se solicitó información a la Dirección de Recursos Hídricos del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (HGPT) concerniente a:

1. Datos meteorológicos diarios y mensuales de precipitación, temperatura y humedad relativa de la estación CHAUPILOMA desde el inicio hasta la presente fecha.

Con oficio 11 de Julio del 2019 (Anexo 2), se solicitó información al GADP concerniente a:

- Estudios de calidad del agua, caracterización de cuerpos de agua, usos de suelo, actividades socio-económicas, asentamientos humanos, riesgos de inundación, movimiento de masas, educación y servicios básicos.
- Estudios hidrológicos, climatológicos y cartográficos realizados en la microcuenca del río Quillalli.

Con oficio N° GADPRQ-59-2019 (Anexo 2), el GAD Parroquial hace la entrega de la siguiente información

- Libro y CD de Estudios, Capacidad y Georreferenciación de micro cuenca y vertiente hídrica en los páramos de la parroquia Quisapincha cantón Ambato provincia Tungurahua.
- PDOT de la Parroquia Quisapincha 2015-2019.

### **3.5 VISITAS DE CAMPO**

#### **3.5.1 MAPA PARLANTE**

En el auditorio del GADP de Quisapincha, se realizó una asamblea en el mes de Julio (Anexo 3), conjuntamente con los presidentes del cabildo de las comunidades de la zona baja y su junta de agua de riego “La Comunaria”, representantes y técnicos de la Organización Pueblo Kisapincha (KIPU) y representantes del GADP, en el cual se explicó lo concerniente al proyecto y se procedió a la aplicación del mapa parlante.

##### **3.5.1.1 DESARROLLO DEL MAPA PARLANTE**

Para su elaboración se adaptó la metodología seguida por Monroy (2017), que se describe a continuación:

- **Aprestamiento:** en primera instancia se delimitó el área a trabajar, sus límites espaciales y elementos de referencia a representar.
- **Sensibilización:** en este apartado se explicó los conceptos concernientes a la contaminación ambiental, sus efectos en el ambiente y la importancia de su tratamiento, con el fin de facilitar la comunicación y el establecimiento de un concepto común.
- **Preguntas:** se realizaron preguntas básicas, enfocadas a indagar sobre la percepción de la contaminación de la microcuenca del río Quillali, tanto en el pasado como en el presente y como miran a la microcuenca en el futuro.

- Elaboración del mapa: se dividió en dos grupos, a los cuales se les entregó marcadores de diversos colores para la representación del mapa, se llevó un registro fotográfico del proceso de construcción del mapa, al final cada grupo realizó una disertación del trabajo realizado.

### 3.5.2 ENCUESTAS

Para obtener datos reales respecto a las problemáticas en torno al agua de riego de la microcuenca del río Quillalli, se realizó encuestas como herramienta de investigación, se definió la población muestra, el mismo requiere ser representativo para modelar la realidad de la problemática mediante la muestra estudiada, proporcionando información oportuna, eficiente y exacta, evitando así encuestar a toda la población (Malhotra, 2004).

#### 3.5.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA POBLACIONAL A ENCUESTAR

En primera instancia para realizar el muestreo se estableció el nivel de confianza (Z), el mismo indica el valor correspondiente a la distribución de Gauss, para el presente proyecto se escogió una certeza del 95%, el cual corresponde a un valor de  $Z=1,96$  (Tabla 4). Seguidamente se estableció la probabilidad de ocurrencia del evento (p), y la probabilidad de no ocurrencia del evento (q), donde la suma será siempre igual a 1, la bibliografía sugiere el valor de  $p=0,5$  y  $q=0,5$ . Posteriormente se establece el grado de error máximo aceptable el mismo debe ser máximo de un 10% ya que si es superior a este porcentaje reduce la validez de la información, por tal razón se asumió un error máximo del 9% (Murray & Larry, 2009).

**Tabla 4.** Niveles de confianza para el cálculo del tamaño de una muestra poblacional según la distribución de Gauss

Certeza	95%	94%	93%	92%	91%	90%	80%	62,27%	50%
Z	1,96	1,88	1,81	1,75	1,69	1,65	1,28	1	0,6745

Fuente: (Mancheno & Ramos , 2015)

Una vez establecido los valores y las respectivas consideraciones se proceden a la aplicación de la fórmula del tamaño de muestra.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(N-1) * e^2 + Z^2 * p * q} \quad (3.1)$$

Donde:

n = número de encuestas

N = Usuarios del agua

Z = nivel de confianza.

$e^2$  = Grado de error máximo

p = Probabilidad a favor

q = Probabilidad en contra

### **Ejemplo de cálculo del tamaño de muestra**

De acuerdo al PDOT Quisapincha se tiene una población total de 1.400 usuarios quienes de forma directa o indirecta utilizan el agua del cauce a evaluar para regar en sus tierras. Con este dato se procede a calcular la población a encuestar mediante la ecuación 3.1

Datos:

n = número de encuestas

N = 1400

Z = 1,96

$e^2$  = 0,09

p = 0,5

q = 0,5

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(N-1) * e^2 + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 1400}{(1400 - 1) * 0,09^2 + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

**n = 109 encuestas**

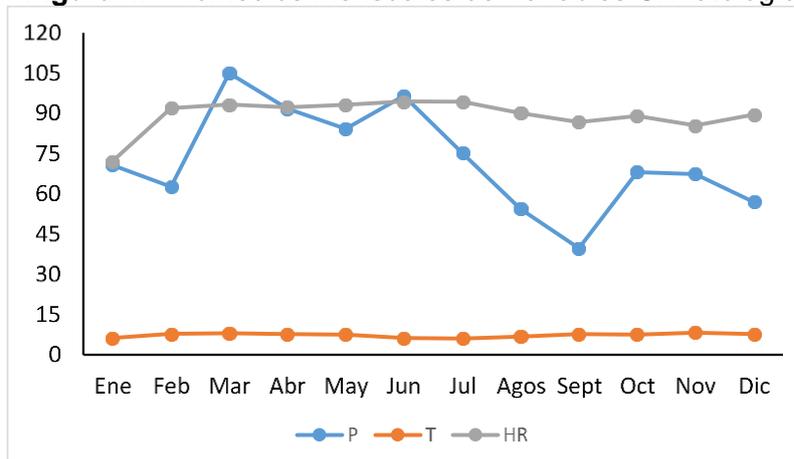
### 3.6 ANÁLISIS DE USO DE SUELOS

#### 3.6.1 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES

Conforme a los datos del Anuario Meteorológico 2014 del HGPT, de la estación meteorológica Chaupiloma MT-0011, se registró lo siguiente: temperatura media anual de 7,54 °C, con una máxima de 8,18 °C en el mes de noviembre y mínima de 5,99 °C en el mes de julio. La precipitación anual es de 932,61 mm, con una precipitación máxima diaria de 39,30 mm, durante el año es irregular.

Con esta información se caracterizó climáticamente al área de estudio por lo que los meses con menor precipitación y menor presencia de neblina corresponde a los meses entre julio-febrero.

**Figura 4.** Promedios Mensuales de Variables Climatológicas



**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

**Fuente:** H. Consejo Provincial de Tungurahua

Donde:

P: Precipitación

T: Temperatura

HR: Humedad Relativa

Posteriormente se descargó desde el sitio web del United States Geological Survey (USGS) Earth Explorer, las imágenes satelitales LANDSAT, con porcentajes bajos de nubosidad y una resolución espacial de 30 metros. Se utilizaron las imágenes del año 1986, 1998 (LANDSAT 4-5 TM C1 level 1) y 2017 (LANDSAT 8) de los meses que estaban dentro de la época seca, correspondiente a julio-febrero.

### **3.6.2 CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA Y ATMOSFÉRICA**

Se realizó la corrección radiométrica la cual ayuda a tratar los valores de píxeles de la imagen satelital obteniendo valores de intensidad homogéneos, ya que los valores de brillo en cada una de las bandas puede ser diferente en la escena y en el terreno, atribuyendo las fallas al mismo sensor, alteraciones en el movimiento del sensor o la interferencia de la atmosfera (Rejas, 2008).

Seguidamente, se realizó la corrección atmosférica, para eliminar la radiancia intrínseca introducida en el sensor y el efecto de los aerosoles, el resultado de la corrección mejora la calidad visual de la imagen y elimina el componente intrusivo de la atmósfera (Arias, Zamora & Bolaños, 2014).

Este procedimiento se lo realizó en el software ENVI 5.3 (Anexo 5)

### **3.6.3 CLASIFICACIÓN SUPERVISADA**

Posteriormente, se realizó la clasificación supervisada de la imagen satelital con la ayuda del software Erdas Imagine y visitas de campo realizadas en los meses de abril a junio 2019 dando como resultando cinco clases (Tabla 5).

Se tuvo inconvenientes al momento de la clasificación debido a que la imagen carecía de una óptima resolución para poder identificar las clases, pero fue ajustada a lo observado en las visitas de campo.

**Tabla 5.** Clases de vegetación

<b>Número</b>	<b>Clase</b>
1	Vegetación densa
2	Pajonal
3	Pastos, cultivos, vegetación poco densa
4	Arbustos, vegetación densa
5	Suelo desnudo, construcciones y vías

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

**Fuente:** Visitas de campo

### **3.6.4 CÁLCULO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**

Mediante el software Idrisi Selva 2.0, se calculó los valores de cambio del uso de suelo del año 1986, 1998 y 2017 (Anexo 5).

## **3.7 MUESTREO**

### **3.7.1 DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Se determinó la zona de influencia, para el tramo del río ubicado en la parte oeste del casco parroquial; desde la parte alta de la comunidad de El Galpón denominado Pungo Pungo, donde se encuentra un tanque de reservorio perteneciente a la acequia La Comunaria, siguiendo el cauce aguas abajo hasta el sector del barrio San Pedro, considerándola como el área de mayor influencia de contaminación, debido a las diferentes actividades que se desarrollan en su trayecto. Mediante visitas de campo que se realizaron, entre los meses de abril a junio 2019, se observó principalmente la infraestructura pública del lugar (estado de las calles, iluminación, fábricas y locales comerciales) y las actividades antrópicas que se desarrollan en el trayecto del cauce.

### 3.7.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.

Se seleccionó los puntos de muestreo con base en la información recopilada en las visitas de campo y según consideraciones de (Bautista, Palacios & Delfín, 2011) en su libro “Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales”, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Usos de suelo en el área de estudio.
- Problemáticas expuestas en el mapa parlante por los habitantes, considerando la inclusión de factores que tengan influencia directa sobre la calidad físico-química y biológica del agua.
- Representatividad para el análisis y la accesibilidad física para las condiciones del muestreo.

### 3.7.3 GEORREFERENCIACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

Mediante cartografía, observaciones en campo y ayuda de un equipo GPS GARMIN del GADP Quisapincha, se escogieron 5 puntos de muestreo a lo largo del cauce (Anexo 1, Mapa 6) por ser estas consideradas las de mayor incidencia en el cuerpo hídrico como se observa en la tabla 6.

**Tabla 6.** Ubicación de los puntos de muestreo

Código	Coordenadas		Altitud (msnm)	Ubicación	Acceso
	X	Y			
RQ1	756215	9867528	3537	Comunidad El Galpón	Vía Intercomunitaria, sector Pungo Pungo
RQ2	756878	9864169	3154	Barrio la Paccha	Vía Intercomunitaria La Paccha-Putugleo
RQ3	757152	9863453	3102	Barrio la Bahía	Plazoleta del barrio la Bahía
RQ4	757733	9863135	3099	Barrio El Calvario	Parada de buses Quisapincha
RQ5	758376	9862704	3074	Barrio San Pedro	Sector la Cruz

**Fuente:** Trabajo de campo  
**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

**RQ1: Sector Pungo Pungo (Comunidad El Galpón)**

Punto ubicado en la parte alta de la comunidad El Galpón, sector Pungo Pungo, exactamente a 40 min desde el centro de la parroquia. El entorno de este punto está compuesto por un 50% de arbustos y 50% pajonal. Se evidenció que en el sector se encuentran animales ovinos, bovinos y cabalares, es en este punto donde se encuentra el tanque reservorio, el mismo se encuentra cercado con alambres de púas.

**RQ2: Quebrada La Paccha**

Se encuentra ubicado a 15 min del casco central de la parroquia. Se observó que en sus alrededores existen cultivos agrícolas, pastos. Para acceder a recolectar la muestra se procedió a descender por un chaquiñán.

**RQ3: Barrió La Bahía**

Se encuentra ubicado a 10 min del casco central de la parroquia. Se observó que en sus alrededores existen construcciones de casas y esta aproximadamente a 300 m de la curtiembre Quisapincha, también se observó animales en las riberas del cauce y cultivos agrícolas.

**RQ4: Barrió El Calvario**

Se encuentra ubicado a 10 m de la estación de buses Quisapincha. Se observó que en sus alrededores existen construcciones de casas.

**RQ5: Barrió San Pedro**

Se encuentra ubicado pasando los almacenes y la gasolinera. Se observó que en sus alrededores existen construcciones de casas y también zonas de cultivos agrícolas.

**3.7.4 PARÁMETROS Y MÉTODO DE ANÁLISIS**

En el presente proyecto se decidió realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica del recurso hídrico, basadas en los criterios de calidad de agua para riego agrícola, establecidos por el TULSMA AM 097 A, Anexo 1, las cuales proporcionan una visión global de su estado.

### 3.7.4.1 PARÁMETROS IN SITU

Fueron medidos con la ayuda de medidores portátiles y de forma visual, las mismas se enlistan a continuación en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Parámetros medidos In Situ

PARÁMETRO	UNIDADES	EQUIPO
Caudal	l/s	Micromolinete C2 OTT
Potencial Hidrógeno		pH-metro, marca Hanna H198127 y tiras de pH
Conductividad	μS/cm	Conductímetro YSI modelo 30 M Handheld
Temperatura	°C	Conductímetro YSI modelo 30 M Handheld
Oxígeno Disuelto	mg/l	Medidor de OD, marca HACH, HQ series, 2006
Aceites y Grasas	N/A	Visual
Materia Flotante	N/A	Visual

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

### 3.7.4.2 PARÁMETROS MEDIDOS EN LABORATORIO

Los parámetros descritos en la Tabla 8, fueron realizados en el Laboratorio Docente de Ingeniería Ambiental (LDIA) de la Escuela Politécnica Nacional.

**Tabla 8.** Parámetros medidos en el LDIA

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO
Cromo Hexavalente	mg/l	Espectrofotómetro
Hierro	mg/l	Espectrofotómetro
Flúor	mg/l	Espectrofotómetro
Níquel	mg/l	Espectrofotómetro
Cobre	mg/l	Espectrofotómetro
Manganeso	mg/l	Espectrofotómetro
Coliformes Fecales	NMP/100ml	Equipo de laboratorio

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

En el primer muestreo se encargó al Laboratorio GRUNTEC, acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana SEA, los parámetros cuyos procedimientos de análisis dependen de varios factores o de equipos avanzados (Tabla 9).

**Tabla 9.** Parámetros medidos en el laboratorio GRUNTEC

PARÁMETRO	EXPRESADO	UNIDADES	MÉTODO	EQUIPO
Aluminio	Al	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Arsénico	As	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Berilio	Be	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Boro	B	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Cadmio	Cd	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Cobalto	Co	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Litio	Li	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Mercurio	Hg	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Molibdeno	Mo	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Plomo	Pb	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Selenio	Se	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	EPA 300.1 / MM-AG/S-37	Equipo Laboratorio
Sulfatos	(SO <sub>4</sub> )-2	mg/l	EPA 300.1 / MM-AG/S-37	Equipo Laboratorio
Vanadio	V	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Zinc	Zn	mg/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Huevos de parásitos	N/A	N/A	Richie	Equipo Laboratorio
Conductividad		mg/l	EPA 9050 A / MM-AG/S-02	Equipo Laboratorio
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	SM 2540 A / MM-AG/S-02	Equipo Laboratorio
RAS		mg/l	EPA 6020 A/Cálculo	Equipo Laboratorio
Sodio	Na	meq/l	EPA 6020 B / MM-AG/S-39	Equipo Laboratorio
Cloruro	Cl-	meq/l	EPA 300.1 / MM-AG/S-37	Equipo Laboratorio
Nitrato como Nitrógeno		mg/l	EPA 300.1 / MM-AG/S-37	Equipo Laboratorio
Bicarbonato	HCO <sub>3</sub>	meq/l	SM 2320 / MM-AG-09	Equipo Laboratorio

Elaborado por: Quinatoa Isaías

En el tercer y cuarto muestreo se encargó al Centro de Investigación y Control Ambiental (CICAM) y al Departamento de Metalurgia Extractiva (DEMEX) los siguientes parámetros, teniendo en cuenta que en el laboratorio DEMEX solo se realizó el análisis del punto RQ4.

**Tabla 10.** Parámetros medidos en el CICAM y DEMEX

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	EQUIPO	LABORATORIO
Aluminio	mg/l	PE-31/SM Ed.23, 2017,3500-A/Espectrofotometría VIS	Equipo Laboratorio	CICAM
Boro	mg/l	HH, Ed /, 2012, 8014/Espectrofotometría VIS	Equipo Laboratorio	
Cobalto	mg/l	PE-49/HH, Ed 7, 2012, 8150/Espectrofotometría VIS	Equipo Laboratorio	
Nitritos	mg/l	PE-21/SM Ed. 23, 2017, 4500-NO2-B/Espectrofotometría VIS	Equipo Laboratorio	
Sulfatos	mg/l	PE-47/ SM Ed. 23, 2017, 4500-SO4-2 E/Espectrofotometría VIS	Equipo Laboratorio	
Zinc	mg/l	PE-05// SM Ed. 23, 3500-Zn B/Espectrofotometría VIS	Equipo Laboratorio	
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-36/ SM Ed. 23, 2017, 2540 D/Gravimetría	Equipo Laboratorio	
Sodio	meq/l	EPA 6020 A/Absorción Atómica	Equipo Laboratorio	
Cloruro	meq/l	PE-39/ SM Ed. 23, 2017, 4500-CI B/Volumetría	Equipo Laboratorio	
Nitrato como Nitrógeno	mg/l	PE-37/ SM Ed. 23, 2017, 4500-NO3 B/Espectrofotometría UV	Equipo Laboratorio	
Bicarbonato	meq/l	SM Ed. 23, 2017, 2320 B/Volumetría	Equipo Laboratorio	
Coliformes fecales		PE-46/ SM Ed. 23, 2017, 9221 B/Fermentación en tubos múltiples	Equipo laboratorio	
Arsénico	mg/l	DEMEX	Equipo Laboratorio	
Berilio	mg/l	DEMEX	Equipo Laboratorio	
Cadmio	mg/l	DEMEX	Equipo Laboratorio	
Litio	mg/l	DEMEX	Equipo Laboratorio	
Mercurio	mg/l	DEMEX	Equipo Laboratorio	
Molibdeno	mg/l	DEMEX	Equipo Laboratorio	
Plomo	mg/l	DEMEX	Equipo Laboratorio	
Selenio	mg/l	DEMEX	Equipo Laboratorio	
Vanadio	mg/l	DEMEX	Equipo Laboratorio	

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

### 3.7.5 MATERIALES DE RECOLECCIÓN

Los materiales que se utilizaron y ayudaron en el proceso de toma de muestras y su conservación se enlistan a continuación:

**Tabla 11.** Materiales de recolección

<b>Parámetros</b>	<b>Envases</b>	<b>Volumen (ml)</b>	<b>Preservación</b>	<b>Condiciones de conservación</b>
Fisicoquímicos	Plásticos	750	Refrigeración	4 °C
Microbiológicos	Seriados estériles	250	Refrigeración	4 °C
TPH	Ámbar	1000	Refrigeración	4 °C

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

### 3.7.6 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS

Se decidió realizar un muestreo simple o puntual, la misma consistió en tomar un volumen de agua mencionado en la Tabla 11, en los puntos georreferenciados en la Tabla 6.

#### 3.7.6.1 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

El muestreo se realizó evitando contaminar la muestra, en primera instancia se homogenizó el recipiente con el agua a muestrear dos o tres veces, para posteriormente proceder a tomar la muestra llenando el envase (Mancheno & Ramos , 2015).

#### 3.7.6.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Para la toma de muestra se utilizó un recipiente esterilizado, se procedió a abrir el recipiente dentro del agua a muestrear y a recoger la muestra para evitar su contaminación, se dejó un espacio libre del 10% del volumen del frasco, para que los microorganismos no mueran (Mancheno & Ramos , 2015).

### **3.7.7 MANEJO DE MUESTRAS**

Las muestras se colocaron en un recipiente con paquetes de gel y/o hielo para su transporte al laboratorio, se mantuvo a una temperatura de 4°C para su preservación, las muestras microbiológicas al igual que las fisicoquímicas fueron analizadas dentro de 24 horas posteriores al muestreo (Mancheno & Ramos, 2015).

### **3.7.8 CAUDAL**

El caudal se refiere “al volumen de agua que atraviesa una sección determinada de un cauce en un tiempo dado, está asociado al transporte de sedimentos como ramas, troncos entre otros” (Romero & Zúñiga, 2017, p. 15).

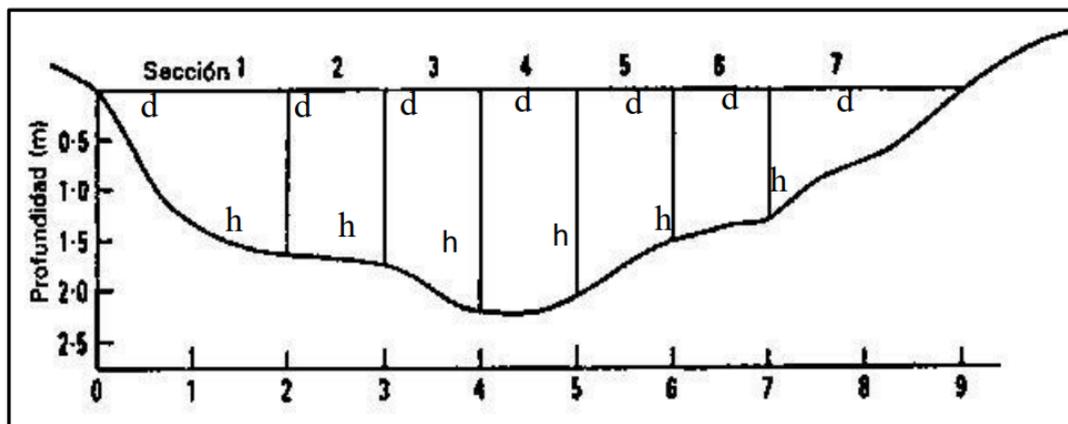
Según el estudio “Inventario, capacidad y georreferenciación de microcuencas y vertientes hídricas en los páramos de la parroquia Quisapincha, cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, (2018)”, realizada por el GADP, se encuentra adjudicado 80 l/s para la acequia la Comunaria que es el cauce analizado.

#### **3.7.8.1 AFORO DE CAUDAL**

A la par del muestreo, se realizó el aforo de caudal en los puntos seleccionados, mediante la medición de la velocidad y profundidad del cauce, utilizando un micromolinete C2 OTT con un contador digital OTT Z400, la misma registra automáticamente el número de revoluciones.

Según Romero & Zúñiga (2017), para la medición de la velocidad, es necesario encontrar un tramo uniforme y estable en el cauce, para marcar el área transversal y así medir el ancho y calado de la sección (Figura 5). La velocidad media fue determinada al 70% de los calados debido a que la profundidad del cauce es menor a 1 m. La hélice del micromolinete es colocada en sentido contrario a la corriente del río, en este proyecto se utilizó la hélice número 3 y 5. El número de revoluciones (N), es dividido en 30 s para obtener el valor de revoluciones/segundo (n). El valor de n es reemplazado en la ecuación correspondiente (Ecuaciones 3.1 a 3.9) para la obtención de la velocidad.

**Figura 5.** División en secciones del cauce del río para el cálculo del área transversal



Fuente: (Pavón & Rocha, 2015)

Hélice 3

$$n \leq 0.63 \quad v = 0.2279 * n + 0.022 \quad [\text{m/s}] \quad (3.2)$$

$$0.63 \leq n \leq 9.80 \quad v = 0.2550 * n + 0.005 \quad [\text{m/s}] \quad (3.3)$$

Hélice 5

$$n \leq 7.73 \quad v = 0.0559 * n + 0.033 \quad [\text{m/s}] \quad (3.4)$$

$$7.73 \leq n \leq 17.73 \quad v = 0.0537 * n + 0.050 \quad [\text{m/s}] \quad (3.5)$$

El caudal parcial ( $q_i$ ) es la resultante de la multiplicación del área de cada subsección por la velocidad media correspondiente. El caudal total ( $Q$ ) es la resultante de la sumatoria de sus caudales parciales.

$$q_i = a_i * v_i \quad (3.6)$$

$$Q = \sum_{i=0}^n q_i \quad (3.7)$$

## **CAPITULO 4.**

### **LÍNEA BASE**

#### **4.1 COMPONENTE BIOFÍSICO**

##### **4.1.1 HIDROLOGÍA**

El río Quillalli se constituye mediante los afluentes que provienen de las quebradas de Churuhuayco, Puzorrumi, Colisacha, Cullquirumi, Tungihuaico, Paccha y Quilopuso; estas corrientes fluviales llegan a desembocar en el río Ambato, el flujo del agua es variado, de mayor uso para riego en la parte baja de la parroquia, y al atravesar el centro de la parroquia sus aguas presentan mayor nivel de contaminación (PDOT Quisapincha, 2015).

La zona del páramo es importante por su producción hídrica de aproximadamente 3.100 l/s, de los cuales son utilizados un caudal de 632 l/s para regadío, abasteciendo a 6.513 usuarios de las parroquias de Ambatillo, Pinllo, Augusto Martínez, Constantino Fernández, Mulalillo y Ficoa Alto y dentro de la parroquia alrededor de 2.216 usuarios utilizan 280 l/s (PDOT Quisapincha, 2015).

##### **4.1.2 CLIMATOLOGÍA**

El clima predominante en la zona de páramo y en la parte alta y media es ecuatorial de alta montaña, en la parte baja y zona urbana el clima es ecuatorial mesotérmico semihúmedo y en la parte más baja el ecuatorial mesotérmico seco (PDOT Quisapincha, 2015).

El presente proyecto se sitúa en la zona media, al cual corresponde la zona del subpáramo, donde según los datos obtenidos de la Plataforma digital del HGPT, correspondiente al año 2017, el promedio de la temperatura oscila entre los 8 a 11°C, siendo propenso a los cambios de temperatura y la precipitación oscila entre

400 a 800 mm. A continuación, se observa la distribución tanto de la temperatura como de la precipitación en las Isoyetas e Isotermas (Anexo 1, Mapa 7).

#### 4.1.3 USO DE SUELO Y COBERTURA VEGETAL

##### 4.1.3.1 COBERTURA VEGETAL

Sobre los 3.600 msnm las comunidades poseen tierras comunitarias, esto implica que las comunidades son quienes administran las áreas que comprenden el ecosistema páramo, en donde se encuentran áreas de bosques, pajonales, entre otros (Anexo 1, Mapa 8). Bajo esta cota se encuentra los poblados organizados en comunidades y el centro parroquial, en donde las actividades agrícolas han reemplazado la vegetación natural, sin embargo, existen zonas de quebradas que tienen vegetación arbustiva natural tanto en la zona media y baja (PDOT Quisapincha, 2015).

**Tabla 12.** Cobertura Vegetal parroquia Quisapincha

<b>Cobertura Vegetal</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Pastizal	1.073,37	34,86
Mosaico Agropecuario	955,46	31,03
Páramo	360,38	11,70
Vegetación arbustiva	300,77	9,77
Cultivo Anual	243,18	7,90
Bosque Nativo	50,61	1,64
Área Poblada	45,23	1,47
Plantación forestal	32,88	1,07
Cultivo Semi-permanente	15,95	0,52
Cultivo permanente	1,57	0,05
<b>Total</b>	<b>3.079,40</b>	<b>100</b>

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

#### **4.1.3.2 USO DE SUELO**

En la parte alta de la microcuenca, con áreas frías y húmedas, la vegetación predominante es el pajonal, bosque y pasto natural, sobre los 3.600 msnm, están consideradas como zonas de reserva y conservación, bajo esta cota se encuentran las comunidades en donde los suelos son usados para actividades agrícolas y de ganadería.

En la zona baja en donde sigue siendo la agricultura la actividad principal pero no se desarrolla plenamente debido a las condiciones de suelo y poca agua, sin embargo, predominan cultivos de cereales, maíz, arveja, papas, hortalizas, alfalfa como forraje para animales y frutales (Anexo 1, Mapa 9). En la zona media entre los 3.100 a 3.400 msnm sobresalen los cultivos como maíz, papas, habas hortalizas y pastos para animales, se ha incorporado también el cultivo de mora y fresa, aunque todavía en menor proporción. La constante presión de ampliación de la frontera agrícola contrasta con la reducción de los bosques y vegetación natural nativa, con efectos en la reducción de fuentes hídricas, erosión y empobrecimiento de los suelos (PDOT Quisapincha, 2015).

#### **4.1.3.3 ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL Y USOS DE SUELO A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES**

Mediante la revisión del documento **“Sistematización de la experiencia de manejo de los recursos naturales de los páramos de Quisapincha”** realizado por la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas, CESA (2010), desde el año 1993 se resalta lo siguiente:

En el año 1993 se adjudicaron los páramos por la mayoría de las comunidades, donde se extendieron las escrituras públicas de propiedad del páramo a cada comunidad, otorgadas por el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización, IERAC (más adelante sustituido por el INDA). Estas escrituras fueron debidamente inscritas en el registro de la propiedad en la ciudad de Ambato. Con el acompañamiento de CESA empezó el proceso de linderación de los páramos que corresponden a cada comunidad.

A partir de este hecho, los pobladores se organizaron en grupos de interés y mediante mingas y diferentes trabajos comunitarios iniciaron actividades en las tierras comunales, introduciéndose, en las partes bajas del páramo, cultivos como papas, ocas, habas, mellocos. Paralelamente, se introdujo mayor cantidad de ganado hacia las zonas más altas del páramo. Estas actividades estuvieron orientadas a incrementar los ingresos familiares, sin embargo, ocasionaban la pérdida de la biodiversidad nativa del área, problemas de pérdida de fertilidad de los suelos y de erosión, por su sobreexplotación o por el uso creciente de agroquímicos y/o por su ubicación en zonas de pendiente.

En la actualidad, se ha frenado el avance de la frontera agrícola y en el PDOT Quisapincha 2015-2019 resalta que, sobre los 3.600 msnm, están consideradas como zonas de reserva y conservación, bajo esta cota se encuentran poblados que están organizados en comunidades y el centro parroquial en donde las actividades agrícolas han reemplazado la vegetación natural, sin embargo, existen zonas de quebradas que tienen vegetación arbustiva natural tanto en la zona media y baja.

En la zona baja en donde sigue siendo la agricultura la actividad principal pero no se desarrolla plenamente debido a las condiciones de suelo y poca agua, sin embargo, predominan cultivos de cereales, maíz, arveja, papas, hortalizas, alfalfa como forraje para animales y frutales. En la zona media entre los 3.100 a 3.400 msnm sobresalen los cultivos como maíz, papas, habas hortalizas y pastos para animales, se ha incorporado también el cultivo de mora y fresa, aunque todavía en menor proporción.

La constante presión de ampliación de la frontera agrícola contrasta con la reducción de los bosques y vegetación natural nativa, con efectos en la reducción de fuentes hídricas, erosión y empobrecimiento de los suelos.

#### **4.1.3.4 CAMBIO DE USO DE SUELO**

En la Tabla 13, se puede observar cómo ha ido cambiando el uso de suelo, la vegetación densa ocupa mayor área conforme avanzan los años de 5,02% en el año 1986 al 7,27% en el año 2017, esto puede estar asociado a la implementación

del proyecto fondo de páramos y lucha contra la pobreza creada en el año 2008, la misma que viene ejecutándose hasta la actualidad en coordinación entre el HGPT y la Organización KIPU, mediante manejos de páramo han venido reforestando con plantas nativas como el Yagual (*polylepis*) en las zonas de recarga hídrica, por otro lado el pajonal conforme pasa el tiempo ha ido disminuyendo de 17,51% en 1986 a 7,20% en el 2017, esto puede ser causa del avance de la frontera agrícola, introduciendo en estas áreas cultivos y pastos.

Uno de los problemas puede ser la parcelación de tierras comunitarias sin embargo según el PDOT señala que por sobre la cota de 3.600 msnm está destinado a conservación, en ciertas comunidades se incumple debido a que las mismas son dueñas del páramo por tanto ellas lo administran, mientras que los pastos, cultivos han ido aumentando su área conforme pasa el tiempo de 12,67% en 1986 a 38,66% en 2017, el arbusto y vegetación densa disminuye de 34,08% en 1986 a 19,81% en 1998, incrementando a 21,95% en 2017, el suelo desnudo de 30,72% en 1986 a 23,30% en 1998, aumentando en 24,92% al 2017, todo esto contribuye a que se incrementen las fuentes no puntuales de contaminación, por el incremento de ganadería y agricultura (Anexo 1, Mapa 10).

**Tabla 13.** Cambios de uso de suelo

Clase	AÑOS					
	1986		1998		2017	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Vegetación densa	153,63	5,02	177,57	5,80	222,39	7,27
Pajonal	535,86	17,51	313,02	10,23	220,32	7,20
Pastos, cultivos	387,63	12,67	1249,92	40,85	1182,96	38,66
Arbustos	1042,65	34,08	606,15	19,81	671,58	21,95
Suelo desnudo, construcciones y vías	939,78	30,72	712,89	23,30	762,3	24,92
<b>Total</b>	<b>3059,55</b>	<b>100</b>	<b>3059,55</b>	<b>100</b>	<b>3059,55</b>	<b>100</b>

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

#### **4.1.4 GEOLOGÍA**

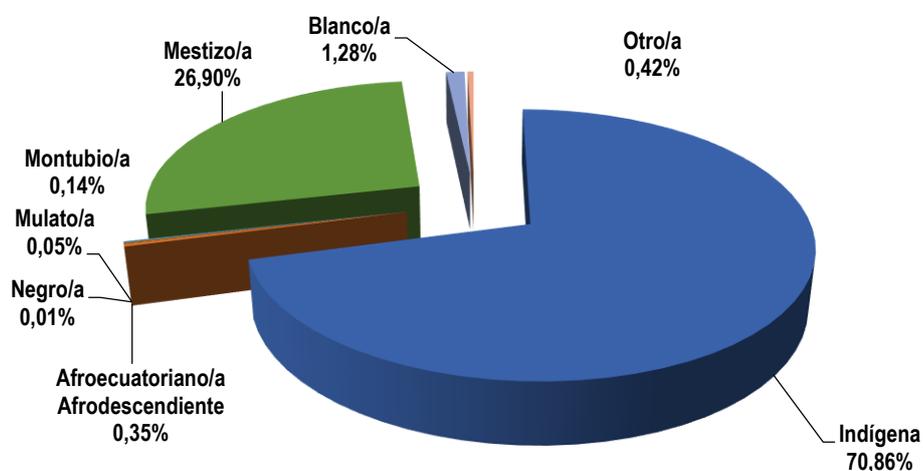
Se observa la zona volcánica, que pertenece a una sección de la cordillera Occidental de los Andes, sobresaliendo elevaciones como el Saguatoa y Casahuala, desde donde se originan grandes vertientes que se inician en la región del páramo muy húmedo, continúa una pendiente de fuerte a moderada que constituye la mayoría de la superficie de la zona. Cuando la pendiente disminuye se forman altiplanicies y llanuras. El suelo está compuesto de cangahua presente en la zona alta y baja, suelos volcánicos tanto del Igualata, Mul Mul, Chiquicha y Saguatoa en la zona media, así como volcánicos del Pisayambo en la zona de páramos cercano al Casahuala (Anexo 1, Mapa 11) (PDOT Quisapincha, 2015).

## **4.2 COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO**

La población aproximada de Quisapincha según el censo del INEC 2010 es de 13.001 habitantes constituida por 6.235 hombres y 6.766 mujeres. La mayor parte de la población se concentra en el área rural. En base a datos del INEC proyección de la población 2015, la población rural es el 76,2% (10.964 habitantes) y urbana 23,8% (4.425 habitantes) para el año 2020 (PDOT Quisapincha, 2015).

### **4.2.1 GRUPOS ÉTNICOS**

En la parroquia se identifican dos grupos étnicos que sobresalen del resto, los indígenas y mestizos. De estas la población indígena es la mayoritaria con un porcentaje del 70,86% asentándose en la zona rural distribuida en comunidades, mientras que la población mestiza con el 26,90% se asienta en la cabecera parroquial distribuida en barrios (PDOT Quisapincha, 2015).

**Figura 6. Grupos Étnicos**

Fuente: INEC Censo de Población y Vivienda 2001-2010

#### 4.2.2 ORGANIZACIÓN SOCIAL

La población se encuentra organizada en 18 comunidades en la zona rural y 12 barrios en la zona urbana. Las comunidades conformaron la COCIQ, para luego transformarse en Pueblo Kisapincha (KIPU), siendo una de las organizaciones con gran incidencia en el desarrollo y políticas públicas locales. En la parroquia hay varias instituciones y organizaciones sociales que según sus ámbitos de acción contribuyen al desarrollo de la parroquia. Entre los principales actores locales entre públicos y privados se encuentran: El GAD Parroquial, Tenencia Política, Pueblo Kisapincha, Ligas Deportivas, Congregación Iglesia Católica La Providencia, Junta de Regantes de la Acequia “La Comunaria”, Junta de Regantes de la Acequia “Tunguihuayco”, Junta de Agua Potable y Alcantarillado del Centro Parroquial, Junta de Agua Potable “Regional Putugleo”, Junta de Agua Potable “Regional Condezán”, Junta de Agua Potable y Alcantarillado Regional Puganza. Además, en la zona urbana y rural existen asociaciones de artesanos, asociaciones agrícolas, asociaciones de mujeres, cabildos de las comunidades, cooperativas de transportes, cooperativas y cajas solidarias de ahorro y crédito, jóvenes

organizados en clubes deportivos comunales y barriales, así mismo grupos culturales y asociaciones de adultos mayores entre otros (PDOT Quisapincha, 2015).

### **4.2.3 SERVICIOS BÁSICOS**

Según los datos del INEC se registran los siguientes datos sobre el acceso a los servicios como energía, telefonía, eliminación de desechos líquidos, eliminación de basura entre otros.

#### **4.2.3.1 ENERGÍA ELÉCTRICA**

Este servicio básico es el que mayor cobertura tiene tanto en el centro como en las comunidades, el 93,7% de la población tiene cobertura de energía eléctrica.

#### **4.2.3.2 VÍAS DE ACCESO**

La vía de acceso desde la ciudad de Ambato tiene una distancia de 12 km y esta asfaltada facilitando la movilización. Según el PDOT en Quisapincha existen 138 km de caminos de segundo orden, de los cuales el 29% se encuentra empedrado tanto en la zona urbana como rural y el 71% por empedrar. Es importante resaltar que la parroquia cuenta con la vía a Cusubamba, la cual conecta a la provincia de Tungurahua con Cotopaxi, la misma ha sido abierta en su totalidad, faltando las obras complementarias y su mejoramiento.

#### **4.2.3.3 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Según el censo del año 2010 el 88,85% de la población urbana y rural de la parroquia posee agua para consumo humano las 24 h del día, a la fecha ese porcentaje se ha incrementado y dos sistemas cuentan ya con plantas de potabilización; según datos del SENAGUA el caudal de agua adjudicado es de 40,99 l/s la cual está beneficiando a 4.930 usuarios, que considerándose un

promedio de 4 habitantes por usuario se tiene 19.720 habitantes con servicio de agua para este consumo (PDOT Quisapincha, 2015).

En el estudio “Inventario, capacidad y georreferenciación de microcuencas y vertientes hídricas en los páramos de la parroquia Quisapincha, cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, (2018)”, realizada por el GAD Parroquial, se encuentra que para el año 2044, el recurso hídrico que necesitará Quisapincha será de 48,55 l/s, por lo que según esa proyección, se tendría un déficit de 7,56 l/s.

#### **4.2.3.4 ELIMINACIÓN DE EXCRETAS**

Actualmente, el 85% de la población total ya disponen del servicio de alcantarillado; también están en construcción sistemas de alcantarillado de comunidades de Illagua Grande y Cachilvana Chico. Un porcentaje muy pequeño cuenta con letrinas, huecos sanitarios o pozos sépticos especialmente en los sectores bien dispersos.

En el centro de la parroquia, se dispone de un antiguo sistema de alcantarillado, que en épocas lluviosas colapsa, causando contaminación. Tampoco se dispone de una PTAR que abastezca totalmente a la población, por lo que es imprescindible realizar estudios integrales que tomen en cuenta estas deficiencias. Los sistemas de alcantarillado construidos actualmente, en su mayoría han ubicado sus descargas alrededor de la microcuenca del río Quillalli, siendo una zona crítica, por lo que es imprescindible un plan de recuperación y descontaminación (PDOT Quisapincha, 2015).

Respecto a eliminación de basura, en el 68% de viviendas es quemada, el 27% se entrega a un carro recolector y un 4% arroja a quebradas o terrenos baldíos. En la actualidad existe el carro recolector municipal que alcanza el recorrido por las calles principales y asfaltadas de las 18 comunidades y el centro urbano. Es necesario optimizar aquel sistema de recolección.

#### **4.2.4 EDUCACIÓN**

Frente a los evidentes cambios generados en el país, todavía el nivel educativo y el acceso de la población a la educación son bajos en relación a los datos de la provincia y el país, el analfabetismo es del 23% de la población, siendo más en el grupo de las mujeres, y es significativamente alto en relación a los porcentajes de analfabetismo de la provincia y el país que es del 10 y 9% respectivamente, es necesario efectuar campañas de alfabetización, e impulsar educación básica, bachillerato y superior.

La parroquia cuenta con 10 planteles educativos distribuidos por toda la zona, con 1 colegio hispano, 2 unidades educativas interculturales bilingües, 2 escuelas hispanas y 5 escuelas bilingües, los cuales presentan un nivel de servicio aceptable en cuanto a cobertura, infraestructura, equipamiento y docentes.

#### **4.2.5 SALUD**

La parroquia cuenta con el sub-centro de Salud del Ministerio de Salud Pública Tipo "A", ubicado en la Cabecera Parroquial, atiende consultas y brinda atención regular de enfermería, odontología y medicina general, incluyendo salud preventiva.

Las principales causas de enfermedades atendidas a los pobladores de la parroquia corresponden al 79% de casos a infecciones respiratorias, el 11 % a enfermedades diarreicas agudas, el 9% a infecciones de transmisión sexual, el resto de casos está relacionado a hipertensión arterial, diabetes, obesidad, pulmonares, entre otras (PDOT Quisapincha, 2015).

#### **4.2.6 VIVIENDA**

Según el Censo del INEC 2010, existe un total de 3.323 viviendas en la parroquia, de las cuales 2.711 son casas, 291 mediaguas, 189 chozas, y en menor cantidad otros tipos de vivienda. Las características de las viviendas, está dada por la utilización de materiales de construcción como: cemento, hierro, bloque, dejando de lado las construcciones ancestrales.

El acceso a la vivienda principalmente en la zona rural campesina, se facilita por la posibilidad de tener el terreno, que va siendo dividido en base a sus necesidades y crecimiento de las familias.

**Tabla 14.** Acceso a vivienda

TENENCIA DE VIVIENDA	N° DE VIVIENDAS	%
Propia y totalmente pagada	2190	65,9
Propia y la está pagando	155	4,6
Propia regalada, heredad o donada	412	12,4
Prestada (no pagada)	238	7,2
Por servicios	9	0,2
Arrendada	147	4,4
Anticresis	12	0,3

Fuente: INEC 2010

#### 4.2.7 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR RAMA DE ACTIVIDAD

La agricultura es la rama de mayor actividad con un 49,09% de la población económicamente activa (PEA), el 24,82% se dedica a la manufactura, sobre todo a la confección en cuero, ternos, ropa deportiva y calzado; un 6,28% se dedica a la construcción, sobre todo en la ciudad de Ambato; el 4,67% al comercio al por mayor y menor y el 2,91 % al transporte.

**Tabla 15.** PEA por rama de actividad

Rama de actividad	Población	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	3.253	49,09%
Industrias manufactureras	1645	24,82%
Construcción	416	6,28%
Comercio al por mayor y menor	323	4,87%
Transporte y almacenamiento	193	2,91%
Diversas actividades menores	558	8,42%
<b>TOTAL</b>	<b>6.388</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: INEC censo 2010

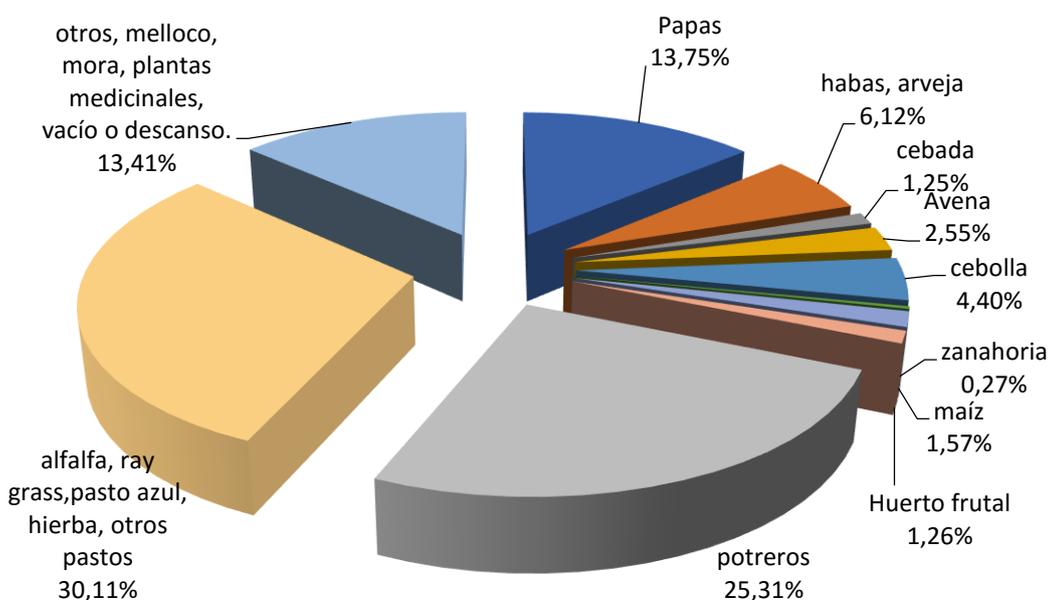
#### 4.2.8 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

A nivel de las comunidades conocidas como las productoras de alimentos para la parroquia, la ciudad de Ambato y la provincia de Tungurahua, se experimenta una realidad cambiante que nos arroja que a nivel de las parcelas: un 30,11% están dedicadas al cultivo de alfalfa y otros pastos; una parte de la producción dedicado tanto al autoconsumo como para la venta; un 25,31% dedicado a potreros y, tan solo un 13,75% dedicado a la producción de papas, de igual forma, una parte para cubrir la demanda familiar y su excedente para ser comercializado a nivel local y cantonal (PDOT Quisapincha, 2015).

La extensión promedio de terreno llega a 6.542,9 m<sup>2</sup>, las mismas se encuentran divididas en pequeñas parcelas para los cultivos, terrenos que siguen fragmentándose al pasar de mano o al dejar como herencia a sus hijos.

Las variaciones climáticas y las heladas afectan notablemente los cultivos, que, junto a la falta de riego tecnificado y asistencia técnica, hacen que los rendimientos sean muy bajos y se genere mucha desilusión en el agricultor.

**Figura 7.** Producción agrícola en comunidades de Quisapincha

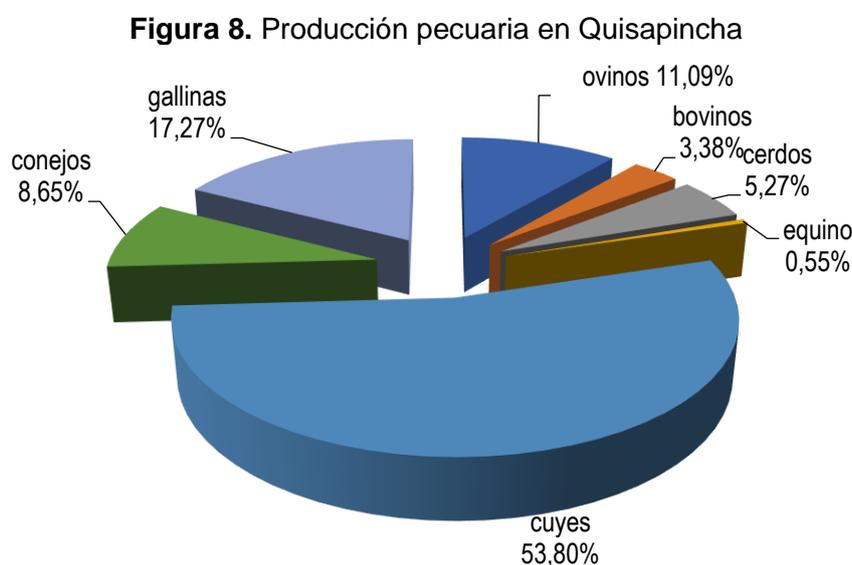


**Fuente:** Plan de Manejo de Páramos Quisapincha, 2009.

#### 4.2.9 PRODUCCIÓN PECUARIA

La misma realidad de la superficie de terreno, ha obligado a que la familia campesina de Quisapincha se dedique de preferencia a la crianza y cuidado de especies menores (cuyes, conejos, entre otros) y no en la misma relación a bovinos, ovinos y cerdos.

Guarda cierta lógica el cultivo de pastos y potreros con la crianza de cuyes, ovinos y conejos; animales que se comercializa en la feria dominical en el mercado local y el resto para el autoconsumo.



**Fuente:** Plan de Manejo de Páramos Quisapincha, 2009.

### 4.3 FUENTES DE CONTAMINACIÓN

#### 4.3.1 MAPA PARLANTE Y SALIDAS DE CAMPO

Mediante visitas de campo y la reunión mantenida con el GAD Parroquial, con los técnicos y representantes de la organización Pueblo Kisapincha (KIPU), los miembros de la junta de agua de riego “La Comunaria” y representantes de las comunidades de la zona baja de la parroquia, respecto a la elaboración del mapa parlante se procedió a revisar y procesar la información obtenida, la misma se encuentra resumida en la Tabla 16.

Tabla 16. Actividades dentro del cauce principal

Sector	Actividades	Cuerpo Hídrico	Fotografía
El Galpón	Viviendas, Producción agropecuaria (Papas, cebolla blanca, habas) y Ganadería (vacuno, chanchos, ovejas y cuyes), Unidad Educativa del Milenio Pueblo Kisapincha	Quebrada la Paccha y Quebrada S/N, afluente del río Quillalli	
Putugleo	Viviendas, Producción agropecuaria (Papas, mellocos, habas, zanahoria) y Ganadería (vacuno, chanchos, ovejas y especies menores)	Quebrada S/N, afluente del río Quillalli	
Ambayata		Quebrada Ambayata, afluente del río Quillalli	
Pucará Chico		Quebrada la Paccha y Quebrada S/N, afluente del río Quillalli	
Santa Rosa Pampa		Acequia La Comunaria, afluente del río Quillalli	
Turuloma	Zona residencial, huertos familiares, Curtiembre Quisapincha.	Quebrada Turuloma, afluente del río Quillalli	
La Paccha	Viviendas, Cultivos familiares, Potreros para animales, ganado vacuno, porcino.	Acequia S/N, afluente del río Quillalli	
El Calvario	Zona residencial. Restaurantes, Locales comerciales de artículos en cuero, huertos familiares, Colegio Quisapincha, Estadio, Gasolinera Quisapincha y Estación de buses Quisapincha	Quebrada Turuloma, afluente del río Quillalli	
El Centro	Zona Residencial, parque parroquial, Ferretería, Restaurantes. Mercado	Acequia S/N, afluente del río Quillalli	
San Pedro	Viviendas, Cultivos familiares, potrero para animales, ganado vacuno y porcino.	Acequia S/N, afluente del río Quillalli	

Elaborado por: Quinatoa Isaías

### 4.3.2 ENCUESTAS

Tras aplicar la encuesta a actores que utilizan el agua del área de estudio para el riego, se procedió a revisar y procesar la información obtenida.

Para cuantificar la información de la encuesta, se contó las respuestas de cada pregunta, con el fin de obtener un porcentaje se empleó una regla de tres simple, para de esta forma analizar la tendencia de las respuestas que predominan en cada pregunta.

Se aplicaron dos tipos de encuestas (Anexo 4), una para aquellos que utilizan el agua (actores directos), que según el PDOT Quisapincha son 978 usuarios representando el 69,9 % del total y otra para aquellas personas que viven por los alrededores pero que no necesariamente utilizan el agua del cauce (actores indirectos) que son 422 los cuales representan al 30,1 % (Tabla 17).

**Tabla 17.** Número de encuestas aplicadas

<b>Actores del cauce</b>	<b>Encuestas aplicadas</b>	<b>%</b>
Directas	76	69,9
Indirectas	33	30,1
<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Quinatoa Isaías

Con el total de actores directos e indirectos encuestados, se obtuvieron los siguientes resultados en base a las preguntas realizadas, las mismas que ayudaron a determinar las fuentes de contaminación, los efectos que están produciendo al utilizar el agua en sus sembríos y los responsables de la misma (Tabla 18).

**Tabla 18.** Resumen respuestas a encuestas realizadas

Pregunta	Respuesta
¿De dónde viene el agua para el riego?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Páramo</li> <li>• Acequia Alta Fernández y Chacón Vascones</li> <li>• Sector Hierba Buena, Tingo Wayku, Gallo Urku, Pungo Pungo</li> </ul>
¿Cuáles cree usted que son las principales fuentes de contaminación?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Animales que viven en el páramo, Incremento de carga animal en el páramo</li> <li>• Basura en las quebradas, Desechos plásticos, Desperdicio de vidrios</li> <li>• Fábrica de cueros</li> <li>• Chatarras</li> <li>• Fertilizantes y abonos químicos</li> <li>• La deforestación</li> <li>• Residuos domésticos</li> <li>• Aceites usados e hidrocarburos</li> <li>• Lavado de ropa</li> </ul>
¿Quiénes son los responsables de la contaminación del agua?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las habitantes de Quisapincha</li> <li>• Las comunidades</li> <li>• Los barrios</li> <li>• El ser humano</li> <li>• La fábrica de cueros</li> </ul>
¿Cuáles son los efectos que usted ha observado al momento de utilizar el agua?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal Olor</li> <li>• Buenos cultivos</li> <li>• Espumante en el agua</li> <li>• Aumento de enfermedades en plantas</li> <li>• Animales muertos</li> <li>• Se secan las plantas</li> <li>• Agua turbia</li> </ul>
¿Mencione las fábricas o industrias que usted cree que contamina el agua?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fábrica de cueros</li> <li>• Alcantarillado</li> <li>• Lavandería de autos</li> <li>• Gasolinera Quisapincha</li> <li>• Lubricadoras</li> </ul>

Tabla 18. CONTINUACIÓN

<p>¿Cómo cree usted que las fábricas o industrias estén contaminando el agua que usted utiliza para riego?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las descargas de aguas residuales de la fábrica de cueros</li> <li>• Eliminación de desechos en las quebradas y acequias</li> <li>• Ocasionando enfermedades en los cultivos</li> <li>• Malos olores</li> <li>• Desperdicios de combustibles</li> <li>• Cambio de color de agua</li> </ul>
<p>¿Cómo están siendo afectadas las comunidades por la contaminación del agua?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades</li> <li>• Disminución de la producción</li> <li>• Animales enfermos</li> <li>• Contaminación de suelos</li> <li>• Agua con Basura</li> <li>• No se puede regar ni dar de beber a los animales</li> </ul>
<p>¿Qué haría usted para contribuir en la disminución de la contaminación?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No votar desperdicios</li> <li>• Cuidar los páramos y quebradas</li> <li>• Recolectando basura de las calles</li> <li>• Talleres de socialización sobre el cuidado del medio ambiente</li> <li>• Reutilización</li> <li>• Limpiar acequias</li> <li>• Clasificar la basura</li> <li>• Realizar mingas</li> <li>• Bajar la carga animal del páramo</li> <li>• Plantar arboles</li> </ul>

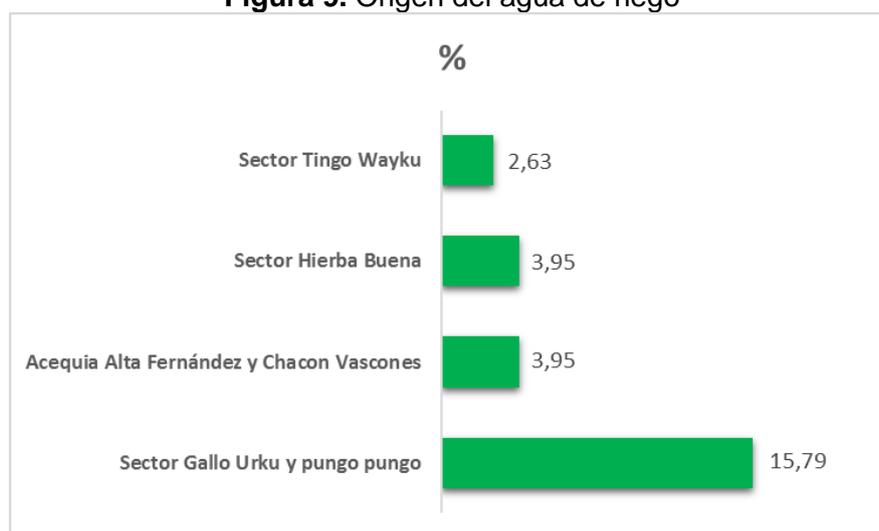
Elaborado por: Quinatoa Isaías

A continuación se procesó la información obtenida de las encuestas realizadas a actores directos que utilizan el agua de riego, un total de 76 encuestas.

### Pregunta 1: ¿Mencione de donde viene el agua para riego?

El resultado de la primera pregunta, donde se quería saber el origen del agua, el 73,68% respondieron que el origen del agua es del páramo y los demás respondieron lugares específicos de donde viene el agua, atribuyéndolo a vertientes como Pungo Pungo, Hierba Buena y Tingo Wayku (Figura 9).

**Figura 9.** Origen del agua de riego



Elaborado por: Quinatoa Isaías

### Pregunta 2: ¿Cree usted que está contaminada el agua que utiliza para el riego?

Los resultados revelan que el 92,11% responden que el agua está contaminada, mediante esta respuesta se abren dos preguntas a continuación.

**Tabla 19.** Contaminación del agua

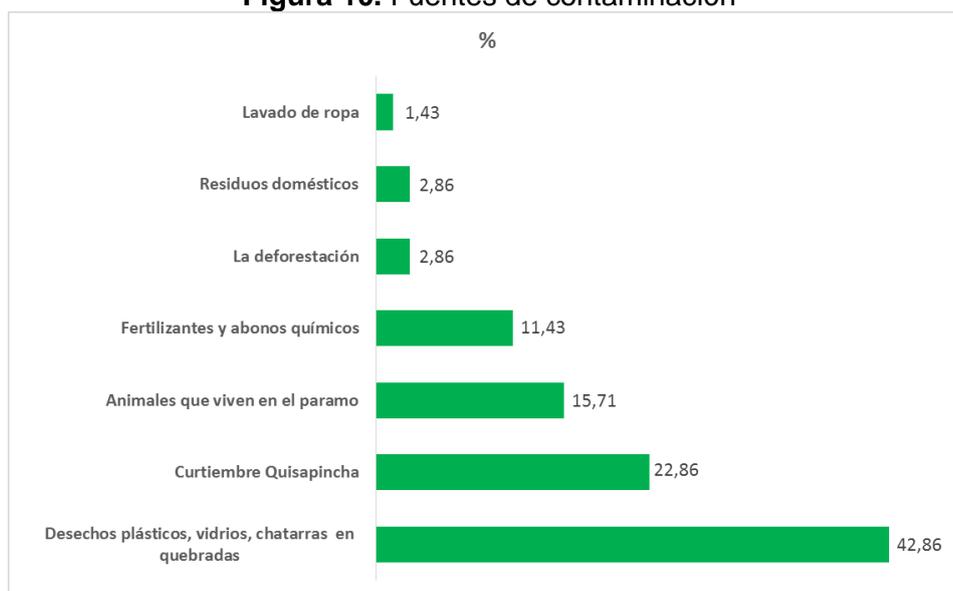
Respuesta	Directos	%
Si	70	92,11
No	6	7,89
Total	76	100

Elaborado por: Quinatoa Isaías

**a. ¿Cuáles cree usted que son las principales fuentes de contaminación?**

Las respuestas identificaron que la mayor fuente de contaminación es la basura en quebradas con un 42,86%, seguida de la fábrica de cueros (22,86%), animales en el páramo (15,71%), fertilizantes y abonos químicos (11,43%) y otros.

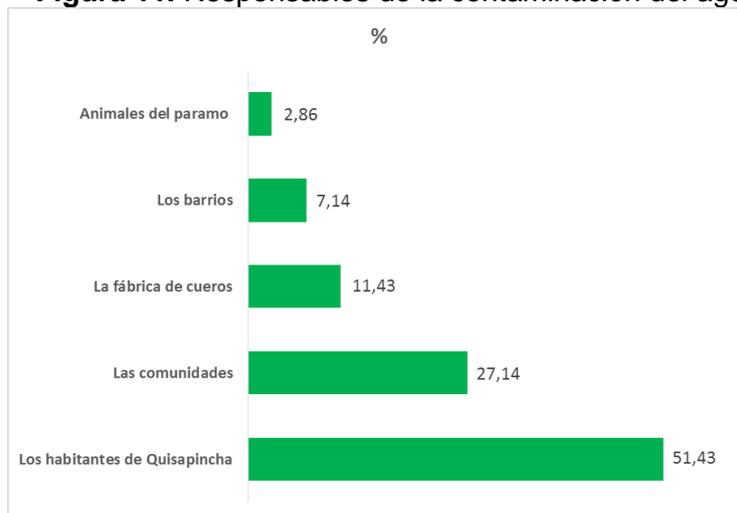
**Figura 10. Fuentes de contaminación**



**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

**b. ¿Quiénes son los responsables de la contaminación del agua de riego?**

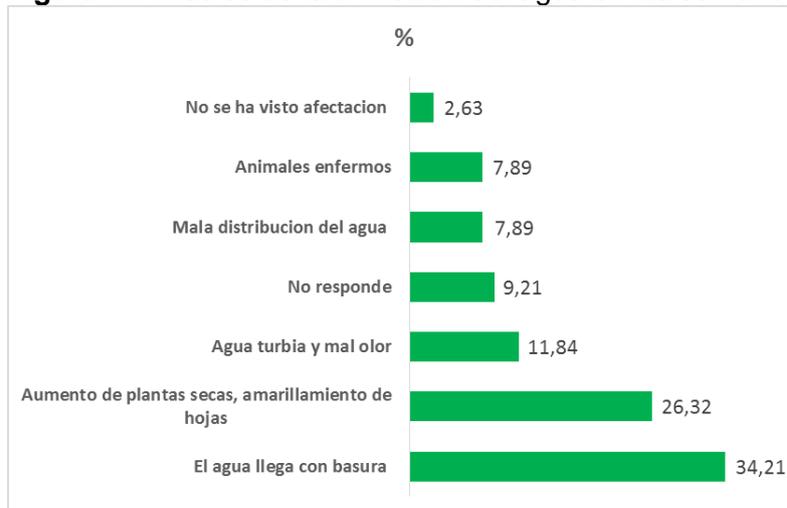
El literal b, reveló que los responsables de la contaminación en su mayoría son los habitantes de Quisapincha (51,43%), seguidas de las comunidades (27,14%), la Fábrica de cueros (11,43%), los barrios (7,14%) y los animales en el páramo (2,86%).

**Figura 11. Responsables de la contaminación del agua**

Elaborado por: Quinatoa Isaías

**Pregunta 3: ¿Mencione cuáles son los efectos que usted ha observado al momento de utilizar el agua?**

Las respuestas revelan que en su mayoría, los efectos que se han observado son: que el agua llega a los sembríos con basuras (34,21%), que hay aumento de plantas secas, amarillamiento de hojas (26,32%), agua turbia y mal olor (11,84%) y otros.

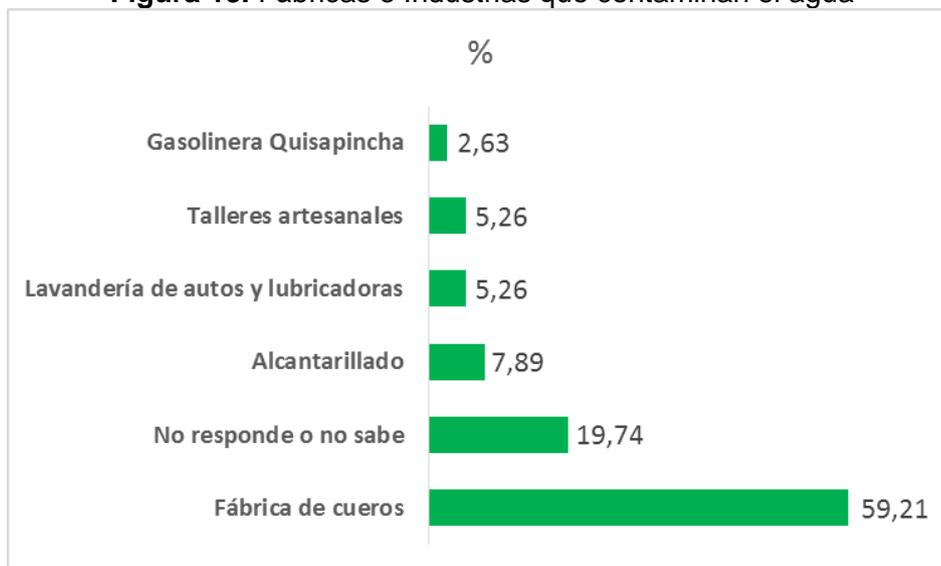
**Figura 12. Efectos de la utilización del agua en los sembríos**

Elaborado por: Quinatoa Isaías

**Pregunta 4: ¿Si conoce, mencione las fábricas o industrias que usted cree que contamina el agua?**

Las respuestas apuntan a que la mayor industria que contamina es la fábrica de cueros con el 59,21 %, seguida del 19,74% de la población encuestada que no conoce y no responde, mencionando también a talleres artesanales, y la gasolinera.

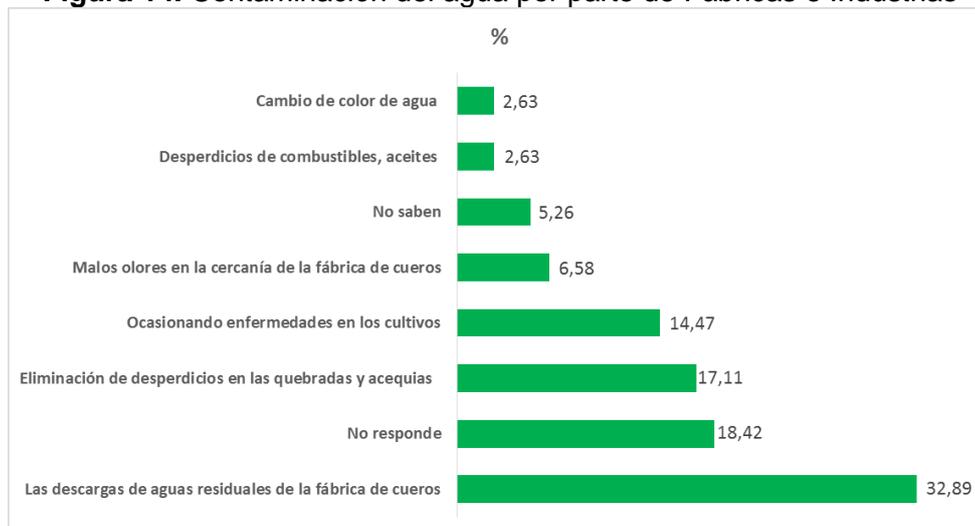
**Figura 13.** Fábricas e Industrias que contaminan el agua



Elaborado por: Quinatoa Isaías

**Pregunta 5: ¿Cómo Cree usted que las fábricas o industrias estén contaminando el agua que utiliza para riego?**

Las respuestas señalan que las descargas de aguas residuales de la fábrica de cueros (32,89%) son los principales contaminantes del agua, seguidas del 18,42 % que no quieren responder a esta pregunta y en menor cantidad la eliminación de desperdicios en las quebradas y que ocasionan enfermedades en los cultivos.

**Figura 14.** Contaminación del agua por parte de Fábricas e Industrias

Elaborado por: Quinatoa Isaías

### Pregunta 6: ¿Cómo están siendo afectadas las comunidades por la contaminación del agua?

Las respuestas apuntan que las aguas contaminadas están afectando en su mayoría a los regantes en la disminución de la producción y en el marchitamiento de hojas (38,16%), seguida de que el agua acarrea consigo basura (25%) y en menor cantidad se han visto afectados con animales enfermos (11,84%) y contaminación de suelos (6,58%).

**Figura 15.** Afectación de las comunidades por el uso de agua contaminada

Elaborado por: Quinatoa Isaías

### Pregunta 7: ¿En los últimos 5 años usted ha evidenciado escasez de agua?

El 76,32% de los encuestados evidencia que, si ha existido escasez del agua en los últimos 5 años, razón por la cual mencionaron que el caudal de agua no abastece para todos los regantes, terminando en peleas entre regantes.

**Tabla 20.** Escasez de agua

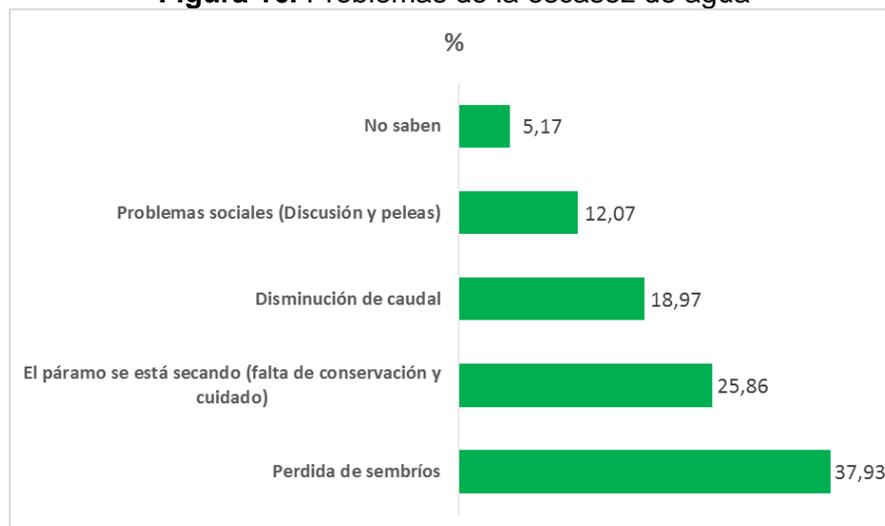
Respuesta	Directos	%
Si	58	76,32
No	18	23,68
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Quinatoa Isaías

#### a. ¿Qué problemas ha causado la escasez de agua en su comunidad?

Según la Figura 16 apuntan que la escasez de agua ha tenido graves consecuencias en la pérdida de sembríos, la población también menciona que el páramo se está secando a falta de conservación y cuidado, por ende el caudal disminuye y ha generado problemas entre regantes en la zona baja de la parroquia.

**Figura 16.** Problemas de la escasez de agua



Elaborado por: Quinatoa Isaías

**Pregunta 8: ¿En los últimos años usted ha evidenciado inundaciones?**

EL 78,95% señala que no han evidenciado inundaciones en los últimos 5 años, sin embargo, el 21,05% si lo han evidenciado, a continuación, se presenta los problemas que ha causado las inundaciones.

**Tabla 21.** Inundaciones

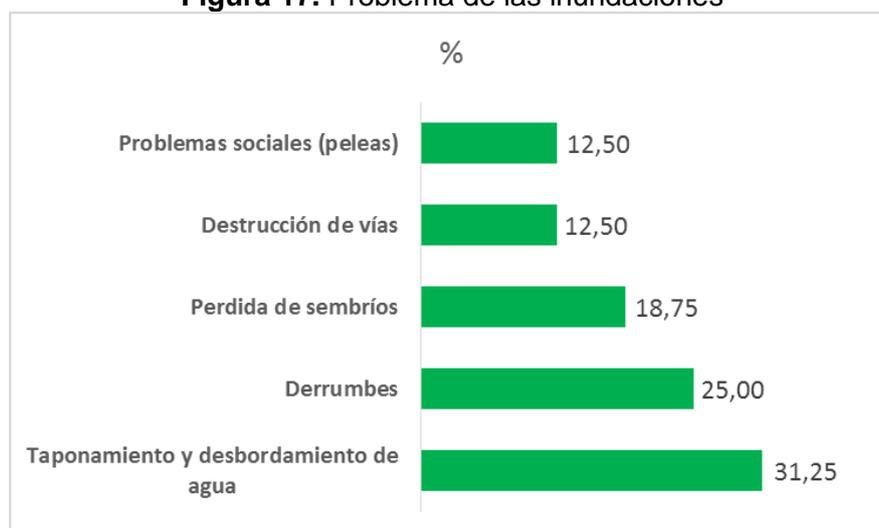
<b>Respuesta</b>	<b>Directos</b>	<b>%</b>
Si	16	21,05
No	60	78,95
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Quinatoa Isaías

**a. ¿Qué problemas ha causado la inundación en su comunidad?**

Según la Figura 17, las personas encuestadas mencionan que las inundaciones han causado problemas de taponamiento y desbordamiento de agua en el sector de Quillalli, derrumbes en las quebradas y pérdida de sembríos.

**Figura 17.** Problema de las inundaciones

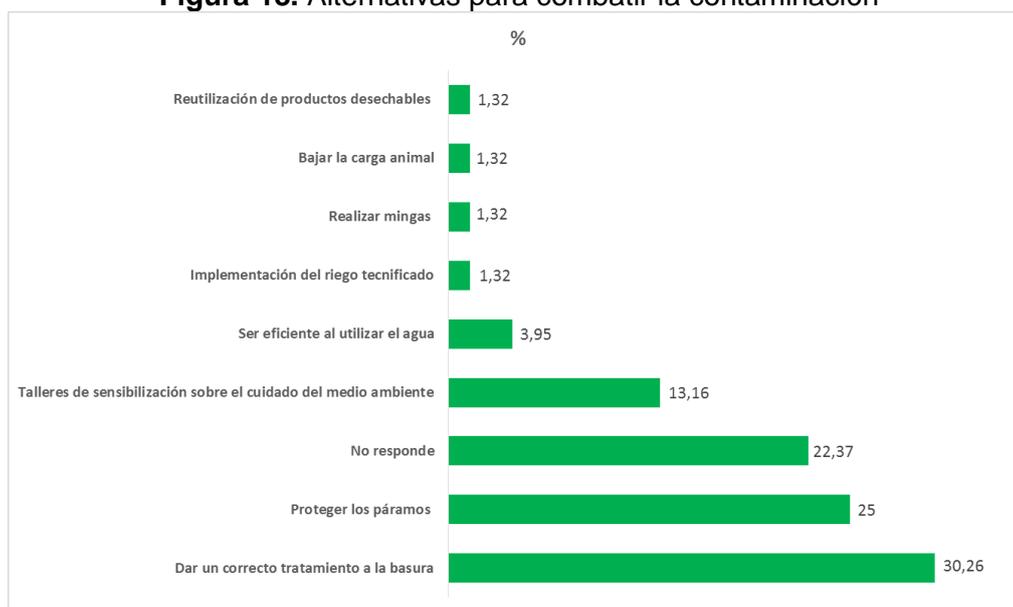


Elaborado por: Quinatoa Isaías

### Pregunta 9: ¿Qué haría usted para contribuir en la disminución de la contaminación?

Según la Figura 18, las alternativas que sobresalen son de dar un correcto tratamiento a la basura, proteger los páramos, talleres de sensibilización y realizar mingas, continuando con diferentes alternativas.

**Figura 18.** Alternativas para combatir la contaminación



Elaborado por: Quinatoa Isaías

### Pregunta 10: ¿Conoce usted de algún proyecto que se esté realizando para combatir la contaminación del río Quillalli?

Según la Tabla 22, el 94,74% responden que no existe ningún proyecto que se esté ejecutando para combatir la contaminación del río Quillalli, mientras que solo el 5,26% responde que si existe proyectos.

**Tabla 22.** Proyectos que se están realizando en la parroquia

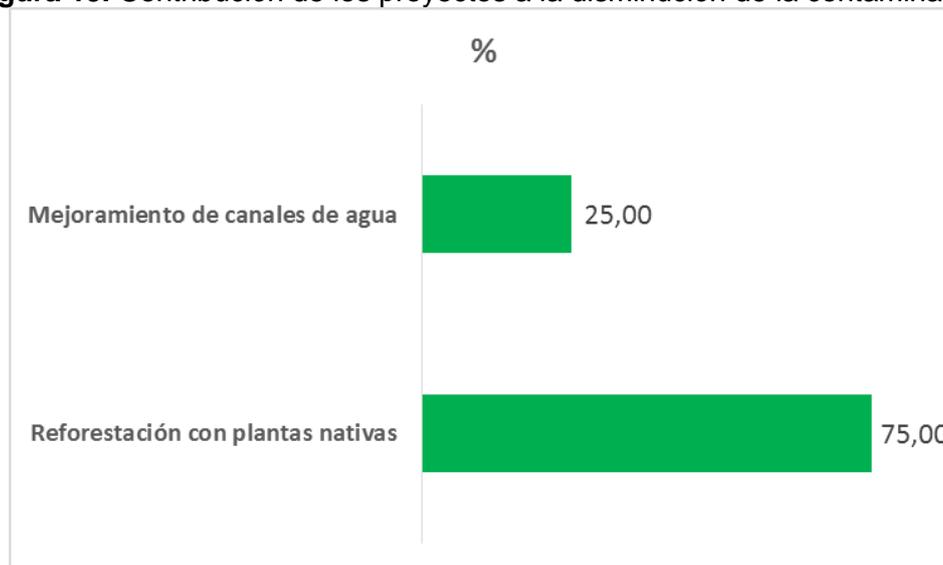
Respuesta	Directos	%
Si	4	5,26
No	72	94,74
Total	76	100

Elaborado por: Quinatoa Isaías

**a. ¿Cómo cree usted que ayuda el proyecto?**

Los encuestados respondieron que existe el proyecto de fondo de páramos que ejecuta la organización Pueblo Kisapincha (KIPU), la cual está reforestando los páramos con plantas nativas y también ayudando al mejoramiento de canales de agua para conducir de mejor manera el agua de riego.

**Figura 19.** Contribución de los proyectos a la disminución de la contaminación



**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

Con la información obtenida tanto del mapa parlante como de las encuestas, se procedió a realizar un mapa de fuentes de contaminación (Mapa 2), utilizando la plataforma de ArcGis.





Tabla 23. CONTINUACIÓN

LABORATORIO GRUNTEC	Nitritos	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,5
	Sulfatos	mg/l	0,69	9,4	9,4	15,00	16,0	250
	Vanadio	mg/l	0,0550	0,0760	0,0029	<0,0004	<0,0004	0,1
	Zinc	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,0160	<0,01	2
	Huevos de parásitos	N/A	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Conductividad	mg/l	0,071	0,15	0,16	0,17	0,18	>3
	Sólidos Disueltos Totales	mg/l	75	128	126	68	156	>2000
	RAS	mg/l	0,5	0,7	0,7	0,4	0,4	
	Sodio	meq/l	0,24	0,48	0,39	0,32	0,30	>9
	Cloruro	meq/l	0,01	0,31	0,31	0,39	0,42	>10
	Nitrato como Nitrógeno	mg/l	<0,05	0,36	0,038	0,07	0,09	>30
	Bicarbonato	meq/l	0,73	1,25	1,27	0,9	1,08	>8,5
	TPH	mg/l	-	-	-	-	<0,3	0,5

Elaborado por: Quinatoa Isaías

Tabla 24. Parámetros físico-químicos durante el segundo muestreo

	PARÁMETRO	UNIDADES	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	LMP
CAMPO	Caudal	l/s	0,29	110,96	111,11	77,55	63,03	
	Conductividad	mg/l	0,074	0,12	0,19	0,13	0,14	>3
	Ph		8,1	8,27	8,12	8,18	8,4	6 – 9
	OD	mg/l	7,2	7,31	7,38	7,32	7,4	3
	Temperatura	°C	11,3	11,3	11,2	11,2	11,2	
	Aceites y Grasas	N/A	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Materia Flotante	N/A	Ausencia	Si	si	Si	Ausencia	Ausencia
LABORATORIO FICA	Cromo	mg/l	0,025	0,152	0,145	0,167	0,157	0,1
	Hierro	mg/l	0,31	1	1,17	1,1	0,93	5
	Flúor	mg/l	0,22	0,16	0,12	0,19	0,11	1
	Níquel	mg/l	0,009	0,009	0,014	0,009	0,009	0,2
	Cobre	mg/l	0,07	0,21	0,18	0,24	0,25	0,2
	Manganeso	mg/l	0,9	0,9	1,1	1,2	0,9	0,2
	Coliformes Fecales	NMP/100ml	45,359	75,01	15,035	858,121	1.671,028	1000

Elaborado por: Quinatoa Isaías

**Tabla 25.** Parámetros físico-químicos durante el tercer muestreo

	PARÁMETRO	UNIDADES	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	LMP
CAMPO	Caudal (l/seg)	l/s	0,88	20,20	27,96	-	-	
	pH		7,4	6,6	6,5	6,5	6,6	6 – 9
	OD	mg/l	7,23	6,7	6,4	6,49	6,1	3
	Temperatura	°C	11,6	12,6	14	13,8	15,6	
	Conductividad	mg/l	0,05	0,16	0,16	0,15	0,15	>3
	Aceites y Grasas	N/A	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Materia Flotante	N/A	Ausencia	Si	Si	Si	Si	Ausencia
LABORATORIO FICA	Cromo	mg/l	0,008	0,04	0,05	0,046	0,041	0,1
	Hierro	mg/l	0,43	0,86	0,76	0,71	0,59	5
	Flúor	mg/l	0,11	0,08	0,14	0,14	0,19	1
	Níquel	mg/l	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	0,2
	Cobre	mg/l	0,08	0,21	0,16	0,14	0,21	0,2
	Manganeso	mg/l	0,4	0,8	0,7	0,5	0,5	0,2
LABORATORIO DEMEX	Arsénico	mg/l	-	-	-	0,0410	-	0,1
	Berilio	mg/l	-	-	-	<0,01	-	0,1
	Cadmio	mg/l	-	-	-	<0,01	-	0,05
	Litio	mg/l	-	-	-	0,0200	-	2,5
	Mercurio	mg/l	-	-	-	<0,001	-	0,001
	Molibdeno	mg/l	-	-	-	<0,1	-	0,01
	Plomo	mg/l	-	-	-	0,0100	-	5
	Selenio	mg/l	-	-	-	0,0350	-	0,02
	Vanadio	mg/l	-	-	-	<0,1	-	0,1
LABORATORIO CICAM	Aluminio	mg/l	0,069	0,14	0,11	0,17	0,12	5
	Boro	mg/l	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	0,75
	Cobalto	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,01
	Nitritos	mg/l	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,5
	Sulfatos	mg/l	<10	<10	<10	<10	<10	250
	Zinc	mg/l	<0,1	<0,1	0,1400	<0,1	<0,1	2
	Huevos de parásitos	N/A	-	-	-	-	-	Ausencia
	Coliformes Fecales	NMP/100ml	2,2	9,2	43	3,6	2,3	1000
	Sólidos Disueltos Totales	mg/l	84	164	156	168	154	>2000
	RAS	mg/l	-	-	-	-	-	
	Sodio	meq/l	0,34	0,86	0,78	0,90	0,75	>9
	Cloruro	meq/l	0,48	0,90	0,96	0,93	0,85	>10
	Bicarbonato	meq/l	0,65	1,24	1,21	1,17	1,21	>8,5
Nitrato	mg/l	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3		

Elaborado por: Quinatoa Isaías

**Tabla 26.** Parámetros físico-químicos durante el cuarto muestreo

	PARÁMETRO	UNIDADES	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	LMP
CAMPO	Caudal (l/seg)	l/s	0,47	116,57	74,26	45,11	-	
	Ph		6,32	6,3	6,48	6,4	6,69	6 – 9
	OD	mg/l	7,87	7,53	7,34	7,35	7,07	3
	Conductividad	mg/l	0,045	0,09	0,09	0,09	0,094	>3
	Temperatura	°C	10	10,8	11,2	11,2	12,1	
	Aceites y Grasas	N/A	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Materia Flotante	N/A	Ausencia	si	Si	Si	Si	Ausencia
LABORATORIO FICA	Cromo	mg/l	0,024	0,219	0,199	0,238	0,18	0,1
	Hierro	mg/l	0,62	0,35	1,44	1,44	1,28	5
	Flúor	mg/l	0,24	0,04	0,02	0,08	0,15	1
	Níquel	mg/l	-	-	-	-	-	0,2
	Cobre	mg/l	0,09	0,39	0,37	0,41	0,34	0,2
	Manganeso	mg/l	0,4	2,9	2,1	2	1,7	0,2
LABORATORIO DEMEX	Arsénico	mg/l	-	-	-	0,031	-	0,1
	Berilio	mg/l	-	-	-	<0,01	-	0,1
	Cadmio	mg/l	-	-	-	0,01	-	0,05
	Litio	mg/l	-	-	-	0,01	-	2,5
	Mercurio	mg/l	-	-	-	<0,001	-	0,001
	Molibdeno	mg/l	-	-	-	<0,1	-	0,01
	Plomo	mg/l	-	-	-	0,01	-	5
	Selenio	mg/l	-	-	-	0,026	-	0,02
	Vanadio	mg/l	-	-	-	<0,1	-	0,1
LABORATORIO CICAM	Aluminio	mg/l	<0,050	0,064	0,063	0,097	0,058	5
	Boro	mg/l	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	0,75
	Cobalto	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,01
	Nitritos	mg/l	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,5
	Sulfatos	mg/l	<10	<10	<10	<10	<10	250
	Zinc	mg/l	<0,1	0,11	0,12	0,11	0,10	2
	Huevos de parásitos	N/A	-	-	-	-	-	Ausencia
	Coliformes Fecales	NMP/100ml	2,2	9,2	23	150	93	1000
	Sólidos Disueltos Totales	mg/l	76	106	110	120	116	>2000
	RAS	mg/l	-	-	-	-	-	
	Sodio	meq/l	0,30	0,49	0,54	0,52	0,56	>9
	Cloruro	meq/l	0,14	0,31	0,34	0,31	0,34	>10
	Bicarbonato	meq/l	0,69	0,98	0,95	0,98	0,98	>8,5
Nitrato	mg/l	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3		

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

## 5.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CAMPO

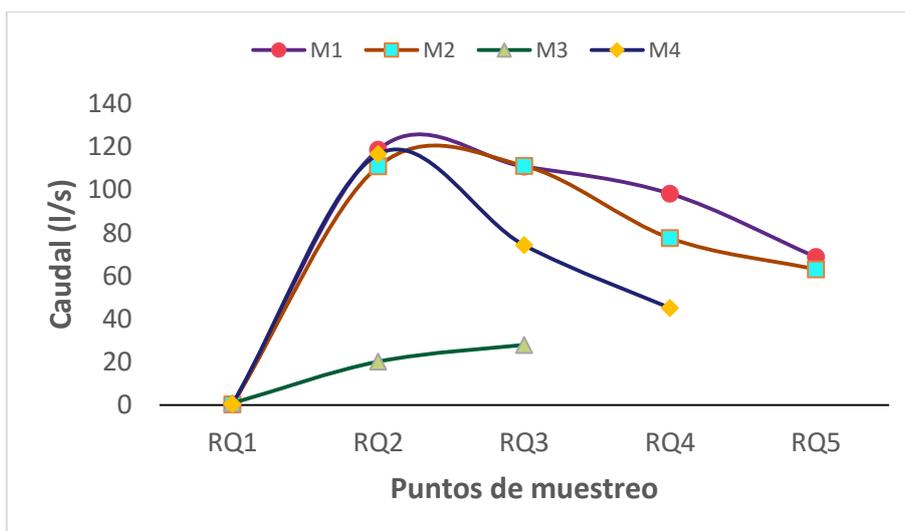
### 5.1.1 CAUDAL

El caudal de la microcuenca del río Quillalli es similar en el primer y segundo muestreo. El punto RQ1 con 0,47 l/s presenta el menor caudal en los cuatro muestreos, el punto RQ2 es el de mayor caudal con 118,7 l/s en el primer muestreo (Figura 20), esto puede deberse a que el punto RQ2 está ubicado aguas abajo de la unión del punto RQ1 y el afluente de la Quebrada Ambayata, aumentando así su caudal, posterior al punto RQ2 se observa que el caudal disminuye, esto puede estar asociado a que abajo de este punto están utilizando el caudal del cauce para regar los sembríos.

En el tercer muestreo se evidencia una disminución del caudal de 27,96 l/s en el punto RQ3 y en los puntos RQ4 y RQ5 el caudal fue demasiado bajo para poder medirlo.

Además, según las encuestas las personas mencionaron que el caudal no abastece, lo que ha provocado peleas entre regantes.

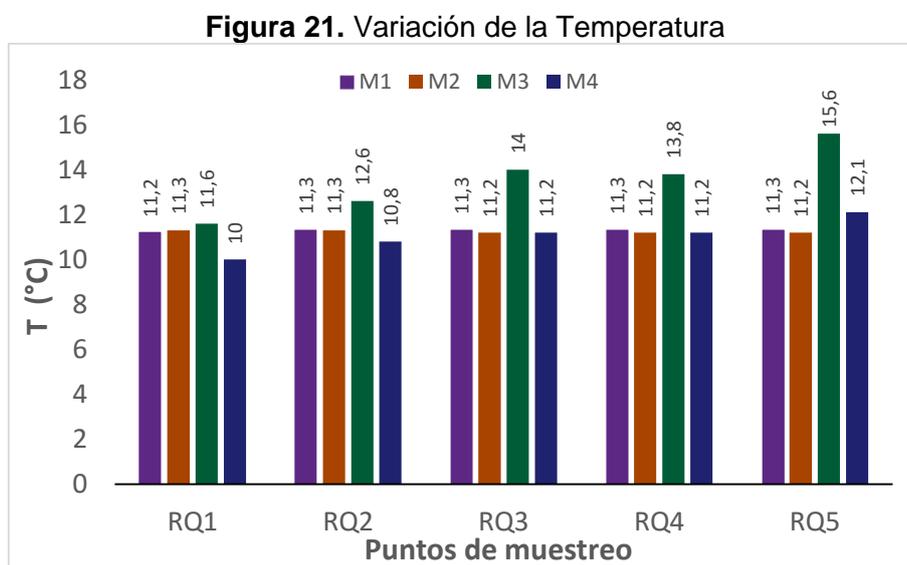
**Figura 20.** Variación de Caudal



Elaborado por: Quinatoa Isaías

### 5.1.2 TEMPERATURA

La temperatura tiene una muy leve variación siendo el pico más alto el de 15,6 °C en el tercer muestreo del punto RQ5 y el pico más bajo de 10 °C del cuarto muestreo en el punto RQ1 y una variación de 11,2 a 13 °C en el resto de puntos del cauce como se observa en la Figura 21. Es posible que exista la influencia estacional y de la altitud al momento de tomar las muestras por lo que no existe mucha variación. La temperatura tiene relación con el Oxígeno Disuelto ya que al disminuir la Temperatura aumenta la concentración de Oxígeno Disuelto.



Elaborado por: Quinatoa Isaías

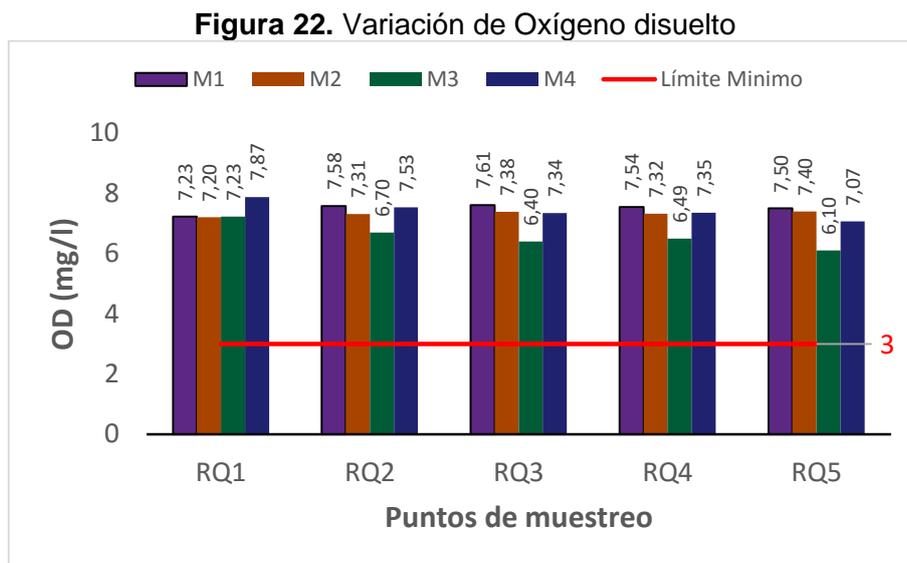
### 5.1.3 OXÍGENO DISUELTO (OD)

“Es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración se expresa dependiendo de la temperatura, la presión atmosférica, relacionada con la altitud del lugar” (Casilla, 2014, p. 28).

La concentración de OD del río Quillali está sobre el límite mínimo que es de 3 mg/l que establece la normativa, como se puede ver en la Figura 22, sus valores no tienen gran variación yendo de 6,1 a 7,87 mg/l, además, tiene relación con la

temperatura (Figura 21) ya que también este parámetro no presenta mayor variación, influyendo en la concentración de OD presente en el cauce.

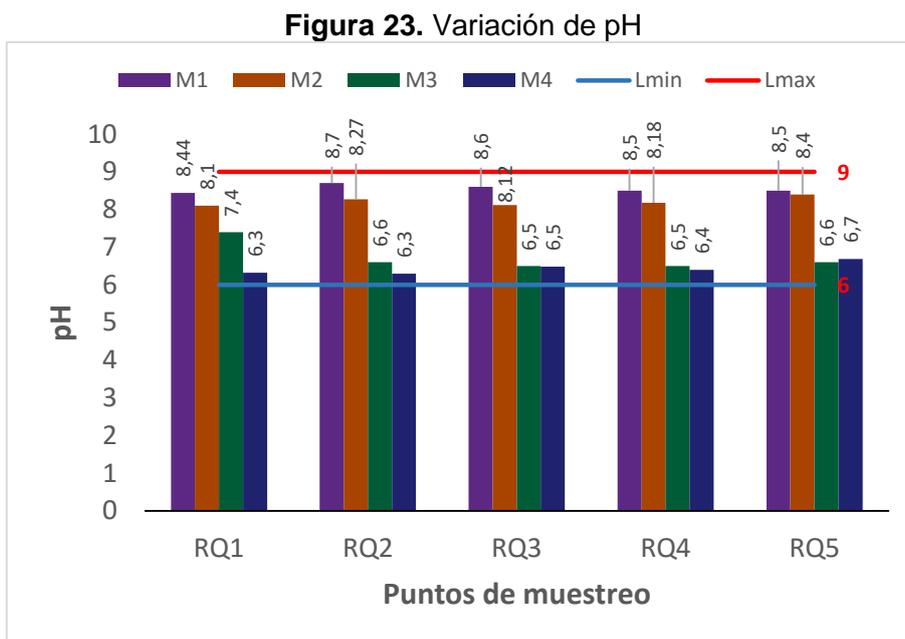
Además, el río Quillalli es de aguas de montaña cuya morfología provoca turbulencia produciendo oxigenación continua asegurando una rápida autodepuración en caso de recibir cargas contaminantes.



Elaborado por: Quinatoa Isaías

#### 5.1.4 POTENCIAL HIDROGENO (pH)

El pH del agua se considera básico o ligeramente alcalino en el primer y segundo muestreo, la misma oscila entre 8.1 a 8,7, mientras que en el tercer y cuarto muestreo el pH tiende a ser ligeramente ácido, oscilando entre 6.3 a 7 (Figura 23). Tanto en el primer como segundo muestreo el pH casi es constante, teniendo un bajo pH en el tercer y cuarto muestreo, esto puede estar asociado al caudal, ya que en los dos últimos muestreos el caudal se redujo significativamente. Los valores obtenidos de pH, pueden ser debidos principalmente a la disolución de rocas carbonatadas o caliza presentes en los suelos, en el punto RQ1 se observó la presencia de espuma, causa de disolución de caliza ya que este punto se encuentra en el páramo y aguas arriba solo hay presencia de animales. En general el pH del río Quillalli está dentro de los límites de 6 a 9 que establece la normativa.



Elaborado por: Quinatoa Isaías

### 5.1.5 MATERIA FLOTANTE

Este parámetro fue analizado de forma visual. En el punto RQ1 no se observó presencia de material flotante, en el punto RQ2, RQ3, RQ4 y RQ5 se observó presencia de basura, hojarasca, residuos plásticos, entre otros, esto puede deberse a que el cauce está cerca de viviendas.

### 5.1.6 ACEITES Y GRASAS

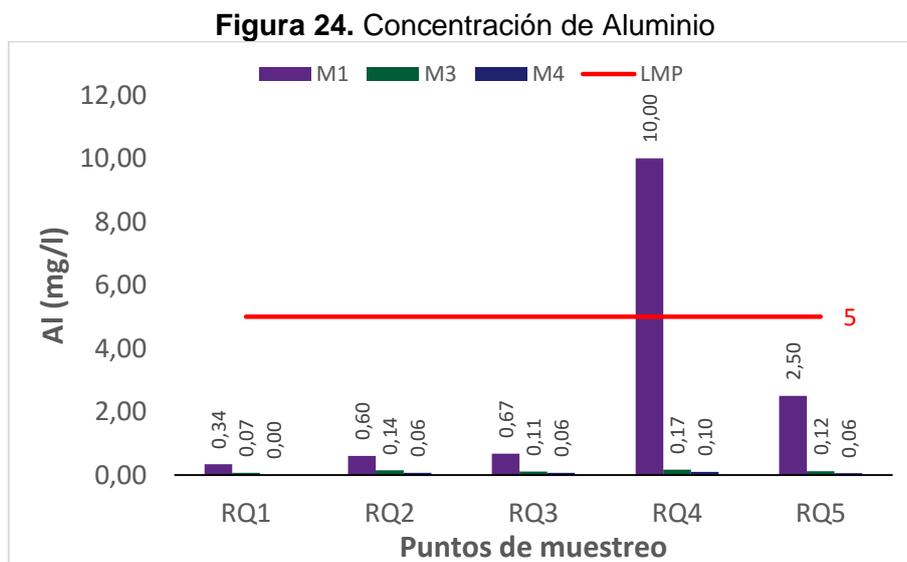
Este parámetro se evaluó visualmente al determinar si existía una película visible en el cauce. En el trayecto del cauce analizado no se observó película visible alguna, por lo que este parámetro cumple el criterio de calidad que es la ausencia del mismo.

## 5.2 ANÁLISIS DE METALES PESADOS

### 5.2.1 ALUMINIO

El punto RQ4 presenta una concentración de aluminio de 10 mg/l, en el primer muestreo, esta cantidad es la mayor respecto a los demás puntos que oscilan entre 2,5 mg/l (RQ5) y 0,34 mg/l (RQ1) y además excede el LMP según el Anexo 1 del TULSMA AM 097 A, sobre calidad de agua para uso agrícola el cual es de 5 mg/l.

El incremento del aluminio en el punto RQ4 puede estar asociado a las descargas de efluentes de la curtiembre la cual dentro de sus procesos, específicamente en el proceso de curtido de cueros, utiliza sales de aluminio, cromo, titanio o zirconio como agentes curtidores, para obtener el “Wet Blue” que es un producto semiterminado (Arcos, 2017).



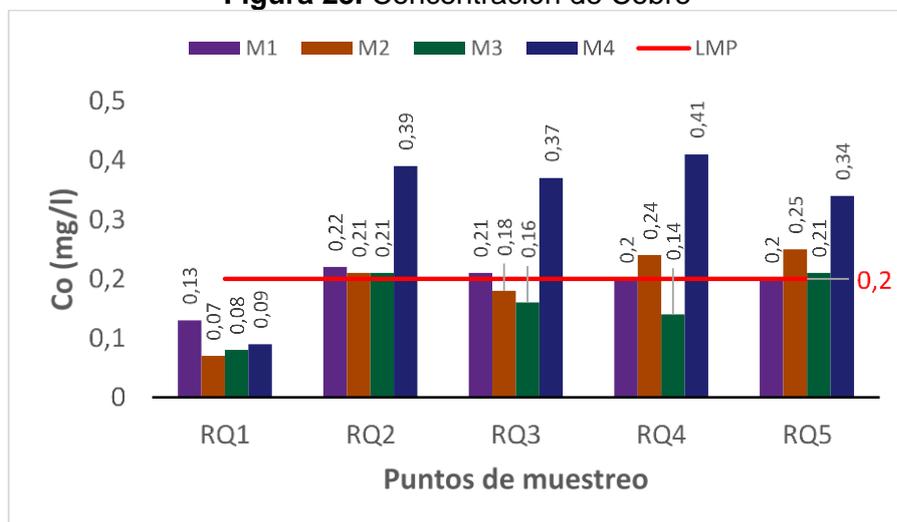
Elaborado por: Quinatoa Isaías

### 5.2.2 COBRE

La concentración de cobre en el punto RQ2, RQ3, RQ4 y RQ5 excede el LMP de 0,2 mg/l que establece la normativa, esto puede estar asociado a la producción agrícola de sus suelos, los cuales utilizan fertilizantes, plaguicidas y abonos químicos para mejorar la producción, en cuya estructura o como impurezas

contienen metales pesados. El exceso de cobre puede ser perjudicial para las plantas ya que tiene la propiedad de bioacumularse en los organismos vivos.

**Figura 25. Concentración de Cobre**

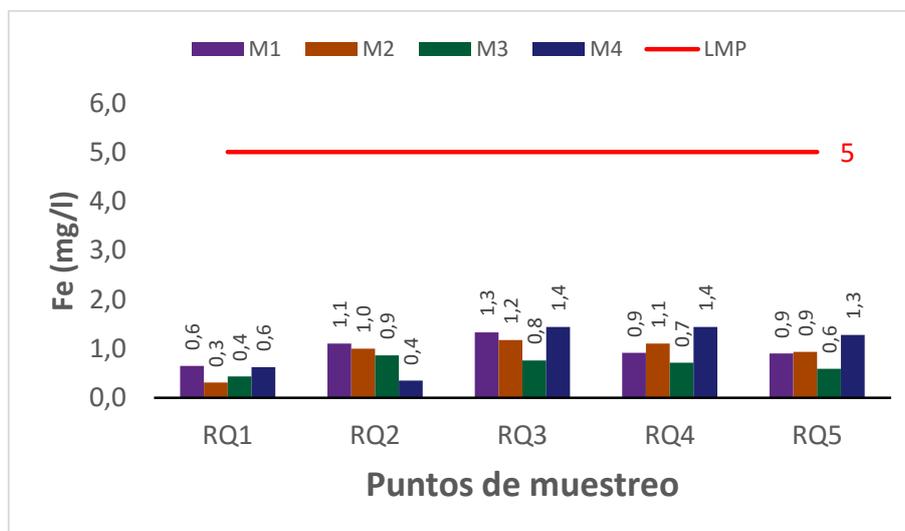


Elaborado por: Quinatoa Isaías

### 5.2.3 HIERRO

La concentración de hierro no supera el LMP de 5 mg/l que establece la normativa, por lo que este parámetro no tendría ninguna consecuencia en el agua de riego.

**Figura 26. Concentración de Hierro**

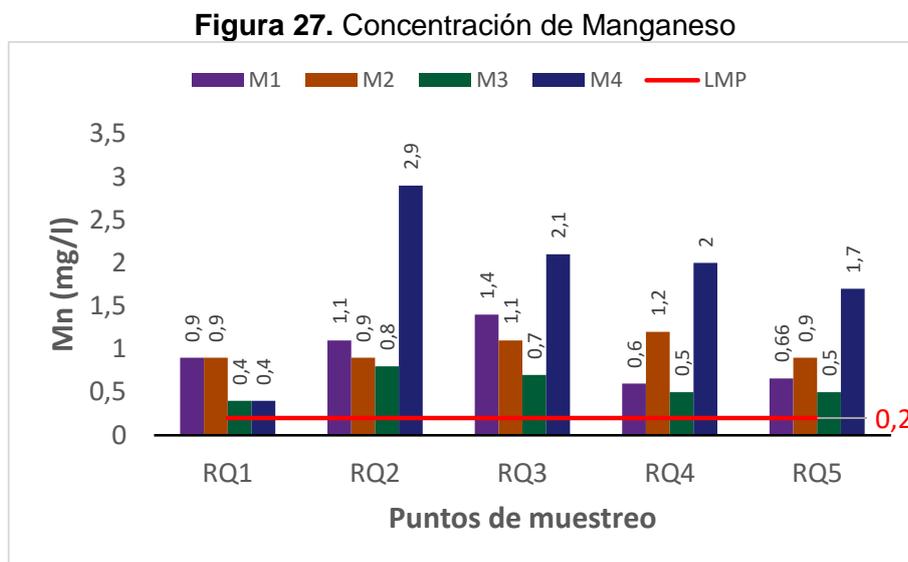


Elaborado por: Quinatoa Isaías

Sin embargo la presencia de Hierro puede estar asociado a la disolución de rocas, generalmente en aguas superficiales el hierro suele estar en niveles muy bajos, ya que en estas aguas el ion hierro es insoluble (Valencia, 2011).

#### 5.2.4 MANGANESO

El manganeso suele ser frecuente en aguas subterráneas que en aguas superficiales, los resultados obtenidos exceden el LMP de 0,2 mg/l que establece la normativa, lo cual puede asociarse a que los cuerpos de agua están siendo alimentadas por aguas subterráneas o también a que este elemento es componente de fertilizantes usados en la agricultura, la problemática al usar aguas con alto contenido de Manganeso es la intoxicación de la planta, produciendo un amarillamiento en sus hojas haciendo que se sequen y finalmente mueran (Casierra & Poveda, 2005).



Elaborado por: Quinatoa Isaías

#### 5.2.5 CROMO HEXAVALENTE

El cromo está presente en la naturaleza en rocas volcánicas, es el séptimo elemento más abundante de nuestro planeta, la principal fuente de la contaminación con cromo es antropogénica. “Los compuestos de cromo

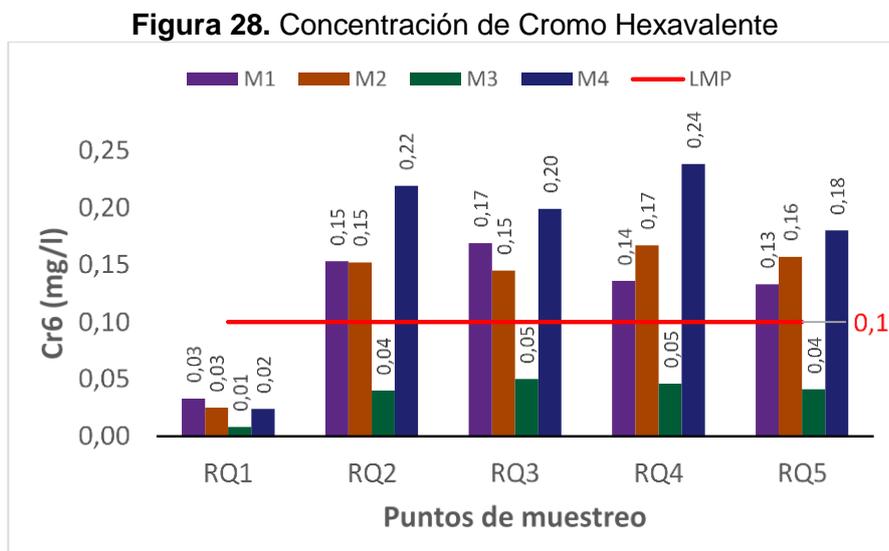
hexavalente son tóxicos y agentes carcinógenos para una variedad de organismos. Pueden movilizarse en los sistemas suelo/agua, debido a que el cromo hexavalente es un oxidante fuerte y es muy soluble en sus formas aniónicas, puede coexistir en aguas naturales, efluentes y suelos dependiendo del pH del medio y sus características redox” (Milovanovic, 2011).

La concentración de cromo hexavalente en el punto RQ1 es de 0,033 mg/l siendo el de menor concentración, mientras que los demás puntos excede el LMP de 0,1 mg/l que establece la normativa, siendo el punto RQ4 con mayor concentración 0,24 mg/l en el cuarto muestreo, la presencia de cromo en el punto RQ1 puede explicarse a que el suelo de páramo está compuesto de roca volcánica pertenecientes al Igualata, Mul Mul, Chiquicha y Saguatoa, por lo que podría existir disolución de estas rocas con el agua, también a medida que se desciende del punto RQ1 se observa un incremento de cromo pudiendo ser consecuencia de la utilización de fertilizantes y abonos químicos en las actividades agrícola que se desarrollan en las comunidades.

En el punto RQ4 la presencia de cromo hexavalente puede ser causa de las descargas que realiza la curtiembre ya que en el proceso de post-curtido en la fase de recurtido utilizan cromo III, la cual en el proceso se oxida a cromo hexavalente, el cromo sirve para transformar el cuero a un producto semiterminado que es el “wet blue”, de la cual solo el 80% es aprovechado y el resto se pierde en los efluentes líquidos (Arcos, 2017). Según Amangandi (2016), en su estudio concluye que la fábrica de cueros tiene su propia PTAR, la misma no cumple con el objetivo de tratar los efluentes ya que se está descargando al sistema de alcantarillado incumpliendo la normativa, el cromo hexavalente excede el LMP. Por otro lado los pobladores aledaños en las encuestas mencionan que al pasar el canal de aguas abajo de la fábrica no se sabe si en realidad se está descargando a la alcantarilla o al canal de agua para riego.

La baja concentración de cromo hexavalente en el tercer muestreo puede deberse a que se tenía un menor caudal al resto de muestreos.

El cromo hexavalente es un elemento bioacumulable, de carácter cancerígeno, por lo que es necesario tener mayor cuidado al utilizar aguas con altas concentraciones de este elemento.



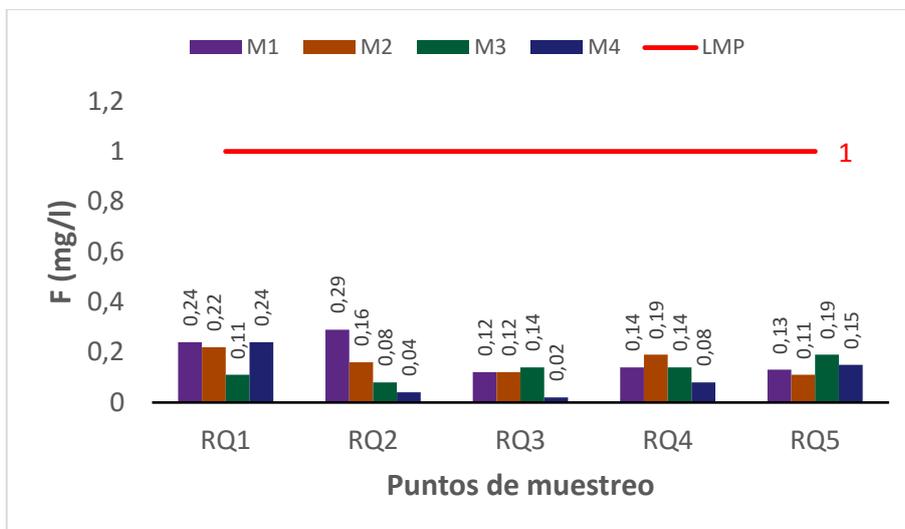
Elaborado por: Quinatoa Isaías

### 5.2.6 OTROS METALES PESADOS

El resto de metales pesados como el As, Be, Cd, Co, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, V y Zn, tienen una concentración por muy debajo del LMP como se observa en la Tabla 23, 24, 25 y 26, por lo que estos parámetros no tendrían influencia alguna al momento de utilizar el agua para riego.

### 5.3 FLÚOR

El flúor se encuentra en el agua superficial naturalmente. La concentración de flúor en todos los puntos no supera el LMP de 1 mg/l que establece la normativa, por lo que este parámetro no tendría ninguna consecuencia en el agua de riego.

**Figura 29.** Concentración de Flúor

Elaborado por: Quinatoa Isaías

#### 5.4 BORO

La concentración de boro en el punto RQ1 es de <0,04 mg/l en el primer muestreo, la cual corresponde a la menor con respecto al resto de puntos, en el tercer y cuarto muestreo fue de <0,6 mg/l siendo el de mayor concentración, sin embargo no supera el LMP de 0,75 mg/l que establece la normativa, el incremento de boro del punto RQ1 al RQ5 puede estar asociado a que bajo del punto RQ1 existe grandes extensiones de tierra dedicada a la producción agrícola por lo que existe la posibilidad de que utilicen fertilizantes con contenido de boro en la producción y también puede estar dado por la utilización de agentes limpiadores como Bórax. Además, el boro es un elemento que existe de forma natural en el medio ambiente.

#### 5.5 NITRITOS

Los nitritos en los puntos muestreados tienen un valor de < 0,05 mg/l en el primer muestreo y <0,06 mg/l en el tercer y cuarto muestreo, lo cual no excede el LMP de 0,5 mg/l. La baja concentración de nitritos puede estar asociado a que existe una mejor oxigenación debido a que son aguas de montaña, desfavoreciendo así su presencia. Los nitritos suelen ser tóxicos y nocivos para la vida animal debido a que

son compuestos que se generan de la oxidación del amoníaco y de la acción de bacterias sobre el nitrógeno orgánico.

## **5.6 SULFATOS**

La concentración de sulfatos va aumentando de una concentración en el punto RQ1 0,69 mg/l a una concentración de 16 mg/l en el punto RQ5, concentraciones que no exceden el LMP de 250 mg/l, por lo que no hay repercusiones en el uso del agua, pero se sabe que los sulfatos están ampliamente en la naturaleza y constituyen un componente iónico del agua. Las concentraciones de sulfato normalmente varían de 10 a 80 mg/l en aguas superficiales.

El aumento de los sulfatos a medida que vamos cuenca abajo puede estar dado por la utilización de fertilizantes y abonos químicos en la agricultura, los cuales contienen sulfatos en su estructura química, también puede asociarse a que a medida que vamos cuenca abajo el suelo contenga yeso incrementando así los sulfatos disueltos en agua.

## **5.7 HUEVOS DE PARÁSITOS**

En todo el trayecto del cauce analizado no se encontró presencia de huevos de parásitos en el primer muestreo por lo que cumple la normativa, ya que el criterio de calidad es la ausencia de estas.

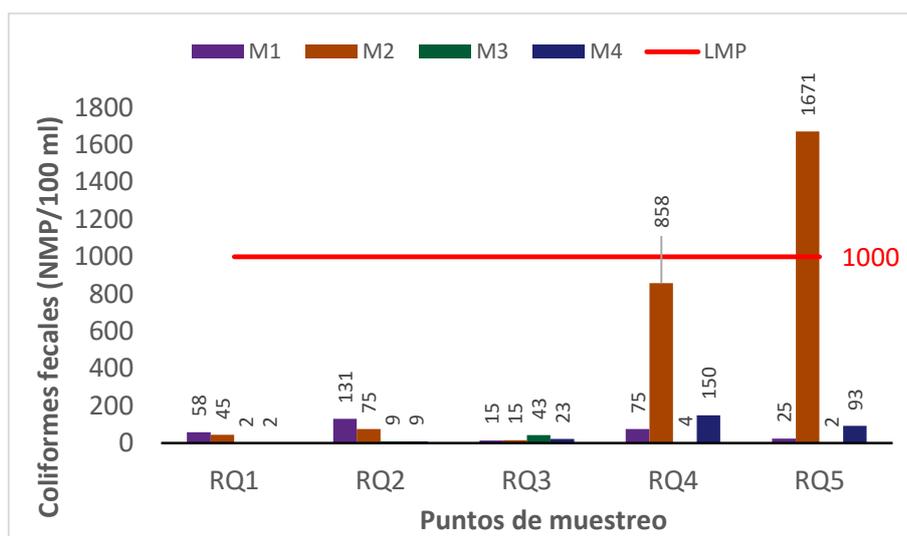
## **5.8 COLIFORMES FECALES**

Los coliformes fecales son organismos capaces de fermentar la lactosa a 45°C. Las concentraciones de coliformes fecales aumentan a medida que descendemos desde una concentración menor a 50 NMP/100ml en el punto RQ1 a una concentración de 1671 NMP/100 ml en el punto RQ5 en el segundo muestreo, siendo en el punto RQ4 y RQ5 los de mayor concentración y precisamente el punto RQ5 excede el LMP de 1000 NMP/100 ml (Figura 30), el segundo muestreo, se lo

realizó en época seca por lo que existe un claro reflejo de descargas puntuales de la población aledaña al cauce, además en las riberas del río Quillalli se observó chancheras con conexiones de desagüe directas al cauce.

Según estudios realizados por Acosta, et al. (2014) al regar con agua contaminada de coliformes fecales los productos se contaminan, debido a que estos tienen contacto directo con el agua, se encontraron coliformes fecales en los tallos de forrajes como la alfalfa, los pastos y trébol, teniendo especial atención en la presencia de coliformes en lechugas, ya que estos productos son de consumo humano y podrían acarrear enfermedades gastrointestinales.

**Figura 30.** Concentración de Coliformes Fecales

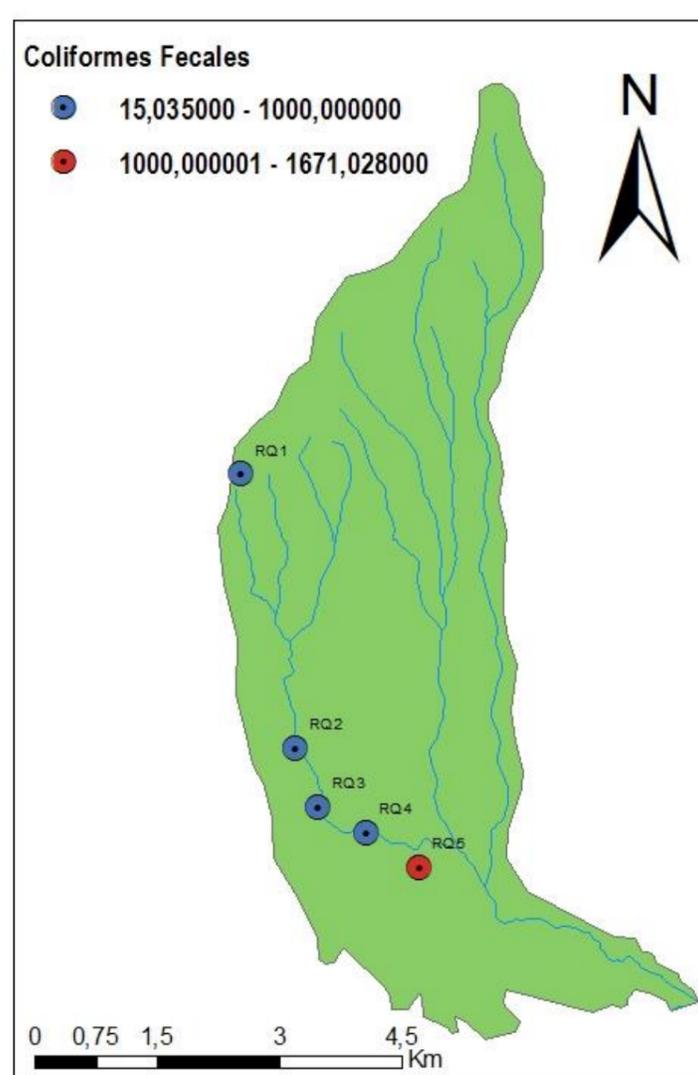
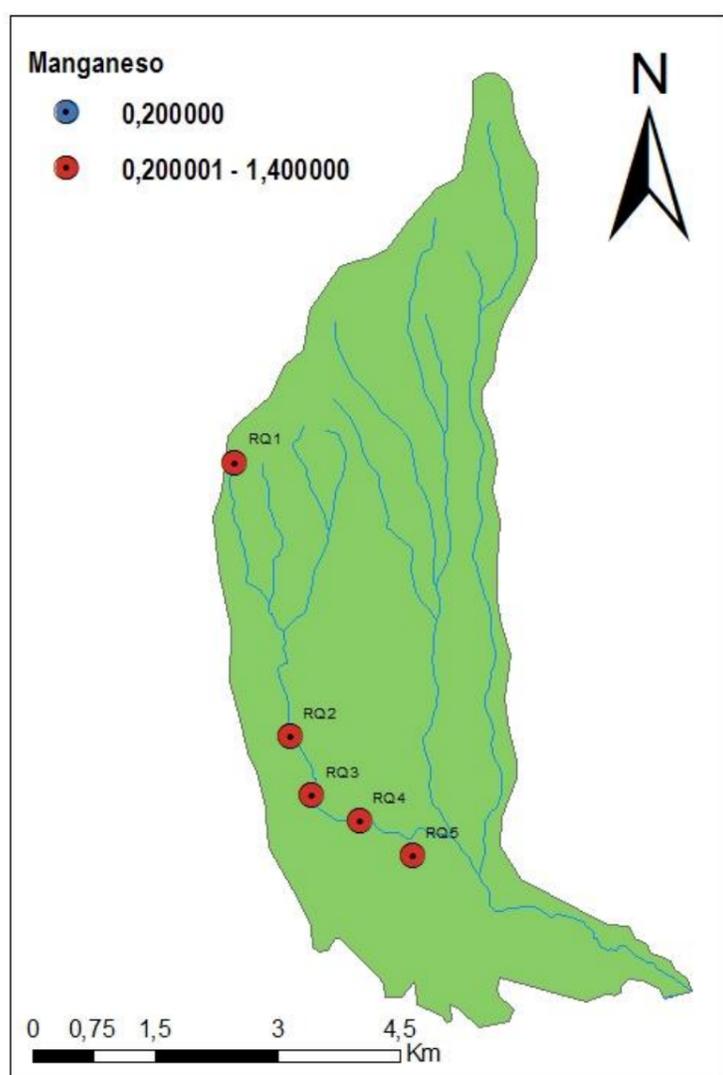
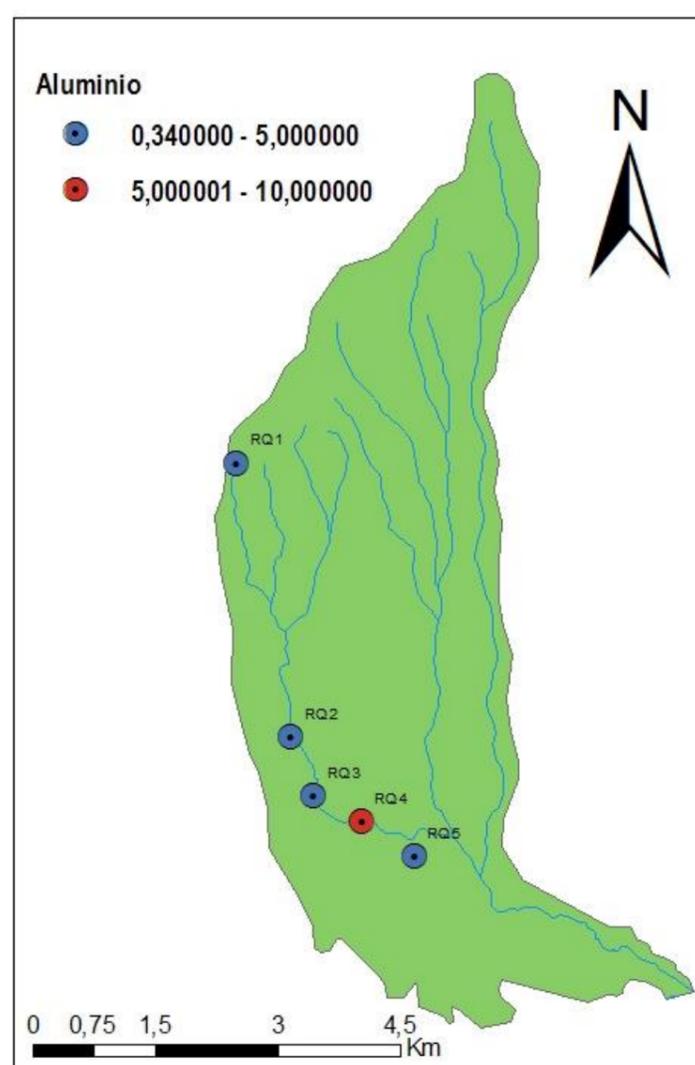
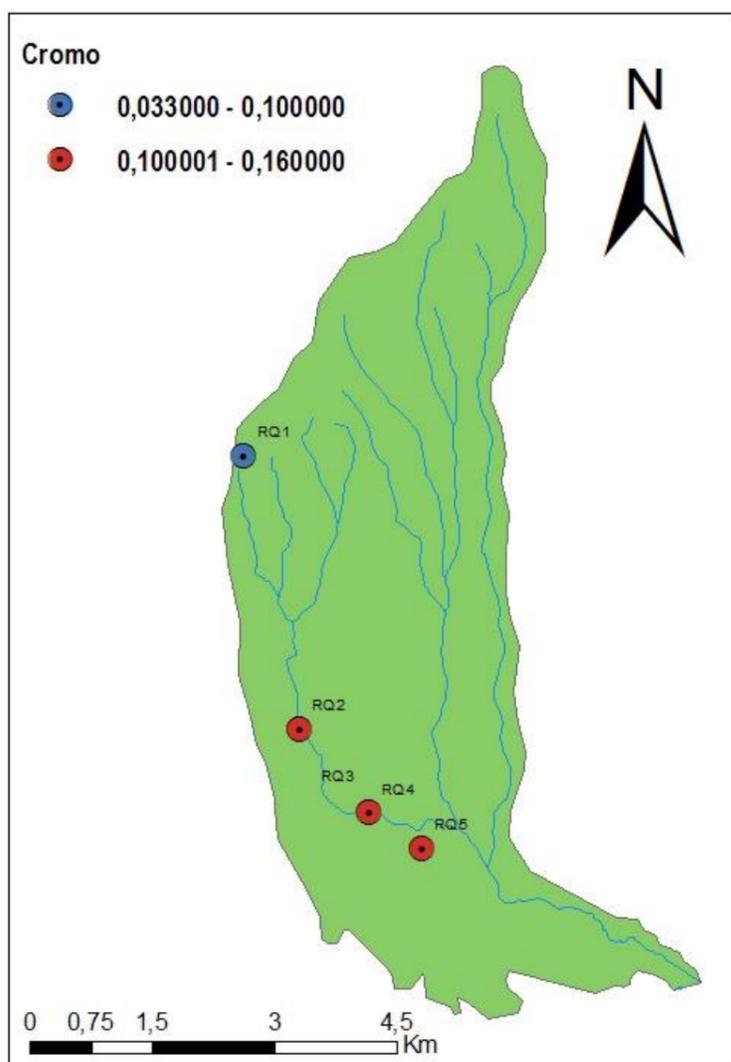


Elaborado por: Quinatoa Isaías

## 5.9 MAPA CALIDAD DE AGUA

A continuación se realizó un mapa de calidad de agua, donde se clasificó en dos colores, los azules representan los puntos y parámetros que están bajo el LMP, mientras que el color rojo representa los puntos en los cuales el parámetro excede el LMP, pudiendo de esta manera identificar los puntos que se encuentran contaminados por los diferentes parámetros.

Mapa 3. Mapa de calidad de agua



Elaborado por: Quinatoa Isaías

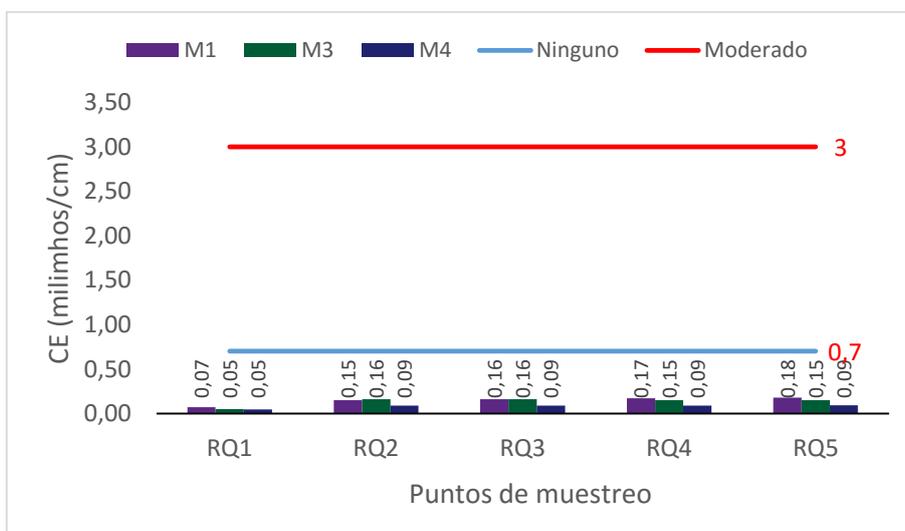
## 5.10 NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO.

### 5.10.1 SALINIDAD

Para determinar la salinidad es necesario evaluar la conductividad eléctrica (CE y el contenido de solidos totales disueltos (SDT) presentes en el agua para riego (Espin, 2015).

El cauce registra valores de conductividad bajos en todo el trayecto que está muy por debajo de la norma que es de 0,7 milimhos/cm, esto implicaría que la planta fácilmente pueda romper la presión osmótica y absorber el agua, debido a la baja salinidad de la misma, por tanto no se presenta ningún grado de restricción para el riego.

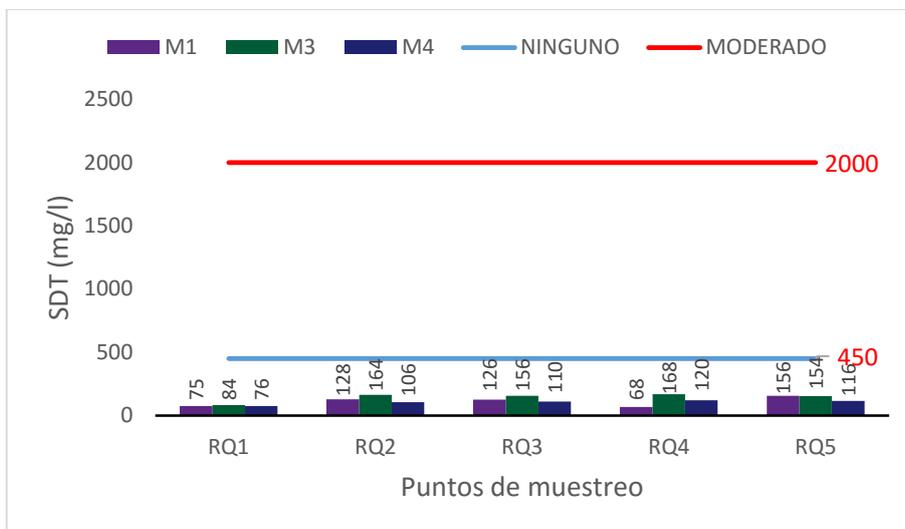
**Figura 31.** Variación de Conductividad



**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

Los SDT al ser proporcionales a la CE presentan valores inferiores a los expuestos en la norma que es 450 mg/l, siendo el más bajo el del punto RQ1 con 75 mg/l y 156 mg/l en el punto RQ5.

En si en el trayecto analizado del cauce se puede aseverar que no existe riesgo de salinización.

**Figura 32.** Variación de Sólidos Disueltos Totales

Elaborado por: Quinatoa Isaías

### 5.10.2 INFILTRACIÓN

“La infiltración está relacionada con la cantidad de sales totales y su relación con las concentraciones de sodio, calcio y magnesio. La infiltración aumenta con la salinidad y disminuye con las concentraciones sódicas”. (Cuellar, Ortega, Ramírez & Sánchez, 2015, p. 35).

La salinidad del cauce es baja y la relación de adsorción de Sodio (RAS) en el primer muestreo está dentro del rango de 0 a 3, por tanto, se puede decir que no existirían problemas de infiltración en el área de estudio.

**Tabla 27.** Relación de la adsorción de Sodio y Conductividad Eléctrica

	Puntos de muestreo					Grado de restricción		
	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Ninguno	Ligero	Severo
<b>RAS</b>	0,5	0,7	0,7	0,4	0,4	0 – 3	0 – 3	0 – 3
<b>CE (milimhos/cm)</b>	0,071	0,15	0,16	0,17	0,18	0,7	0,7 - 0,2	<0,2

Elaborado por: Quinatoa Isaías

### 5.10.3 TOXICIDAD POR IONES ESPECÍFICOS

#### 5.10.3.1 SODIO

Altos contenidos de iones de sodio en las aguas de riego tiene dos efectos principales, si es absorbido como ion al acumularse es tóxico para las plantas, ya que la mayor parte del sodio absorbido permanece en las raíces y tallos, los principales síntomas de intoxicación suelen ser quemaduras y muerte de tejido a lo largo de los bordes exteriores de las hojas y si es absorbido por el suelo afecta su permeabilidad y causa problemas de infiltración (Valverde, 2007).

**Tabla 28.** Concentración de Sodio.

		Puntos de muestreo					Grado de restricción		
Muestreo		RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Ninguno	Ligero	Severo
Sodio (meq/l)	M1	0,24	0,48	0,39	0,32	0,30	3	3 - 9	> 9
	M3	0,3	0,9	0,8	0,9	0,7			
	M4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6			

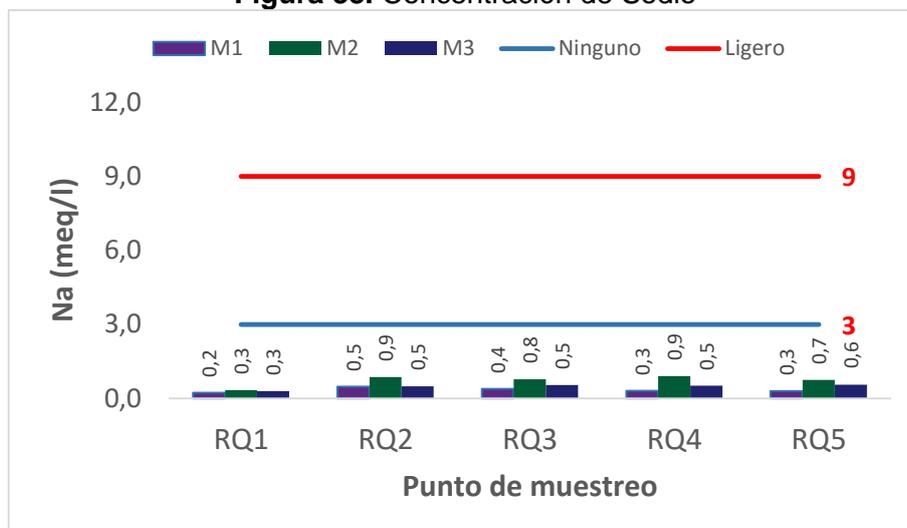
Elaborado por: Quinatoa Isaías

- **Para Irrigación Superficial**

En el cauce evaluado se encontraron valores de sodio que van de 0,2 meq/l en el primer muestreo (RQ1), a 0,9 meq/l en el tercer muestreo (RQ4) (Tabla 28), los cuales están por debajo del grado de restricción de la normativa vigente la cual es 9 meq/l, por lo que para Irrigación superficial el Sodio no causa problema alguno.

- **Sodio para aspersión**

De la misma forma que para la irrigación superficial el sodio no causa problemas para el uso del agua en aspersión, ya que sus valores están lejos del grado de restricción que establece la normativa vigente, como se observa en la Figura 33.

**Figura 33.** Concentración de Sodio

Elaborado por: Quinatoa Isaías

### 5.10.3.2 CLORUROS

El ion cloruro no se queda en el suelo, la planta es quien lo atrapa y suele acumularse en las hojas. Altas concentraciones en las aguas hace que los cultivos queden afectados como por ejemplo hojas quemadas o tejidos muy secos (Espin, 2015).

- **Para Irrigación Superficial**

En el cauce evaluado se encontraron valores de Cloruro los cuales van de 0,01 meq/l (RQ1) en el primer muestreo, a 1 meq/l en el tercer muestreo (RQ3) (Tabla 29), los mismos están por debajo del grado de restricción el cual es 10 meq/l, por lo que para Irrigación superficial el ion Cloruro no causaría problema alguno.

**Tabla 29.** Concentración de Cloruros para Irrigación superficial

	Muestreo	Puntos de muestreo					Grado de restricción		
		RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Ninguno	Ligero	Severo
<b>Cloruro (meq/l)</b>	M1	0,01	0,31	0,31	0,39	0,42	4	4 - 10	> 10
	M3	0,5	0,9	1,0	0,9	0,8			
	M4	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3			

Elaborado por: Quinatoa Isaías

- **Para Aspersión**

De la misma forma que para la Irrigación Superficial el Cloruro no causaría problemas para el uso del agua en Aspersión, debido a que sus valores están por debajo del grado de restricción establecido por la normativa como se observa en la Tabla 30.

**Tabla 30.** Concentración de Cloruros para Irrigación

	Muestreo	Puntos de muestreo					Grado de restricción	
		RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Ninguno	Ligero
<b>Cloruro (meq/l)</b>	M1	0,01	0,31	0,31	0,39	0,42	3	3
	M3	0,5	0,9	1,0	0,9	0,8		
	M4	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3		

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

#### 5.10.4 EFECTOS MISCELÁNEOS

##### 5.10.4.1 NITRÓGENO COMO NITRATO

La mayor parte del nitrógeno contenido en el agua de riego se encuentra habitualmente bajo la forma de nitrato, que es asimilado directamente por el cultivo. Es un compuesto que llega al cauce mediante escorrentía, precipitación y por efluentes de industrias alimenticias, aguas residuales domésticas y agrícolas. (Espin, 2015)

**Tabla 31.** Concentración de Nitrógeno como Nitrato

	Puntos de muestreo					Grado de restricción		
	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Ninguno	Ligero	Severo
<b>Nitrógeno como Nitrato (mg/l)</b>	<0,05	0,36	0,38	0,07	0,09	5	5 - 30	> 30

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

En general las concentraciones de nitratos son bajas variando entre <0,05 en el punto RQ1 a 0,38 mg/l en el punto RQ3 (Tabla 31), lo cual indica baja productividad de los cuerpos de agua, por lo que no causaría problema alguno al estar por debajo del grado de restricción que establece la norma.

#### 5.10.4.2 BICARBONATO

La concentración de bicarbonatos no excede el grado de restricción de la normativa de 1,5 meq/l, siendo el punto RQ3 el de mayor concentración con 1,27 meq/l en el primer muestreo; y el punto RQ1 el de menor concentración con 0,65 meq/l en el tercer muestreo (Tabla 32). Por tanto las concentraciones de bicarbonato en el cauce no generan inconvenientes en el uso de estas aguas para el riego.

**Tabla 32.** Concentración de Bicarbonatos

	Muestreo	Puntos de muestreo					Grado de restricción		
		RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Ninguno	Ligero	Severo
<b>Bicarbonato(meq/l)</b>	M1	0,73	1,25	1,27	0,9	1,08	1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
	M3	0,65	1,24	1,21	1,17	1,21			
	M4	0,69	0,98	0,95	0,98	0,98			

**Elaborado por:** Quinatoa Isaías

### 5.11 HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (TPH)

La Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (1999) señala que “son una mezcla de productos químicos, compuestos principalmente de hidrógeno y carbono, compuestos como el benceno, tolueno y xileno que se encuentran en la gasolina, tienden a acumularse en los organismos mediante las cadenas alimenticias con riesgo de cáncer” (§ 1.5).

Por tal razón, en el punto RQ5 que está abajo de la Gasolinera, se realizó el análisis de TPHs, a pesar de no ser un parámetro dentro de los criterios de calidad para uso agrícola, la misma resultado ser <0,3 mg/l, que está por debajo del LMP que establece la norma TULSMA AM 097 A, Anexo 1, respecto a “Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas

marinas y de estuarios”, que es de 20 mg/l, por lo que no se ha encontrado que el agua este siendo contaminada por esta actividad, además en las visitas de campo se observó que la Gasolinera también presta el servicio de lavado de autos y sus descargas están conectados directamente al sistema de alcantarillado, donde confluyen con las aguas residuales domésticas de la zona media y baja, estas aguas están siendo tratadas en la PTAR ubicada en Quillalli.

## **5.12 PRINCIPALES LIMITACIONES**

- Falta de presupuesto para el muestreo, lo cual dificultó la obtención de mayor número de datos que permitan establecer de mejor manera la calidad del agua de los cuerpos de agua, y por tanto la aplicación de un índice de calidad.
- La falta de información del sector en cuanto a cartografía, datos hidrológicos, climatológicos, estudios de uso de suelo y calidad de agua, lo cual limitó la elaboración de análisis más profundos.

## **CAPITULO 6.**

### **LINEAMIENTOS GENERALES DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

#### **6.1 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO QUILLALLI**

En la microcuenca del río Quillalli los principales problemas identificados son los siguientes:

- Conflicto social por la falta de abastecimiento del agua para riego.
- Contaminación del cauce por basura depositada en las orillas del río.
- Conexiones directas al cauce de descarga de aguas de chancheras.
- Posibles descargas de efluentes de la fábrica de cueros.
- PTARs en el sector de Quillalli

#### **6.2 IDENTIFICACIÓN DE ACTORES ESTRATÉGICOS DEL AGUA**

Dentro de la Microcuenca del río Quillalli los actores son los siguientes:

- HGPT
- SENAGUA
- MAGAP
- GADP Quisapincha
- Junta de riego “La Comunaria”
- Comunidades de la zona media y baja de Quisapincha
- Colegios
- Organización Pueblo Kisapincha (KIPU)
- Fábrica de Cueros
- Gasolinera Quisapincha

### **6.3 POSIBLES ACCIONES PARA COMBATIR LOS PROBLEMAS DENTRO DE LA MICROCUENCA Y VIABILIZAR LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

- Aplicar lo mencionado en el reglamento de la LORHUYA en su artículo 26, donde menciona que habrá consejos de cuenca con ámbito de Unidad de Planificación Hidrográfica Local, los mismos estarán articulados con los actores antes mencionados y según el artículo 29, tendrán las siguientes funciones: generar propuestas de políticas públicas relacionadas a los recursos hídricos, formular programas y acciones referentes a una mejor administración del agua, protección ambiental del recurso hídrico, cultura y respeto del agua, la inclusión de los saberes ancestrales de la población indígena, entre otros, a fin de planificar, gestionar y coordinar con los actores de la microcuenca para su cumplimiento.
- Reestructurar la ruta, el horario de recolección de basura y las obligaciones de la ciudadanía en coordinación con las comunidades, mediante asambleas comunales, donde se pongan sanciones a aquellos que lo incumplan, es importante la coordinación debido a que en las asambleas la información llega a la mayoría de la población.
- Desarrollar programas de educación ambiental, sobre la importancia de la protección del ambiente, los cuidados que se debe tener en zonas de recarga hídrica y el rol que desempeñaría cada una de las comunidades, juntas de agua de riego, agua potable, organizaciones sociales, instituciones educativas y el GAD Parroquial.
- Realizar estudios periódicos de la calidad y cantidad de agua, estudios de los usos de suelo, de esa forma poder tener mayor cantidad de datos y una mejor visión de la microcuenca. Para posteriormente analizar la posibilidad

de la implementación de un correcto sistema de riego, sea este por aspersión, goteo, entre otros.

- Fortalecer los saberes y prácticas milenarias del pueblo Kisapincha, mediante encuentros intergeneracionales con los sabios y sabias, en cada una de las comunidades, donde la transmisión de los saberes ancestrales sea vivencial y espiritual, se explique el valor y la importancia de la minka (trabajo en comunidad), lo fundamental de la siembra y cosecha del agua, las diferentes estrategias agrícolas en cuanto a la siembra, al riego y la cosecha, se resalte el valor de la reciprocidad entre humanos y humano medio ambiente y el respeto hacia los cuatro elementos fundamentales para la vida, agua, tierra, aire y fuego, así lograr tener una relación más íntima con la Pachamama, de esa forma poder viabilizar la Gestión del Recurso Hídrico.
- Realizar un estudio en cuanto al cumplimiento de la normativa de las descargas de las PTAR al cauce del río Quillali, además, estudiar la posibilidad de centralizar el tratamiento de aguas residuales de la zona media y baja, para de esta manera tener una mejor eficiencia y control, en cuanto a su mantenimiento y sus efluentes, ya que en la actualidad cada junta tiene su PTAR.

## CAPITULO 7.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 CONCLUSIONES

- Se identificaron fuentes no puntuales relacionadas a las actividades de la agricultura y ganadería, bajo el punto RQ1 hasta llegar al punto RQ5; así también fuentes puntuales relacionadas a la basura depositada en el cauce, especialmente entre el punto RQ2 y RQ5, chancheras ubicadas a las orillas del cauce entre los puntos RQ2 y RQ3 y la Fábrica de cueros ubicada en el barrio Turuloma. Siendo estas las que contribuyen a que los parámetros excedan el LMP establecido por la normativa vigente para uso agrícola.
- El uso de suelo ha ido cambiando en el tiempo, se observa que disminuye el pajonal de 17,51 % en 1986 a 7,20% en el 2017, mientras que los pastos y cultivos han ido aumentando su área conforme pasa el tiempo de 12,67% en 1986 a 38,66 % en 2017, el arbusto y vegetación densa disminuye de 34,08% en 1986 a 21,95% en 2017, el suelo desnudo de 30,72% en 1986 a 24,92% al 2017. Esto implica que fuentes no puntuales de contaminación como la agricultura y ganadería tengan influencia en la contaminación del río Quillalli.
- En general todos los parámetros medidos in situ como: T, pH, OD y aceites y grasas, están dentro del cumplimiento de los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa, a excepción de material flotante, que estuvo presente en los puntos RQ2, RQ3, RQ4 y RQ5, la misma implicaría un problema estético.
- En el cauce se determinó que existe la presencia de coliformes fecales en todos los puntos analizados, siendo los puntos RQ4 y RQ5 donde se encontró mayor presencia, llegando el punto RQ5 a tener 1671 NMP/100

ml, en el segundo muestreo, la cual excede el LMP establecido por la normativa, que es de 1000 NMP/100ml, la misma puede tener consecuencias al momento de regar las plantas, ya que según estudios se ha determinado presencia de coliformes en tallos de la alfalfa y de la lechuga, este último siendo de consumo humano, podría generar problemas gastrointestinales.

- En cuanto a metales pesados, el Aluminio presenta una concentración de 10 mg/l en el punto RQ4 la cual excede el LMP establecido por la normativa vigente, que es de 5 mg/l. La concentración de Cromo Hexavalente excede el LMP a partir del punto RQ2, que es de 0,1 mg/l, al igual que el Manganeso. Estos parámetros tienen la característica de bioacumularse, por lo que a la larga pueden causar problemas carcinogénicos.
- Mediante los resultados obtenidos en este proyecto, correspondientes a los muestreos y el análisis realizado, se pudo evidenciar que el agua es de mala calidad, ya que está contaminada con cromo hexavalente, manganeso y cobre desde el punto RQ2 al RQ5, aluminio en el punto RQ4 y coliformes fecales en el punto RQ4 y RQ5. Cabe recalcar que los resultados de cada muestreo solamente representa una medición puntual de la calidad del agua.
- Es necesario la conformación de un consejo de cuenca local, donde se articulen actores estratégicos dentro de la microcuenca y la implementación de un plan para la gestión del recurso hídrico, para de esa manera poder solucionar los problemas identificados mediante las posibles acciones de viabilización de la gestión del recurso hídrico.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

- Solicitar al Gobierno Provincial que la estación meteorológica dentro de la parroquia Quisapincha, ubicada en la comunidad Chaupiloma, tenga el mantenimiento adecuado y que siga operativo, ya que para estudios futuros

es necesario contar con datos meteorológicos proporcionados por la estación.

- Continuar realizando monitoreo referente a calidad de agua, con el objetivo de obtener mayor cantidad de datos y de esa manera tener una mejor percepción en cuanto a calidad y a futuro poder implementar un plan de gestión del recurso hídrico.
- Es necesario profundizar el estudio en cuanto al caudal del cauce, en primera instancia se necesita realizar un estudio hidrológico, para poder determinar sus caudales máximos y sus periodos de retorno, esto incluye conocer las características fisiográficas de la cuenca, seguidamente es necesario conocer las características del suelo a regar, los requerimientos de caudal por sembrío, evaluación del canal en cuanto a pérdidas que se tengan a lo largo del cauce y finalmente generar estrategias de protección de las fuentes de agua.
- Se deben articular actividades entre el GAD Parroquial de Quisapincha con el Gobierno Provincial, Organizaciones locales, Juntas de agua, Ministerio de Ambiente y entre otras entidades, para capacitar y concientizar sobre la importancia de las prácticas de conservación y protección del ambiente y de esta forma combatir la contaminación del recurso hídrico.
- Es necesario realizar estudios de cumplimiento de los objetivos de las PTAR dentro de la microcuenca Quillalli, en cuanto al tratamiento que se le da a las aguas residuales y el cumplimiento de la normativa al descargar sus efluentes al cauce, ya que al existir industrias, se necesita un control de efluentes industriales en la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amangandi, G. (2016). *Rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la curtiembre Quisapincha, provincia de Tungurahua*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- AQUASTAT. (2015). *FAO Perfil de País - Ecuador*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ca0573es/CA0573ES.pdf>
- Arcos, D. E. (2018). *Análisis de alternativas para el tratamiento de efluentes industriales de curtiembres. Caso de estudio: Picaihua, Tungurahua*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Arias, H. A., Zamora, R., & Bolaños, C. V. (2014). Metodología para la corrección atmosférica de imágenes Aster, RapidEye, Spot 2 y Landsat 8 con el módulo FLAASH del software ENVI. *Revista Geograica de America Central*, 2(53), 39-59 pp.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.
- Astorga , Y. (2013). *Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) a nivel municipal*. Recuperado de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/guia-girh-a-escala-municipal.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/guia-girh-a-escala-municipal.pdf)
- ATSDR. (1999). *Resumen de salud pública Hidrocarburos Totales de Petróleo*. Recuperado de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs123.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs123.pdf)
- Avila, F., García, M., & Villalobos, B. (2017). El Agua para la Agricultura de las Américas. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. 152 pp.
- Ballestero, M., Brown, E., Jouravlev, A., Küffner, U., & Zagarra, E. (2005). *Administración del agua en América Latina: situación actual y perspectivas*. CEPAL.
- Bautista, F., Palacios, J., & Delfín, H. (2011). *Técnicas de muestreo para manejadores de recusos naturales*. Mexico: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM.
- Casierra-Posada, F., & Poveda, J. (2005). Manganese and zinc toxicity reduce dry matter production, leaf pigment and fruit quality in strawberries (*Fragaria sp. cv. Camarosa*). *Agronomía Colombiana*, 23(2), 283-289 pp.
- Casilla, S. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno, Perú.

- Cuellar, E., Ortega, M., Ramírez, C., & Sánchez, E. I. (2015). Evaluación de la relación de adsorción de sodio de las aguas de la red hidrográfica del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(5), 977-989 pp.
- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. CEPAL.
- Espin, M. (2015). *Evaluación de los efectos de la contaminación ambiental en la productividad de los productos agrícolas en los barrios la Morita, la Tola, el Arenal, la Esperanza y Collaquí ubicados en la parroquia de Tumbaco, Distrito Metropolitano de Quito* (Tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- FAO. (2006). *Las repercusiones del ganado en el medio ambiente*. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/pdf/0612-1.pdf>
- Gallego, M. (2000, Marzo). El agua, vehículo de contaminación. *BABAB*. Recuperado de <https://www.babab.com/no01/agua.htm>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Quisapincha (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Quisapincha 2015-2019*. Quisapincha, Ecuador.
- GWP. (2009). *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas. Global Water Partnership and International Network Of Watershed Organizations*. 111 pp.
- Hernández, E., Quiñones, E., Cristóbal, D., & Rubiños, J. (2014). Calidad biológica de aguas residuales utilizadas para riego de cultivos forrajeros en Tulancingo, Hidalgo, México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(1), 89-100 pp.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2019). *Boletín Técnico N°-01-2018-ESPAC Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2018*. Quito, Ecuador.
- LEAD. (2005). Impacto de la ganadería en la disponibilidad y la calidad del agua. *Conferencia sobre agua para alimentos y ecosistemas: ¡Para que sea una Realidad!*. 2 pp.
- Malhotra, N. (2004). *Investigación de mercados: un enfoque aplicado*. México: Pearson educación.
- Mancheno, G., & Ramos, C. (2015). *Evaluación de la calidad del agua en la quebrada huarmiyacu del canton Urcuqui, Provincia de Imbabura para el prediseño de la planta de potabilización de agua para consumo humano de las poblaciones de San Blas y Urcuqui* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

- Mejía, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Milovanovic, J. (2011). *Desarrollo y optimización de un método para la detereminación de cr6+ en matrices complejas* (Tesis de maestría). Universidad de Alicante, Alicante, España.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2015). *Acuerdo Ministerial No. 097 A. Reforma Texto Unificado de Legislación Secundaria, Libro VI, decreto ejecutivo 3516, registro oficial suplemento 2*. Quito, Ecuador.
- Mirassou, S. B. (2009). *La gestión integral de los recursos hídricos: aportes a un desarrollo conceptual para la gobernabilidad del agua* (Tesis doctoral). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Argentina.
- Monroy , J. (2017). *MAPA PARLANTE: Eventos de socialización de la caracterización y valoración ecológica de las áreas priorizadas*. Bogotá, Colombia: Jardín Botánico de Bogotá.
- Murray, R., & Larry, J. (2009). *Estadística*. México: Mc Grawill.
- Núñez, A. (2015). *Manual del Cálculo de eficiencia para sistemas de riego*. Lima, Perú: Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego. DGIAR.
- Ongley, E. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55)*. Burlington, Canadá: Canada Centre for Inland Waters
- Ordoñez, J. (2011). *Cartilla Técnica: ¿Qué es cuenca hidrológica?*. Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima.
- Pavón , Y., & Rocha, J. (2015). *Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando indicadores biológicos en la subcuenca del Río La Trinidad, Diriamba, Carazo, en el año hidrológico 2010-2011* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Rejas, J. (2008). Tratamiento digital previo de las imágenes. *Sistemas de Información Geográfica Y Teledetección*. 34 pp.
- Romero , I., & Zúñiga, T. (Noviembre de 2017). *Evaluación de la calidad ecológica del río Ushimana utilizando comunidades de Macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Sierra, C. (2011). *Calidad de agua: evaluación y diagnóstico*. Medellín, Colombia: Ediciones de la U.

- Tartabull, T., & Betancourt, C. (2016). La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(1), 46-61.
- UICN. (2009). *Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas*. San Marcos, Guatemala: UICN
- Valencia, C. (2011). *Química del hierro y manganeso en el agua, métodos de remoción*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Valverde, J. (2007). *Riego y Drenaje*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Villegas, J. (1995). *Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río reventado, Cartago, Costa Rica, bajo el enfoque de indicadores de sostenibilidad* (Tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.