

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de:
INGENIEROS AMBIENTALES

TEMA:
**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS AGUA,
SUELO Y SOCIAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA ACEQUIA
PUMAMAQUI, UBICADA EN LA COMUNIDAD DE PESILLO, CANTÓN
CAYAMBE, PARA ESTABLECER ALTERNATIVAS PREVENTIVAS Y DE
MITIGACIÓN AMBIENTAL**

AUTORES:
LENIN PATRICIO ALMEIDA TUQUIÑAGUI
EDGAR MARCELO AMAGUAÑA ORTIZ

TUTOR:
VICTORIA MARÍA COSTA UNDA

Quito, septiembre del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Almeida Tuquiñagui Lenin Patricio con documento de identificación N° 1723074504 y Amaguaña Ortiz Edgar Marcelo con documento de identificación N° 1724568041, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS AGUA, SUELO Y SOCIAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA ACEQUIA PUMAMAQUI, UBICADA EN LA COMUNIDAD DE PESILLO, CANTÓN CAYAMBE, PARA ESTABLECER ALTERNATIVAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN AMBIENTAL, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIEROS AMBIENTALES en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Lenin Patricio Almeida Tuquiñagui
1723074504

.....
Edgar Marcelo Amaguaña Ortiz
1724568041

Quito, septiembre 2020

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTORA

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de investigación DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS AGUA, SUELO Y SOCIAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA ACEQUIA PUMAMAQUI, UBICADA EN LA COMUNIDAD DE PESILLO, CANTÓN CAYAMBE, PARA ESTABLECER ALTERNATIVAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN AMBIENTAL realizado por Lenin Patricio Almeida Tuquiñagui y Edgar Marcelo Amaguaña Ortiz, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, septiembre 2020



.....
Victoria María Costa Unda

1712337664

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. MARCO TEORICO.....	3
3.1. Terminología General.....	3
3.1.1. <i>Acequia</i>	3
3.1.2. <i>Climas fríos</i>	3
3.1.3. <i>Agua</i>	3
3.1.4. <i>Suelo</i>	3
3.1.5. <i>Macroinvertebrados</i>	4
3.1.6. <i>Turbidez</i>	4
3.1.7. <i>pH</i>	4
3.1.8. <i>Temperatura</i>	4
3.1.9. <i>Viento</i>	5
3.1.10. <i>Humedad</i>	5
3.1.11. <i>Presión atmosférica</i>	5
3.1.12. <i>Demanda Química de Oxígeno</i>	5
3.1.13. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i>	5
3.2. Ubicación Geográfica	6
3.3. Población	6
3.4. Orografía.....	6
3.5. Hidrografía	7
3.6. Parroquias del Cantón Cayambe	7
3.6.1 <i>Parroquias Urbanas</i>	7
3.6.2 <i>Parroquias Rurales</i>	7
3.7. Meteorología y Climatología del área de estudio.....	8
3.7.1 <i>Presión Atmosférica</i>	9
3.7.2 <i>Temperatura del Aire</i>	10
3.7.3 <i>Humedad Relativa (%)</i>	10
3.7.4 <i>Precipitación</i>	11
3.8. Biodiversidad del cantón Cayambe.....	13
3.8.1 <i>Flora</i>	13
3.8.2 <i>Fauna</i>	15

3.9	Descripción del Área de Influencia Directa e Indirecta	17
3.9.1	Área de Influencia Directa	17
3.9.2	Área de Influencia Indirecta	18
3.10	Recursos Naturales y Sociales del Área de Estudio	19
3.10.1	Recurso Agua	19
3.10.2	Recurso Suelo	29
3.10.3	Recurso Social	29
3.11	Aspecto Socioeconómico del Área de Estudio.....	29
3.11.1	Indicadores Económicos	30
3.11.2	Indicadores Sociales	31
3.12	Marco Legal Vigente en el Ecuador.....	33
4	MATERIALES Y METODOS	37
4.3	Materiales	37
4.4	Métodos.....	37
4.4.1	Revisión Bibliográfica.....	37
4.4.2	Reconocimiento del Área de Referencia	38
4.4.3	Metodologías para el Análisis del Recurso Agua.....	39
4.4.4	Metodología para el Análisis del Recurso Suelo	51
4.4.5	Metodología para el Análisis del Recurso Social	54
5	RESULTADOS Y DISCUSION	55
5.3	Análisis del Recurso Agua	55
5.3.1	Análisis de Bioindicadores (Macroinvertebrados)	55
5.3.2	Análisis de los Parámetros Físico- químicos del Agua	57
5.4	Análisis del Recurso Suelo	65
5.3	Análisis del Recurso Social	70
5.4	Discusión	73
5.5	Alternativas Preventivas y de Mitigación Ambiental.....	74
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
6.1	Conclusiones.....	76
6.2	Recomendaciones	78
7	BIBLIOGRAFÍA	79
8	ANEXOS	81

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Temperaturas promedias de la estación meteorológica Olmedo - Pichincha	10
Tabla 2 Humedades promedias de la estación meteorológica Olmedo - Pesillo	11
Tabla 3 Precipitaciones promedias de la estación meteorológica Olmedo - Pesillo	11
Tabla 4 Flora del cantón Cayambe.....	13
Tabla 5 Flora de la parroquia Olmedo	15
Tabla 6 Tipos de fauna endémica.....	16
Tabla 7 Fauna Terrestre.....	16
Tabla 8 Fauna Aérea	17
Tabla 9 Caudal requerido para los predios de la comunidad de Pesillo.....	20
Tabla 10 Población ocupada por rama de actividad.....	30
Tabla 11 Pobreza por necesidades básicas insatisfechas - Cayambe	31
Tabla 12 Pobreza por necesidades básicas insatisfechas – Olmedo (Pesillo).....	32
Tabla 13 Materiales necesarios para la investigación	37
Tabla 14 Puntos de muestreo	39
Tabla 15 Puntajes asignados a las diferentes familias de macroinvertebrados acuaticos para la obtencion del BMWP.....	41
Tabla 16 Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP	42
Tabla 17 Valores para las familias de macroinvertebrados, usando el índice BMWP	42
Tabla 18 Parámetros de estudios realizados del recurso agua	48
Tabla 19 Métodos reañizados del recurso agua en los laboratorios	49
Tabla 20 Reacción acidez alcalinidad	53
Tabla 21 Estudios realizados de muestras de suelo en los laboratorios	53
Tabla 22 Cálculo del indice biológico BMWP	55
Tabla 23 Macroinvertebrados hallados según su clase	56

Tabla 24 Resultado de los analisis de agua, pH y temperatura comparados con las norma vigente en el Ecuador	57
Tabla 25 Resultados de análisis de laboratorio de DQO y DBO comparados con la norma vigente ecuatoriana.....	59
Tabla 26 Resultados de análisis de laboratorio de coliformes comparados con la norma vigente ecuatoriana.....	62
Tabla 27 Resultados de análisis de laboratorio de conductividad eléctrica, turbidez y solidos totales comparados con la norma vigente ecuatoriana	63
Tabla 28 Resultados de análisis de laboratorios de conductividad eléctrica, pH comparados con la norma vigente ecuatoriana	66
Tabla 29 Resultados de análisis de laboratorio de pesticidas organoclorados comparados con la norma vigente ecuatoriana.....	68
Tabla 30 Resultados de análisis de laboratorio de pesticidas organofosforados.....	70
Tabla 31 Actividad Económica	71
Tabla 32 Fuente de agua para consumo	72
Tabla 33 Tipo de red	72
Tabla 34 Medidas de prevención y mitigación	74
Tabla 35 Criterios de calidad de agua para uso agrícola y riego.....	85
Tabla 36 Criterios de calidad para agua que solo requieren desinfección	86
Tabla 37 Criterios de calidad de suelo	90
Tabla 38 Criterios de remediación o restauración (Valores máximos permisibles)	91
Tabla 39 MIB identificados en la acequia Pumamaqui.....	112

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución Temporal de Precipitación 2012	12
Figura 2 Zona de influencia directa.....	17
Figura 3 Área de influencia indirecta elaborada en ARC GIS.....	18
Figura 4 Pobreza por necesidades básicas insatisfechas - Cayambe.....	32
Figura 5 Pobreza por necesidades básicas insatisfechas – Olmedo (Pesillo).....	33
Figura 6 Clase predominante hallada en el caudal de la acequia Pumamaqui	56
Figura 7 Tendencia del pH de acuerdo a la norma.....	58
Figura 8 Valor máximo permisible y resultados DQO	59
Figura 9 Valor máximo permisible y resultados DBO.....	60
Figura 10 Tendencia de coliformes fecales de acuerdo a la norma	62
Figura 11 Tendencia de la turbidez de acuerdo a la norma.....	64
Figura 12 Tendencias de los sólidos disueltos totales de acuerdo a la norma	64
Figura 13 Tendencias de pH del suelo de acuerdo a la norma.....	66
Figura 14 Tendencia de conductividad eléctrica de acuerdo a la norma	67
Figura 15 Comparación de análisis de pesticidas organoclorados de acuerdo a la norma.....	68
Figura 16 Actividad Económica.....	109
Figura 17 Fuentes de agua para consumo	110
Figura 18 Tipos de red	111

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ubicación geográfica de la parroquia Olmedo.....	81
Anexo 2 Parroquias urbanas y rurales del cantón Cayambe.	82
Anexo 3 Puntos de muestreo de agua y macroinvertebrados.....	83
Anexo 4 Puntos de muestreo de suelo.....	84
Anexo 5 Tablas del Recurso Agua – Normativa Ambiental.....	85
Anexo 6 Tablas del recurso suelo – Normativa Ambiental	90
Anexo 7 Registros Fotográfico - Agua	97
Anexo 8 Registro fotográfico - Suelo	99
Anexo 9 <i>Muestreo de Bioindicadores (Macroinvertebrados)</i>	101
Anexo 10 Registro fotográfico de agua y suelo – Laboratorio	102
Anexo 11 Ficha de encuesta.....	105
Anexo 12 Actividad económica	109
Anexo 13 Fuente de agua para consumo.....	110
Anexo 14 Porcentajes según el tipo de red utilizad en la comunidad de Pesillo	111
Anexo 15 Macroinvertebrados hallados en la acequia Pumamaqui.....	112

RESUMEN

Mediante la actual investigación se buscó determinar la calidad de los recursos suelo y agua a lo largo de la acequia Pumamaqui, la cual está situada en la Comunidad de Pesillo, para ello, se tomó como base la determinación de puntos de muestreo referenciales, ejecutada en primer lugar por el Instituto Geográfico Militar (a petición de los directivos de la comunidad de Pesillo) y posteriormente por (Caiza y Meléndez, 2020), a la par se realizó la identificación de bioindicadores presentes en el recurso hídrico para contribuir a los datos levantados y hallazgos encontrados. El estudio realizado por (Caiza y Meléndez, 2020), trabajo con 16 puntos de muestreo, de los cuales 5 fueron seleccionados para la elaboración del presente trabajo, cabe recalcar que los mismos presentaron en los análisis anteriores, el mayor grado de contaminación en el recurso agua. También se identificaron los predios aledaños a estos puntos y se hicieron muestreos de suelo para determinar el grado de contaminación en este recurso; se incluyeron los parámetros de pH, conductividad y pesticidas (organoclorados y organofosforados). Para el recurso agua se analizó: pH, conductividad eléctrica, DQO, DBO₅, coliformes fecales, turbidez, temperatura y bioindicadores. Una vez recopilados los datos y posteriormente analizados los parámetros respectivos, se compararon con las normas vigentes ecuatorianas y se pudo establecer que las actividades realizadas en la comunidad de Pesillo, no influyen significativamente sobre la producción agrícola y las labores de riego, siendo óptimo el nivel de calidad de los recursos agua y suelo para dichas actividades.

Palabras claves: Recursos naturales, pesticidas y macroinvertebrados

ABSTRACT

Through the current investigation, it was sought to determine the quality of the soil and water resources along the Pumamaqui canal, which is located in the Community of Pesillo, for this, the determination of reference sampling points, carried out in first place by the Military Geographical Institute (at the request of the directors of the Pesillo community) and later by (Caiza and Melendez, 2020), at the same time the identification of biological indicators present in the water resource was carried out to contribute to the data collected and findings found. The study carried out by (Caiza and Melendez, 2020), work with 16 sampling points, of which 5 were selected for the preparation of this work, it should be emphasized that they presented in the previous analyzes, the highest degree of contamination in the water resource. The properties surrounding these points were also identified and soil samplings were made to determine the degree of contamination in this resource; the parameters of pH, conductivity and pesticides (organochlorines and organophosphates) were included. For the water resource, the following were analyzed: pH, electrical conductivity, COD, BOD, fecal coliforms, turbidity, temperature and bioindicators. Once the data had been collected and the respective parameters were subsequently analyzed, they were compared with current Ecuadorian regulations and it was possible to establish that the activities carried out in the community of Pesillo do not significantly influence agricultural production and irrigation work, the level being optimal. quality of water and soil resources for such activities.

Key works: Natural resources, pesticides and macroinvertebrates

1. INTRODUCCIÓN

Mediante la revisión de la literatura existente del área de estudio y a través de indagaciones previas realizadas en el sitio, se requiere recopilar información relevante para la investigación. El estudio que se realizó en la comunidad de Pesillo busca determinar la calidad ambiental mediante muestreos del recurso agua y suelo para poder implementar medidas enfocadas en la mitigación y prevención de los recursos naturales con el fin de evitar la sobre explotación y reducción del cauce de la Acequia.

Se pretende dar solución a los impactos ambientales que han sido provocados por el sector social principalmente el uso de pesticidas por la agricultura y el pastoreo de la ganadería. La preocupación de los directivos por el deterioro de la acequia y la disminución de la calidad de los recursos naturales para la agricultura y ganadería los ha llevado a optar por estudios ambientales que permitan disminuir la sobre explotación. Actualmente los recursos hídricos y de suelo se han convertido en elementos estratégicos para la agricultura, principalmente la producción de flores y cebolla que son pioneros en la zona y en las comunidades aledañas, al igual que la ganadería en la producción láctea y sus derivados.

Es importante mencionar que el cantón Cayambe conjuntamente con sus comunidades se dedican desde hace varios años a la producción de flores para exportación, destinadas a países europeos y sudamericanos; una mala gestión de los recursos ambientales podría acarrear a largo plazo gastos en saneamiento de los recursos agua y suelo, además de afectaciones socioeconómicas por la reducción productiva y la contaminación ambiental. Al implementar esta investigación se busca obtener una sostenibilidad que proyecte a la comunidad un mejor manejo de sus recursos, para que puedan gozar de estos por mucho más tiempo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Determinar la calidad ambiental de los recursos agua, suelo y social del área de influencia directa de la Acequia Pumamaqui, ubicada en la comunidad de pesillo, cantón Cayambe, para establecer alternativas preventivas y de mitigación ambiental.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los recursos suelo, agua y socioeconómico del área de influencia directa de la Acequia Pumamaqui ubicada en la comunidad de Pesillo.
- Identificar las actividades generadoras de impactos ambientales del área de influencia directa de la Acequia Pumamaqui ubicada en la comunidad de Pesillo.
- Evaluar los impactos y riesgos ambientales que se producen en el área de influencia directa de la Acequia Pumamaqui ubicada en la comunidad de Pesillo.
- Generar alternativas para la mitigación y prevención de los impactos socioambientales que se producen en el área de influencia directa de la Acequia Pumamaqui ubicada en la comunidad de Pesillo.

3. MARCO TEORICO

3.1. Terminología General

3.1.1. Acequia

Olivencia (1990) señala que “las acequias son canales de irrigación primarios que tienen carácter permanente, toman sus aguas directamente del río, y junto con canales secundarios, constituyen unidades de irrigación con funcionamiento independiente” (p.18).

3.1.2. Climas fríos

Siempre se ubica sobre los 3000m de altura. La altitud determina las temperaturas medias que fluctúan alrededor de 8° C. Las temperaturas máximas raras veces pasan los 20° C y las mínimas alcanzan generalmente valores bajo 0°C. Los totales de lluvias anuales son irregulares, comprendidos entre 800 y 2.000 mm según la altura y la exposición de las vertientes. Los aguaceros son generalmente de larga duración, pero con débiles intensidades y la humedad relativa es casi siempre mayor al 80%. (Pierre, 1983, p. 39)

3.1.3. Agua

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima. (Fernández, 2012, p. 148)

3.1.4. Suelo

El suelo es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas. Es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan. (INIA, 2015, p.6)

3.1.5. Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados acuáticos son aquellos organismos invertebrados que durante algún momento de su ciclo de vida habitan algún tipo de ambiente y en la mayoría de casos son lo suficientemente grandes para ser vistos en campo sin necesidad de usar métodos ópticos de aumento y agrupa distintos grupos taxonómicos tales como artrópodos, anélidos, moluscos y platelmintos. (González , Crespo , Acosta, y Hanriette, 2018, p. 8)

3.1.6. Turbidez

Según Acebo y Hernández (2013) “La turbidez se define por la Organización Internacional de Normalización (ISO), como la reducción de la transparencia de un líquido causada por la presencia de partículas no disueltas de material distinto al propio líquido” (p.2).

3.1.7. pH

García (2013) señala que “la fuerza de un ácido está determinada por su anión; anión fuerte (sulfúrico, clorhídrico) anión débil (carbonato, bicarbonato) y todos tienen el mismo catión (H⁺). Lo mismo ocurre con las bases” (p.3).

3.1.8. Temperatura

Rodríguez, Águeda y Portela (2004) mencionan que “la temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presenten éstas, mayor será la temperatura” (p.12).

3.1.9. Viento

El viento consiste en el movimiento de aire desde una zona hasta otra. Existen diversas causas que pueden provocar la existencia del viento, pero normalmente se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura. (Rodríguez, et al., 2004, p. 20)

3.1.10. Humedad

Rodríguez, et al. (2004) señalan que “la humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Esa cantidad no es constante, sino que dependerá de diversos factores, como si ha llovido recientemente, si estamos cerca del mar, si hay plantas, etc” (p.29).

3.1.11. Presión atmosférica

El aire que nos rodea, aunque no lo notemos, pesa y, por tanto, ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debida a la acción de la gravedad. Esta fuerza por unidad de superficies es la denominada presión atmosférica, cuya unidad de medida en el Sistema Internacional es el Pascal (1 Pascal = 1N/m²). (Rodríguez, et al., 2004, p. 17)

3.1.12. Demanda Química de Oxígeno

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro químico, que representa una medida de toda la materia orgánica e inorgánica presente en disolución y/o suspendida que puede ser químicamente oxidada, por la acción de agentes oxidantes, bajo condiciones ácidas y se mide como miligramos de “oxígeno” equivalentes a la fracción orgánica disuelta y/o suspendida por litro de disolución (agua residual). (Burgos, Dominguez, Fernández, Grande, y Henández, 2008, p. 13)

3.1.13. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Ferrero (1974) señala que “es la dosis de O₂ que los microorganismos en especial las bacterias agotan durante la degradación de materia orgánica encontradas en la muestra se miden en mgO₂/Len mg / l” (p. 11).

3.2 Ubicación Geográfica

El área de estudio está ubicada en la comunidad de Pesillo de la parroquia de Olmedo, circundado por el nevado Cayambe y a una altitud de 3180 msnm se encuentra a 85 km de la capital. (*Ver Anexo 1*).

La parroquia de Olmedo está alinderando al norte con la provincia de Imbabura, al sur con la parroquia San José de Ayora, al este con la Provincia de Sucumbíos y finalmente al oeste con el Monte Cusin (Túquerres y Echeverría, 2017).

3.3 Población

De acuerdo al censo realizado durante el año 2010, la comunidad de Pesillo – Olmedo se centra como una de las zonas más pobladas del cantón Cayambe a nivel urbano y rural. La tasa de crecimiento poblacional por año se encuentra alrededor del 2.08%, valor considerable y que a largo plazo provocara que exista una mayor demanda de los recursos naturales provenientes de la comunidad de Pesillo.

3.4 Orografía

El cantón Cayambe presenta un relieve geográfico montañoso propio de la cordillera de los Andes. A lo largo de la historia las actividades volcánicas que se han suscitado en el área han generado diferentes tipos de relieves. El sistema montañoso junto con la acción fluvial ha originado desniveles y pendientes que han modificado las características naturales del lugar.

La parroquia de Olmedo donde está ubicada la acequia Pumamaqui presenta una superficie de meseta volcánica con una pendiente suave que va desde el 5 al 12%. Conformada por una extensa planicie que abarca más de 600 hectáreas de terreno.

3.5 Hidrografía

La hidrografía se encarga del estudio y la distribución de los cuerpos acuíferos y la red hidrológica de los mismos con el objetivo de establecer las características que poseen los recursos hídricos de un área determinada. Con respecto al ámbito hidrográfico, el cantón Cayambe está constituido por las subcuencas de los ríos Esmeraldas, Napo y Mira (principales afluentes). La acequia Pumamaqui de la parroquia de Olmedo capta el agua que proviene de la microcuenca del río Chimba y es la principal fuente de riego de la comunidad de Pesillo.

3.6 Parroquias del Cantón Cayambe

El cantón Cayambe se encuentra constituido principalmente por sectores rurales y urbanos bien sectorizados (*Ver Anexo 2*).

3.6.1 Parroquias Urbanas

Dentro del cantón Cayambe se localiza la parroquia urbana Juan Montalvo que se caracteriza por tener el mayor índice de actividad ganadera y que junto con la exportación de flores conforman las principales fuentes de ingresos económicos. La parroquia Cayambe en cambio es la zona urbana con mayor número de habitantes y que constituye rama importante para el crecimiento económico del lugar.

3.6.2 Parroquias Rurales

Dentro del sector rural podemos ubicar 6 parroquias existentes, Ascázubi es la parroquia con menor número de habitantes, su esencial fuente económica está enfocada en la agricultura. Cuenta con florícolas que se hallan establecidas en el lugar y que originan puestos de trabajo para los pobladores.

La parroquia de Ayora es una de las más emblemáticas ya que es denominada como el campo de paz y serenidad, se distingue por su cultura y su gastronomía típica, la cual es muy importante y es muy disfrutada por los turistas que llegan por nuevas aventuras.

La parroquia de Cangahua es de las primeras que se establecieron en el cantón ya que es una de las que más trayectoria en la historia posee y se distingue por su patrimonio turístico como es la Mitad del Mundo Guachalá.

De igual forma las parroquias de Cusubamba, Otón y Olmedo centran sus actividades en la producción agropecuaria siendo esta última objeto de estudio.

3.7 Meteorología y Climatología del área de estudio

La actividad agropecuaria de la comunidad de Pesillo depende de las condiciones climáticas propias del lugar, sin embargo, es muy probable que la agricultura y ganadería sean vulnerables al cambio climático. Alrededor de la mitad de la población económicamente activa del cantón Cayambe depende de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca como fuente principal de ingresos económicos.

La variabilidad climática es principal causa de estrés en la disponibilidad y producción de alimentos. Las condiciones ambientales son factores principales que influyen significativamente en la producción agropecuaria a nivel local. Las características de los cultivos y de los animales están determinadas por la interacción entre el medio ambiente y sus recursos.

Los elementos climáticos que a continuación se van a presentar han sido recopilados de la estación meteorología ubicada en la parroquia de Olmedo en el cantón Cayambe. A través de la información brindada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) se realizaron tablas con el Anuario Meteorológico del año 2012 (Fuente de información más actual hasta la fecha). Se recalca que no hay datos acerca de la presión atmosférica del área de

investigación. En la comunidad de Pesillo usualmente el clima que se presenta durante el mayor tiempo del año es frío generalmente con temperaturas que oscilan desde los 14°C a los 17°C, se da estas temperaturas ya que la comunidad tiene una cercanía muy considerable al Volcán Cayambe el cual es el causante de estos cambios climáticos, también se distingue de los demás lugares por poseer una estación muy corta en este caso el verano y una estación larga como es el invierno que ocupa el mayor tiempo del año.

3.7.1 Presión Atmosférica

La presión ejercida por el peso de aire sobre cualquier superficie es conocida como presión atmosférica. Su medición se la realiza a través de un barómetro. Cuando un sistema de baja presión se mueve a un área genera nubosidad, viento y precipitación. Por otro lugar los sistemas de alta presión conducen a un clima más relajado.

3.7.2 Temperatura del Aire

Una de las variables ambientales más importantes y más ampliamente medida es la temperatura del aire. Esta es una medida de energía térmica promedio. Su importancia radica en la influencia que tiene sobre los componentes bióticos y abióticos al igual que en los procesos biológicos, físicos y químicos de los mismos.

Tabla 1

Temperaturas promedias de la estación meteorológica Olmedo - Pichincha.

COD	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
M0023	OLMEDO - PICHINCHA	11.8	11.6	12	12.1	12.2	11.6	11.9	-	11.7	11.9	12	11.6	11.85

Nota. Esta tabla muestra las temperaturas promedias existentes en la Parroquia Olmedo. Adaptado de (INAMHI, 2020).

3.7.3 Humedad Relativa (%)

Desde el ámbito meteorológico una humedad relativa alta es un claro indicador de precipitación. Por el lado contrario, una humedad relativa baja indica que no habrá precipitaciones.

Tabla 2*Humedades promedias de la estación meteorológica Olmedo - Pichincha.*

COD	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
M0023	OLMEDO - PICHINCHA	87	86	85	86	85	78	80	-	80	80	80	83	82.73

Nota. Esta tabla muestra las humedades promedias existentes en la Parroquia Olmedo. Adaptado de (INAMHI, 2020).

3.7.4 Precipitación

La precipitación es la condensación del vapor que se encuentra en la atmosfera y que junto con la gravedad dan paso a la formación de lluvias.

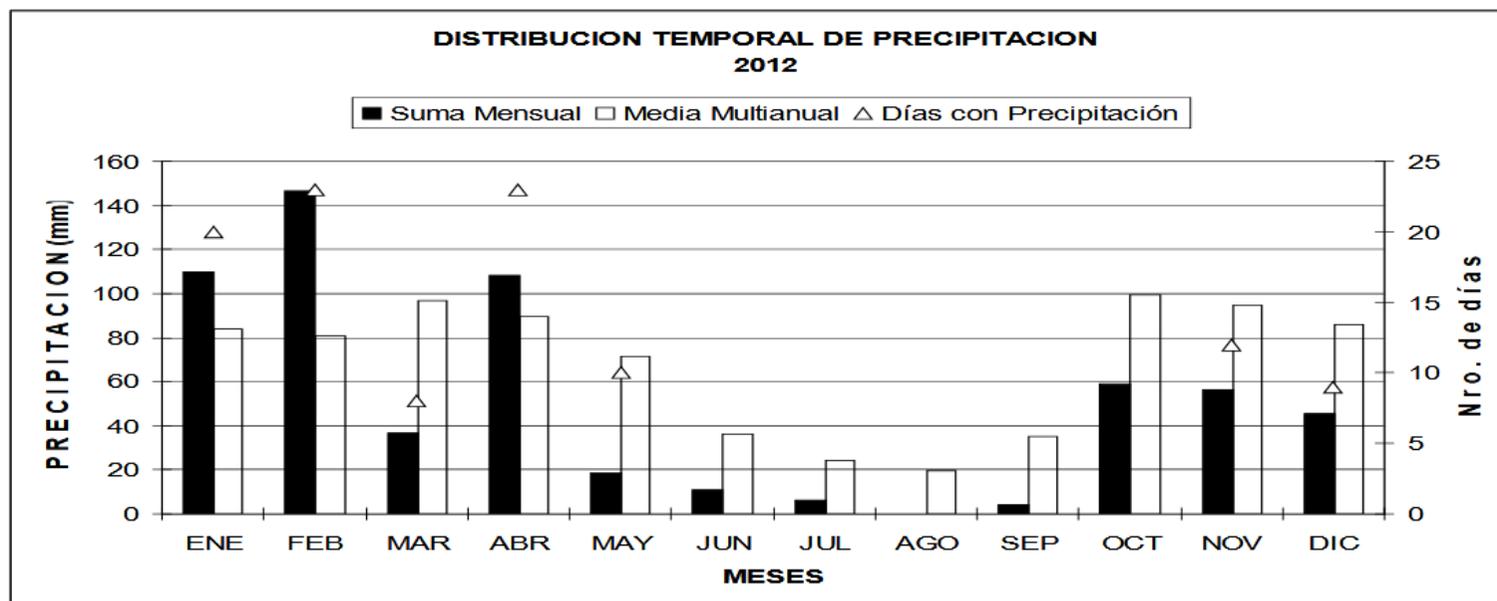
Tabla 3*Precipitaciones promedias de la estación meteorológica Olmedo - Pichincha.*

COD	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
M0023	OLMEDO - PICHINCHA	110	146.4	36.6	108	18.7	11.1	6.2	-	4.2	59.2	56.2	45.8	54.76

Nota. Esta tabla muestra las precipitaciones promedias existentes en la Parroquia Olmedo. Adaptado de (INAMHI, 2020).

Figura 1

Distribución Temporal de Precipitación 2012



Nota. El grafico indica la distribución temporal de la precipitación existente en la parroquia Olmedo. Tomado de Distribución temporal de precipitación 2012, de INAMHI, 2015, (INAMHI, 2020).

3.8 Biodiversidad del cantón Cayambe

3.8.1 Flora

Debido a su ubicación geográfica y a que comparte territorio con el Parque Nacional Cayambe Coca (Clasificada como una de las principales áreas protegidas del Ecuador), Cayambe posee una diversidad de flora importante. Es importante mencionar que no hay investigaciones a profundidad sobre la cantidad de especies vegetales existentes en el lugar.

A continuación, se presentan una lista de la flora más representativas del cantón Cayambe.

Tabla 4

Flora del cantón Cayambe.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Acacia blanca	<i>Acacia dealbata</i>
Acacia negra	<i>Acacia melanoxylon</i>
Acacia purpura	<i>Acacia baileyana purpura</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Álamo blanco	<i>Populus alba</i>
Alamo verde	<i>Populus deltoides</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Araucaria	<i>Araucaria angustifolia</i>
Arrayan	<i>Myrciantes hallii</i>
Azaharero	<i>Pittosporum undulatum</i>
Capuli	<i>Prunus serótina</i>
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>
Cepillo blanco	<i>Callistemum viminalis</i>
Cepillo rojo	<i>Callistemum viminalis</i>
Cholán	<i>Tecoma stans</i>
Ciprés	<i>Cupressus macrocarpa</i>
Ciruelo	<i>Prunus armeniaca</i>
Cucarda	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Durazno	<i>Prunus pérsica</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i>
Farol chino	<i>Abutilon hybridum</i>
Fresno	<i>Fraxinus chinensis</i>
Grevilea	<i>Grevilea robusta</i>
Guaba	<i>Inga insignis</i>
Guanto Blanco	<i>Brugmansia arborea</i>
Guzmán	<i>Aegiphila ferrugínea</i>
Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Lechero morado	<i>Euphorbia cotinifolia</i>
Llinllín	<i>Senna tomentosa</i>
Manzana	<i>Malus domestica</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Morera	<i>Morus alba</i>
Níspero	<i>Eriobotrya japónica</i>
Palma Canaria	<i>Phoenix canariensis</i>
Palma cococumbi	<i>Parajoubaea coccoides</i>
Pino	<i>Pinus radiata</i>
Plantán	<i>Platanus acerifolia</i>
Pumamaqui	<i>Oreopanax heterophyllum</i>
Quishuar	<i>Buddleja incana</i>
Reta	<i>Spartium junceum</i>
Sacha capulí	<i>Vallea stipularis L.</i>
Sauce	<i>Salix humboltiana</i>
Tilo	<i>Sambucus nigra</i>
Yagual	<i>Polylepis racemosa</i>
Yaloman	<i>Delostoma integrifolium</i>

Nota. Esta tabla muestra los diferentes tipos de flora existente en el cantón Cayambe. Adaptado de (Lechón, 2010).

La diversidad de ecosistemas que se encuentran dentro de la parroquia Olmedo comparte especies arbóreas y arbustivas con el Parque Nacional Cayambe Coca (Área protegida con mayor diversidad de flora y fauna del Ecuador). A continuación, se presenta un listado de la flora existente en el área de investigación del presente proyecto.

Tabla 5

Flora de la parroquia Olmedo

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Achupalla	<i>Puya sodiroana</i>
Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>
Yagual	<i>Polylepis</i>
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>
Arrayan	<i>Luma apiculata</i>
Puliza	<i>Erythrina velutina</i>
Achicoria	<i>Cichorium intybus</i>
Chuquiragua	<i>Chuquiraga jussieui</i>
Romerillo	<i>Bidens pilosa</i>
Licopodio	<i>Lycopodium</i>
Taxo de monte	<i>Passiflora mollissima</i>
Mora	<i>Rubus ulmifolius</i>
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>

Nota. Esta tabla muestra los diferentes tipos de flora existente en la Parroquia Olmedo. Adaptado de (Túquerres y Echeverría, 2017).

3.8.2 Fauna

La fauna del lugar es muy variada y de igual forma no se conoce con exactitud la diversidad que posee ya que no existen investigaciones más a fondo sobre este campo de estudio.

De acuerdo a datos adquiridos por los habitantes que residen en la zona, se pueden avistar diferentes especies en el lugar de estudio, mayormente las especies se encuentran dentro

de las limitaciones de la reserva del Parque Nacional Cayambe Coca. Se han evidenciado aproximadamente:

Tabla 6

Tipos de fauna endémica

N de especies	Fauna endémica
106	Mamíferos
395	Aves
70	Reptiles
116	Anfibios

Nota. Esta tabla muestra el número de especies existentes con relación a la fauna endémica del lugar. Adaptado de (Túquerres y Echeverría, 2017).

La parroquia de Olmedo está limitada por sus característicos páramos, mismos que abarcan la mayoría de flora y fauna, dentro de esta podemos encontrar:

Tabla 7

Fauna Terrestre

FAUNA TERRESTRE	
Conejos silvestres	Lobos
Sacha cuy	Zorrillos
Casha cuy	Raposas
Ratones de campo	Chucuris
Osos	Venados
Dantas	Otros

Nota. Esta tabla muestra los diferentes tipos de animales terrestres existente en la Parroquia Olmedo. Adaptado de (Túquerres y Echeverría, 2017).

Cabe recalcar que las últimas especies mencionadas en el recuadro anterior se las puede encontrar mayormente el Parque Nacional Cayambe Coca.

Por otro lado, se pueden observar diversos tipos de aves entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

Tabla 8

Fauna Aérea

FAUNA AREA			
Tórtolas	Quindes	Perdices	Cóndores (zonas altas).
Gorriones	Torcazas	Huiracchuros	Garzas viajeras
Picaflores	Quilicos	Gavilanes	Otros

Nota. Esta tabla muestra la fauna aérea existente en la Parroquia Olmedo. Adaptado de (Túquerres y Echeverría, 2017).

La diversidad que posee es muy valiosa y aún falta por descubrir o determinar un sin número de especies que no han sido identificadas.

3.9 Descripción del Área de Influencia Directa e Indirecta

3.9.1 Área de Influencia Directa

Figura 2

Zona de influencia directa



Nota. La imagen indica el área de influencia directa con relación al área de estudio.

De acuerdo a los lineamientos establecidos para la investigación de efectos ambientales en otras áreas del MAE, las técnicas que se aplicaron en el presente trabajo, son las más adecuadas por la zona en la que se encuentra el área de estudio. Se realizó el reconocimiento en toda la superficie de investigación de la Parroquia de Olmedo/Pesillo haciendo hincapié en los tramos que puedan representar potenciales focos de contaminación a la largo de la acequia Pumamaqui.

El área de influencia directa abarca zonas agrícolas aledañas al cauce de la Acequia; el análisis de recurso suelo y agua se llevó a cabo para establecer si existe una relación con el factor social y como este influye en la calidad del ambiente. Es importante mencionar que el estudio está enfocado estrictamente en asuntos de protección ambiental que no afecten los elementos bióticos y abióticos.

3.9.2 Área de Influencia Indirecta

Figura 3

Área de influencia indirecta elaborado en ARC GIS



Nota. La imagen indica el área de influencia indirecta con relación al área de estudio.

La zona de influencia indirecta está delimitada por las comunidades San José de Ayora y Cayambe siendo las más representativas. Se estimaron elementos y metodologías acordes a las planificadas por los integrantes que conforman el grupo de trabajo. La zona se estableció con relación a la directa en medida que son áreas netamente para producción agropecuaria y distribución ganadera y que prácticamente dependen de los recursos hídricos y de suelo.

3.10 Recursos Naturales y Sociales del Área de Estudio

3.10.1 Recurso Agua

Establecer la calidad del recurso hídrico y del suministro del agua hacia áreas específicas sin que resulten riesgosas para el medio ambiente resulta esencial para combatir la contaminación ambiental que en muchos de los casos es originada por las actividades antrópicas realizadas. La sobreexplotación y mala gestión de los cuerpos de agua en la producción agropecuaria ha provocado la disminución de las características físico-químicas y biológicas propias del recurso.

A continuación, se presenta una tabla con los predios que existen en el área de estudio y el caudal de agua que necesitan de acuerdo al tipo de cultivo que poseen.

Tabla 9*Caudal requerido para los predios de la comunidad de Pesillo*

Caudal requerido para cada uno de los sectores de la comunidad de Pesillo de acuerdo con el cultivo que predomina						
Sector Riego	Pasto		Agricultura Familiar Diversificada		Flores	
	Ha	l s	Ha	l s	ha	l s
Predios - Salida 1	1,00	0,44	0,00	0,00		
Predios - Salida 2	9,37	4,12	0,00	0,00		
Predios - Red Francisco Rivadeneira	8,21	3,61	0,00	0,00		
Predios - Red Jatary Huagra	9,30	4,09	0,00	0,00		
Predios - Salida 3	9,37	4,12	0,00	0,00	0,00	
Predios - Red Rafael Antonio Catucuamba	1,00	0,44	0,08	0,04		
Predios - Red Juan Morocho	10,46	4,60	1,46	0,74		
Predios - Red Elicer Catucuamba 2	0,79	0,35	0,00	0,00		
Predios - Salida 4	0,32	0,14	0,00	0,00		
Predios - Red Marcelo Amaguaña	0,40	0,18	0,41	0,21		
Predios - Red Segundo Luis Guatemal	3,94	1,73	1,63	0,83		
Predios - Red Victor Alba	4,40	1,93	0,05	0,03		
Predios - Salida 5	1,42	0,63	0,00	0,00		
Predios - Red Ricardo Lechon	8,04	3,54	0,37	0,19		
Predios - Salida 6	0,25	0,11	0,00	0,00		

Caudal requerido para cada uno de los sectores de la comunidad de Pesillo de acuerdo con el cultivo que predomina

Sector Riego	Pasto		Agricultura Familiar Diversificada		Flores	
	Ha	l s	Ha	l s	ha	l s
Predios - Salida 7	0,28	0,12	0,00	0,00		
Predios - Salida 8	0,31	0,14	0,00	0,00		
Predios - Red Alberto Escola	2,62	1,15	3,87	1,97		
Predios - Salida 9	0,46	0,20	0,00	0,00		
Predios - Salida 10	0,33	0,15	0,00	0,00		
Predios - Red Wilson Cacuango	0,76	0,33	0,00	0,00		
Predios - Red Carlos Lechon	2,44	1,07	1,19	0,61		
Predios - Salida 11	0,09	0,04	0,00	0,00		
Predios - Red Juan Pillajo	2,47	1,09	0,13	0,07		
Predios - Red Jorge Nepas	4,12	1,81	0,91	0,46		
Predios - Salida 12	0,00	0,00	1,00	0,51		
Predios - Red Fernando Guatemala	1,41	0,62	0,00	0,00		
Predios - Red Segundo Rafael Catucuamba	6,61	2,91	0,00	0,00		
Predios - Red Cesar Ulcuango Escola	4,44	1,95	0,97	0,49		
Predios - Red Juan Carlos Guatemala	1,81	0,79	1,84	0,94		
Predios - Red Ramon Andrango	1,62	0,71	0,05	0,02		
Predios - Red Juan Manuel Alba	6,50	2,86	0,86	0,44		

Caudal requerido para cada uno de los sectores de la comunidad de Pesillo de acuerdo con el cultivo que predomina

Sector Riego	Pasto		Agricultura Familiar Diversificada		Flores	
	Ha	l s	Ha	l s	ha	l s
Predios - Red Damacio Albacura	0,00	0,00	1,78	0,91		
Predios - Salida 15	0,00	0,00	0,05	0,03		
Predios - Salida 16	0,34	0,15	0,00	0,00		
Predios - Salida 17	0,00	0,00	0,08	0,04		
Predios - Red Joaquin Novoa	8,81	3,88	1,57	0,80		
Predios - Salida 18	0,00	0,00	0,30	0,15		
Predios - Salida 19	0,88	0,39	0,00	0,00		
Predios - Red Wilson Cacuango 3	0,34	0,15	0,33	0,17		
Predios - Red Juan Pujota	0,00	0,00	0,39	0,20		
Red Escuela	3,00	1,32	0,00	0,00		
Predios - Red Egidio Cachipuendo	0,38	0,17	0,00	0,00		
Predios - Red Egidio Cachipuendo 2	0,00	0,00	0,11	0,06		
Predios - Red Flia. Novoa Granada	0,07	0,03	0,05	0,02		
Predios - Red Flia. Novoa Granada 2	0,64	0,28	0,00	0,00		
Predios - Red Herederos Albacura	0,00	0,00	3,49	1,78		
Predios - Red Elias Ayala	0,68	0,30	0,00	0,00		
Predios - Red Dioselina Calcan	0,13	0,06	0,00	0,00		

Caudal requerido para cada uno de los sectores de la comunidad de Pesillo de acuerdo con el cultivo que predomina

Sector Riego	Pasto		Agricultura Familiar Diversificada		Flores	
	Ha	l s	Ha	l s	ha	l s
Predios - Red Flia. Ayala	0,53	0,23	0,00	0,00		
Predios - Red Juan Pujota 2	0,00	0,00	0,00	0,00		
Predios - Red Flia. Ayala 2	0,63	0,28	0,00	0,00		
Predios - Red Flia. Ayala 3	0,67	0,29	0,00	0,00		
Predios - Red Manzana 1	1,03	0,45	0,54	0,28		
Predios - Red Flia. Ayala 4	0,00	0,00	0,00	0,00		
Predios - Red Jorge Diomedes Guatemal	2,50	1,10	0,80	0,41	0,30	0,17
Predios - Red Ana Maria Rivera	0,75	0,33	2,23	1,14		
Predios - Red Cesar Nepas	13,94	6,13	3,52	1,80		
Predios - Red Purificacion Lechon	1,37	0,60	0,00	0,00		
Predios - Red Elicer Catucuamba	12,86	5,66	0,00	0,00		
Predios - Red Herederos Albacura 2	6,75	2,97	0,00	0,00		
Predios - Red Efrain Trujillo	3,25	1,43	0,00	0,00		
Predios - Red Hugo Albacura	1,83	0,81	0,00	0,00		
Predios - Red Sifon Albas	50,74	22,32	14,20	7,24		
Predios - Red Vicente Catucuamba	6,75	2,97	0,00	0,00		
Predios - Red Inocencio Catucuamba	0,33	0,14	0,00	0,00		

Caudal requerido para cada uno de los sectores de la comunidad de Pesillo de acuerdo con el cultivo que predomina

Sector Riego	Pasto		Agricultura Familiar Diversificada		Flores	
	Ha	l s	Ha	l s	ha	l s
Predios - Red Elivorio Guatemal	14,00	6,16	2,96	1,51		
Predios - Red Herederos Cesar Ulcuango	1,30	0,57	1,50	0,77		
Predios - Red Bolivar Albacura	5,03	2,21	3,50	1,79		
Predios - Red Rafael Antonio Catucuamba 2	6,19	2,72	2,17	1,10		
Predios - Salida 20	0,72	0,32	0,00	0,00		
Predios - Red Osvaldo Guatemal	1,64	0,72	0,53	0,27		
Predios - Red Victor Alba 2	5,56	2,45	2,24	1,14		
Predios - Red Wilson Cacuango 2	0,68	0,30	0,00	0,00		
Predios - Red Manuel Calcan	1,80	0,79	0,00	0,00		
Predios - Salida 21	0,00	0,00	0,00	0,00		
Predios - Acequia Flia. Amaguaña	2,48	1,09	0,00	0,00		
Predios - Red Leonidas Calcan	0,95	0,42	0,00	0,00		
Predios - Red Jose Maria Albamocho 2	0,65	0,29	0,32	0,16		
Predios - Red Carlos Lechon 2	1,00	0,44	0,00	0,00		
Predios - Jose Maria Albamocho	0,50	0,22	0,43	0,22		
Predios - Red Gaspar Albamocho	1,20	0,53	0,00	0,00		
Predios - Red Salvadora Albamocho	0,50	0,22	0,00	0,00		

Caudal requerido para cada uno de los sectores de la comunidad de Pesillo de acuerdo con el cultivo que predomina

Sector Riego	Pasto		Agricultura Familiar Diversificada		Flores	
	Ha	l s	Ha	l s	ha	l s
Predios - Red Victor Andrango	1,33	0,59	1,34	0,68		
Predios - Red Alfonso Lechon	0,30	0,13	0,17	0,09		
Predios - Red Maria Esther Churo	0,73	0,32	0,00	0,00		
Predios - Red Albamocho Ulcuango 2	0,50	0,22	0,00	0,00		
Predios - Red Albamocho Ulcuango	1,92	0,84	0,00	0,00		
Predios - Red Miguel Alba	1,28	0,56	0,00	0,00		
Predios - Red VICTOR Alba 3	20,80	9,15	1,50	0,77		
Predios - Red Segundo Vicente Catucuamba	2,00	0,88	0,00	0,00		
Predios - Red Fernando Guatemal 2	2,25	0,99	0,00	0,00		
Predios - Red Mario Catucuamba	9,41	4,14	5,60	0,86		
Predios - Red Inocencio Catucuamba 2	2,70	1,19	0,00	0,00		
Predios - Red Lucia Colcha	4,98	2,19	3,00	1,53		
Predios - Salida 22	0,42	0,18	0,00	0,00	0,00	
Predios - Red Alberto Escola 2	8,86	3,90	0,30	0,00		
Predios - Red Andres Guatemal	4,92	2,16	0,50	0,26		
Predios - Red Juan Morocho 2	6,60	2,90	1,28	0,65		
Predios - Red Alberto Ulcuango	3,38	1,49	0,00	0,00		

Caudal requerido para cada uno de los sectores de la comunidad de Pesillo de acuerdo con el cultivo que predomina

Sector Riego	Pasto		Agricultura Familiar Diversificada		Flores	
	Ha	l s	Ha	l s	ha	l s
Predios - Red Adolfo Alba	14,48	6,37	0,00	0,00		
Red Escuela Santa Rosa	1,13	0,50	0,00	0,00		
Predios - Salida 23	7,99	3,52	0,00	0,00		
Predios - Salida 24	0,50	0,22	0,50	0,26		
Predios - Salida 25	0,45	0,20	0,04	0,02		
Predios - Red Salida 26	1,18	0,52	0,10	0,05		
Predios - Salida 27	0,05	0,02	1,20	0,61		
Predios - Salida 28	2,23	0,98	0,11	0,06		
Predios - Salida 29	0,20	0,09	0,00	0,00		
Predios - Salida 30	0,28	0,12	0,00	0,00		
Predios - Salida 31	3,00	1,32	0,00	0,00		
Predios Bombeo 2	2,00	0,88	0,75	0,38		
Predios - Red Tobias Guajan	56,86	25,02	7,00	3,57		
Predios - Red Virgilio Lechon	3,50	1,54	0,00	0,00		
Predios - Red Julio Albacura	9,47	4,17	1,50	0,77		
Predios - Red Elias Albacura	4,53	1,99	0,83	0,43		
Predios - Red Jose Cacuangó 2	1,75	0,77	0,50	0,26		

Caudal requerido para cada uno de los sectores de la comunidad de Pesillo de acuerdo con el cultivo que predomina

Sector Riego	Pasto		Agricultura Familiar Diversificada		Flores	
	Ha	l s	Ha	l s	ha	l s
Predios - Salida 32	0,13	0,06	0,13	0,07		
Predios Bombeo 5	0,22	0,10	0,02	0,01		
Predios Bombeo 4	0,00	0,00	0,41	0,21		
Predios Bombeo 3	1,12	0,49	0,00	0,00		
Predios - Red Hernan Cacuango	1,28	0,56	0,00	0,00		
Predios - Red Janeth Lechon	0,00	0,00	0,29	0,15		
Predios - Salida 34	3,00	1,32	0,00	0,00		
Predios - Red Tobias Lechon	3,14	1,38	0,00	0,00		
Predios - Red Oscar Lechon	3,02	1,33	0,00	0,00		
Predios - Salida 35	0,00	0,00	0,00	0,00		
Predios - Red Doctor Bombeo	3,50	1,54	0,00	0,00		
Predios - Red Cesar Domingo	0,86	0,38	0,00	0,00		
Predios - Salida 36	3,07	1,35	0,00	0,00		
Predios - Red Luis Chiriboga	3,13	1,38	0,00	0,00		
Predios - Red Jose Rafael Colcha	2,00	0,88	1,25	0,64		
Predios - Red Flia. Andrango	1,31	0,58	0,00	0,00		
Predios - Red Adolfo Alba 2	3,00	1,32	0,00	0,00		

Caudal requerido para cada uno de los sectores de la comunidad de Pesillo de acuerdo con el cultivo que predomina

Sector Riego	Pasto		Agricultura Familiar Diversificada		Flores	
	Ha	l s	Ha	l s	ha	l s
Predios - Salida 38	3,05	1,34	0,00	0,00		
Predios - Red Luis Trujillo	4,00	1,76	0,00	0,00		
Predios - Red Vicente Catucuamba 2	1,25	0,55	0,00	0,00		
Predios - Red Tacin	28,07	12,35	0,09	0,05		
Predios - Red Jose Cacuango	2,15	0,95	0,10	0,05		
Predios - Salida 33	0,18	0,08	0,04	0,02	0,04	0,02
Predios - Salida 37	0,10	0,05	0,00	0,00		
Predios - Salida 13	3,00	1,32	0,00	0,00		
Predios - Salida 14	0,33	0,14	0,00	0,00		
Predios - Red Manuel Catucuamba	1,63	0,72	1,63	0,83		
TOTAL	522,42	229,86	87,77	44,76	0,34	0,19

Nota. Esta tabla indica el caudal de agua requerido por cada sector de la comunidad de Pesillo con respecto al cultivo que predomina. Tomado de (Equipo UPS, 2018).

3.10.2 Recurso Suelo

El recurso suelo puede verse afectado por las actividades agropecuarias que se desarrollan en un área determinada por lo que evaluar la calidad del suelo es primordial para monitorear los efectos físico-químicos y biológicos que puedan ocasionar afectaciones a los recursos hídricos y terrestres en el ambiente. Cualquier tipo de alteración en el medio puede perturbar el funcionamiento de los ecosistemas naturales por lo que cualquier anomalía en el suelo puede verse evidenciada en las características del mismo. Es importante conocer estas características para establecer la calidad del recurso natural.

3.10.3 Recurso Social

Conocer la situación actual de la comunidad de Pesillo a nivel socio ambiental puede brindar una idea clara de los medios técnicos, institucionales y financieros de los que dispone la población y con los cuales puede hacer frente a cualquier tipo de problemática ambiental que se pueda manifestar. Es importante conocer la situación económica de comunidad por lo que en el capítulo siguiente se hace una aclaración más concreta de esto.

3.11 Aspecto Socioeconómico del Área de Estudio

Las necesidades básicas insatisfechas de una población son aquellas medidas que se enfocan en los servicios y bienes de una vivienda y que tienen correlación con el bienestar. Permiten medir la pobreza de un área a través de factores determinados. El acceso a educación, servicios sanitarios y el aspecto económico son elementos que permiten establecer el nivel económico de una familia.

A partir de la información previamente mencionada, las tablas y gráficas que se desarrollaron fueron elaboradas con datos obtenidos del Censo Poblacional del 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Los indicadores económicos y sociales

presentados nos ayudaron a tener una visión más general de las condiciones socioeconómicas que presenta el área donde se llevó a cabo el estudio.

3.11.1 Indicadores Económicos

Con respecto al nivel económico se puede evidenciar que las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con un 58 % son las que mayor fuente de ingresos representa para la Parroquia Olmedo/Pesillo seguidas de las actividades No declarados con un 13,24% y las de construcción con 5,87%.

Tabla 10

Población ocupada por rama de actividad.

ACTIVIDAD	CASOS	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1757	58
Explotación de minas y canteras	1	0,03
Industrias manufactureras	152	4,98
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	1	0,03
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos	6	0,2
Construcción	179	5,87
Comercio al por mayor y menor	153	5,01
Transporte y almacenamiento	82	2,69
Actividad de alojamiento y servicio de comidas	16	0,52
Información y comunicación	8	0,26
Actividades financieras y de seguros	2	0,07
Actividades inmobiliarias	1	0,03
Actividades profesionales, científicas y técnicas	8	0,26
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	23	0,75
Administración pública y defensa	32	1,05
Enseñanza	41	1,34
Actividad de la atención de la salud humana	25	0,82
Artes, entretenimiento y recreación	7	0,23

ACTIVIDAD	CASOS	%
Otras actividades de servicios	16	0,52
Actividades de los hogares como empleadores	106	3,37
No declarados	404	13,24
Trabajador nuevo	31	1,02
Total	3051	100

Nota. Esta tabla muestra las actividades que realizan los habitantes de la Parroquia Olmedo. Adaptado de (INEC, 2020).

3.11.2 Indicadores Sociales

Con relación al nivel social se puede evidenciar un alto nivel de pobreza en la parroquia de Olmedo. El 89.10 % de la comunidad de Pesillo vive con ingresos económicos bajos. Mientras que de forma más general el cantón Cayambe tiene un índice de pobreza del 52.70%.

Cantón Cayambe

Tabla 11

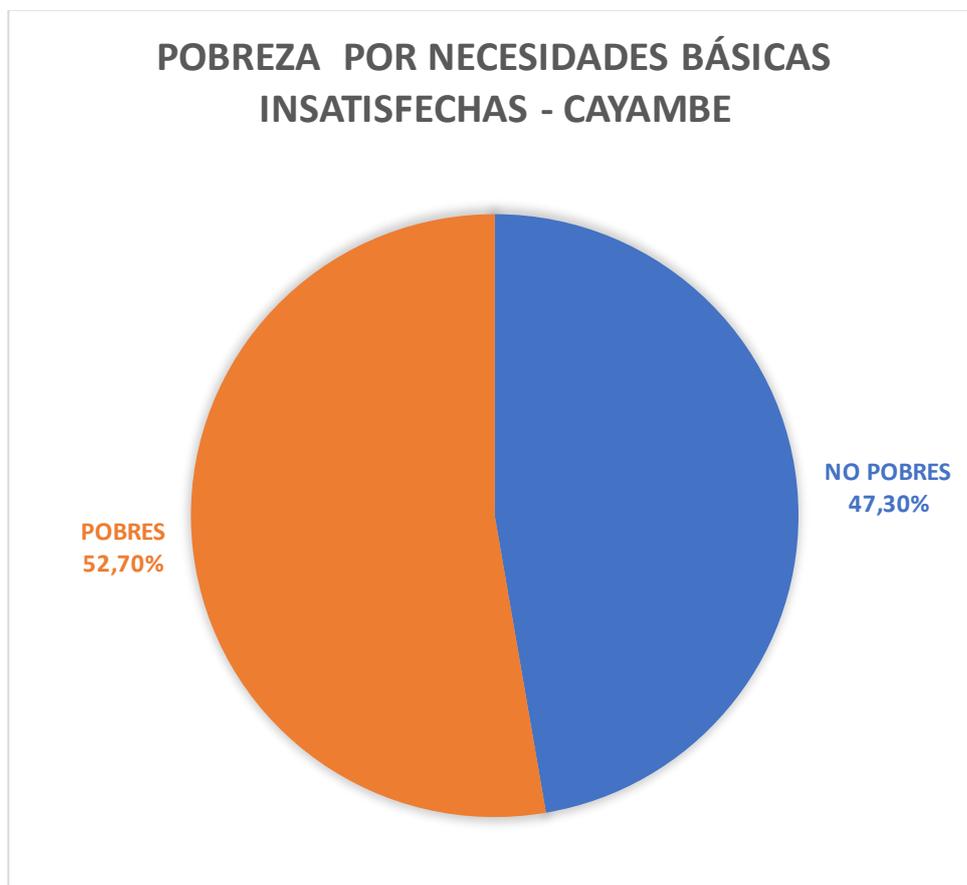
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas - Cayambe.

Cayambe	
NO POBRES	47.30%
POBRES	52.70%

Nota. Esta tabla indica el porcentaje de pobreza del cantón Cayambe. Adaptado de (INEC, 2020).

Figura 4

Pobreza por necesidades básicas insatisfechas – Cayambe



Nota. La grafica indica el porcentaje de pobreza por necesidades básicas insatisfechas del cantón Cayambe.

Adaptado de (INEC, 2020).

Parroquia Olmedo (Pesillo)

Tabla 12

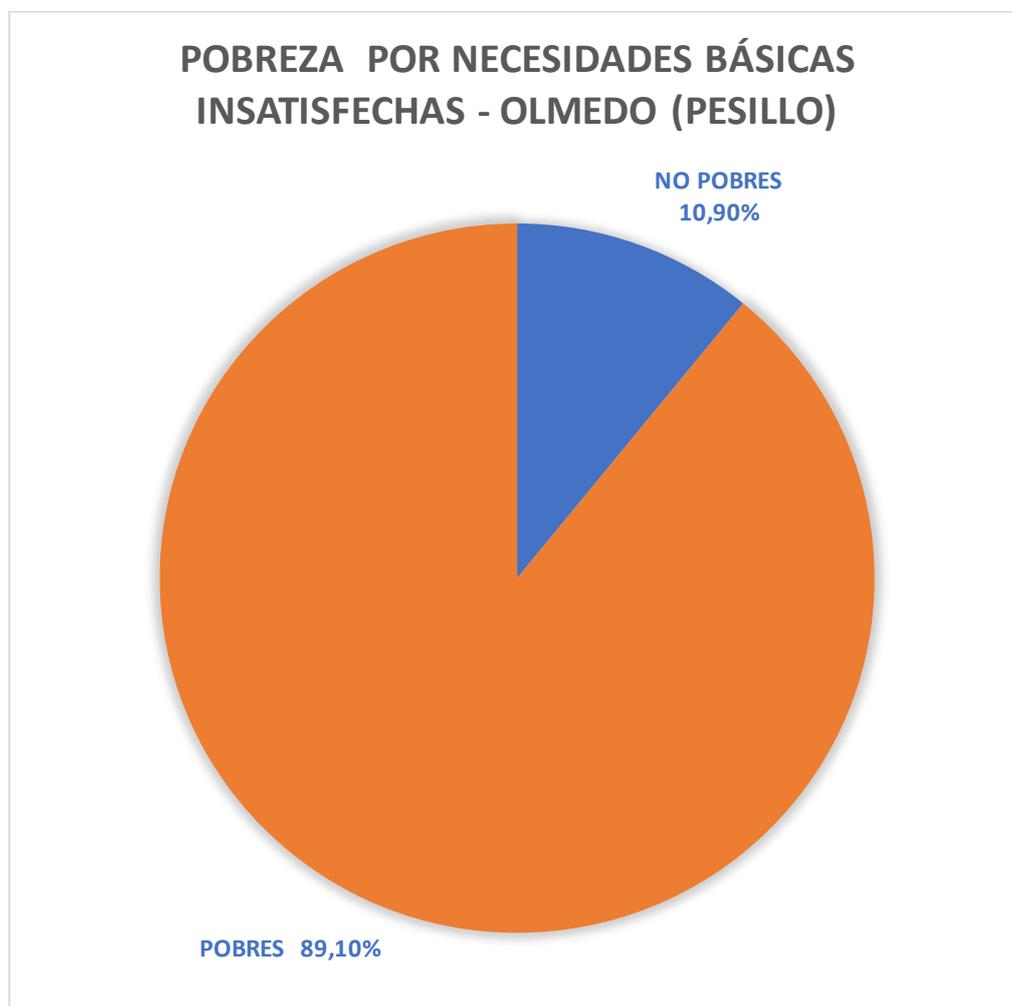
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas – Olmedo (Pesillo)

Olmedo (Pesillo)	
NO POBRES	10.90%
POBRES	89.10%

Nota. Esta tabla indica el porcentaje de pobreza de la Parroquia Olmedo/ Pesillo. Adaptado de (INEC, 2020).

Figura 5

Pobreza por necesidades básicas insatisfechas – Olmedo (Pesillo)



Nota. La grafica indica el porcentaje de pobreza por necesidades básicas insatisfechas de la parroquia Olmedo/Pesillo. Adaptado de (INEC, 2020).

3.12 Marco Legal Vigente en el Ecuador

El Ecuador dispone de diversas obligaciones ambientales, sociales y económicas descritas en sus diferentes leyes, reglamentos y normas vigentes de manera que aseguren la calidad de los recursos bióticos y abióticos, por esta razón es fundamental describir el marco legal que haga referencia a los recursos ambientales agua y suelo para el estudio de la acequia Pumamaqui de la comunidad de Olmedo/ Pesillo.

Constitución Política de la Republica del Ecuador

En la constitución de la República del Ecuador se destacan los siguientes artículos sobre la disposición de los recursos agua, suelo y social: Art 12, Art 14, Art 32, Art 73, Art 74, Art 275, Art 276, Art 281, Art 318 y Art 410.

Se menciona que el derecho al recurso agua es primordial y es de patrimonio natural para todos los seres humanos ya que es elemental para la vida, prohibiendo así su privatización. Es importante mencionar que toda comunidad debe tener acceso seguro a este recurso ya que es factor impórtate para la producción que se genera dentro de la Parroquia de Pesillo, de esta manera tienen derecho a habitar en un ambiente saludable y equilibrado, asegurando la sostenibilidad (Sumak Kawsay).

Para el ámbito del recurso suelo se menciona que la naturaleza debe ser respetada y que sus ciclos vitales deben ser conservados ya que poseen derechos de renovación y preservación; el estado implementara medidas eficientes para la eliminación de impactos ambientales que se puedan provocar, prohibiendo así las actividades que generen un impacto grave o irreversible para la naturaleza y que afecten directa e indirectamente al área de la comunidad otorgando ayuda a los miembros campesinos para la prevención, mitigación y restauración de los suelos afectados.

Por otro lado, el aspecto social dentro del sistema económico identifica al ser humano como base fundamental para la generación de nuevas riquezas, respetando así el ámbito natural y la armonía social, garantizando la productividad para el buen vivir de los integrantes de todas las comunidades y el país.

Todas estas leyes deben ser respetadas por los seres humanos para así tener una mejor calidad de vida y que sea equitativa la repartición de todos recursos naturales, gozando así de las riquezas que nos brinda la naturaleza. Vivir en un ambiente sano y donde exista una gestión

adecuada de los recursos ambientales garantizara una sostenibilidad y sustentabilidad para las futuras generaciones.

Texto Unificado de Legislación Secundario del Ministerio de Ambiente. (TULSMA)

En el TULSMA se recalca la disposición del recurso hídrico y suelo para su correcto control, dentro de la misma podemos encontrar lo siguiente:

Anexo I “Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes: Recurso Agua”: Establece que es primordial el manejo y la calidad del recurso hídrico en sus diferentes usos además de que se estipulan los límites permisibles para los parámetros de DBO, DQO, Coliformes totales entre otros.

Anexo II “Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados”: Se dictaminan todas las normas de calidad ambiental al igual que las perspectivas para la remediación de suelos contaminados. Establece los valores máximos permisibles que debe cumplir la población para realizar actividades de agricultura.

Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Esta ley establece los lineamientos referentes al control, regulación y conservación del recurso hídrico a través de estatutos de calidad y gestión integral a fin de garantizar el derecho y disponibilidad al agua. Dictamina al recurso como patrimonio estratégico, esencial y fundamental para el desarrollo y la soberanía alimentaria, además de considerarlo recurso inalienable busca aprovecharlo garantizando su calidad y sostenibilidad.

Ley Orgánica De Ordenamiento Territorial, Uso Y Gestión De Suelo

La Sección I “Clasificación y sub clasificación del suelo” del Capítulo I “Suelo” del Título III “Planeamiento del uso y de la gestión del suelo” menciona que las áreas rurales están destinadas para uso agro productivo por lo que la gestión debe estar a cargo de los GADs

Cantoniales, mismos que deben encargarse de cumplir con las normativas ambientales para extracción de recursos provenientes de la naturaleza. Además, establece reglas generales de acuerdo al ordenamiento territorial para las actividades productivas en los ámbitos social, cultural, económico y ambiental con el fin de limitar toda actividad constructiva que se encuentra fuera del ámbito al que fue destinado.

Norma técnica ecuatoriana. NTE INEN 1108 Quinta Revisión: Agua Potable. Requisitos

Esta norma dispone las condiciones de cumplimiento que debe tener el recurso hídrico para consumo además de los requisitos para el acceso a sistemas de abastecimiento y distribución.

Norma técnica ecuatoriana. NTE INEN 2169: 2013 Primera Revisión: Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.

Establece las guías, técnicas e indicaciones para el correcto proceso de toma, manipulación y análisis de muestras.

Norma técnica ecuatoriana. NTE INEN 2176: 2013 Primera Revisión: Agua. Calidad de agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

Establece las técnicas para muestreo y control de calidad de los recursos hídricos provenientes de aguas residuales, contaminadas y naturales.

4 MATERIALES Y METODOS

Para el estudio y análisis de los recursos agua y suelo se empleó la normativa ambiental actual donde se establecen los límites máximos permisibles, además de las normas y disposiciones para realizar el muestreo.

4.3 Materiales

Las herramientas que se utilizaron durante la investigación de campo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13

Materiales necesarios para la investigación

Recursos Humanos	Recursos Materiales	Insumos
Tutor de tesis	GPS	Computadora
Técnico en la investigación (Vinculación con la sociedad Cayambe).	Software Arc Gis Software Google Earth	Bibliografías referentes al tema. Análisis de laboratorio físico químicos y bioindicadores

Nota. Esta tabla muestra los recursos utilizados para la investigación del área de estudio.

4.4 Métodos

4.4.1 Revisión Bibliográfica

La información secundaria que se utilizó para la investigación se recopiló de referencias bibliográficas relacionadas con el área de investigación, reunidas de las siguientes fuentes:

- Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial de la parroquia de Olmedo

- Estudio de la línea base y diagnóstico ambiental del área de influencia directa para el diseño del observatorio del páramo de la Universidad Politécnica Salesiana en la parroquia Olmedo.
- Catálogo de atractivos turísticos de la parroquia Olmedo/Pesillo.
- Plan de mejoras de la acequia Pumamaqui de la comunidad de Pesillo.
- Plan de distribución de agua y evaluación del sistema de riego.
- Información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).
- Información del Institución Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).
- Tesis: Determinación de puntos de muestreo para el estudio de la calidad de agua de la acequia Pumamaqui.
- Tesis: Desarrollo de un prototipo hidrométrico usando vasos comunicantes en la acequia Pumamaqui de la comunidad de Pesillo.
- Tesis: Estudio de factibilidad para el revestimiento de la acequia Pumamaqui.

4.4.2 Reconocimiento del Área de Referencia

El área de estudio (Acequia Pumamaqui) se estableció de acuerdo al grado de afectación y/o peligro potencial que pueda presentar debido a las actividades ganaderas realizadas en la zona. A través de cartografía propia del área de estudio y con la ayuda del técnico encargado de la vinculación con la población de Cayambe se seleccionaron los puntos estratégicos para el muestreo de los recursos agua y suelo.

En la siguiente tabla se presenta las coordenadas geográficas de los puntos seleccionados:

Tabla 14*Puntos de muestreo*

PUNTOS DE MUESTREO (ZONA 17)			
PUNTO	COORDENADA		ELEVACION (m)
1	E 829457	N 0015711	3209
2	E 828725	N 0016048	3199
3	E 826908	N 0017300	3186
4	E 826137	N 0017736	3182
5	E 824684	N 0020374	3151

Nota. Esta tabla indica las coordenadas de los puntos estudiados a lo largo de la acequia Pumamaqui.

4.4.3 Metodologías para el Análisis del Recurso Agua.

Para el estudio de la calidad del recurso agua se utilizó bioindicadores (macroinvertebrados) como herramientas de apoyo en medida que su empleo permite tener una idea general del tipo de condiciones en las que se encuentra el cuerpo acuífero y que conjuntamente con el análisis de parámetros físico-químicos llevados a cabo en laboratorio se permite determinar y valorar el grado de contaminación puntual que tiene el recurso hídrico.

Indicadores de Calidad del Agua (Macroinvertebrados)

Para la identificación de los indicadores biológicos se comenzó por determinar los puntos de muestreo a fin de cubrir todas las áreas de la acequia, esto se realizó en cada sitio por aproximadamente 30 min, es importante mencionar que esta investigación se llevó a cabo durante el verano ya que de haberlo hecho durante las estaciones de invierno hubiera dificultado la toma de muestras debido al aumento del caudal, (*Ver Anexo 3*).

Para el muestreo de macroinvertebrados se escogió un efluente con presencia de material pétreo y/o grava y se utilizó una red de pantalla para recolectar las muestras que se desprendieron del fondo del caudal, (*Ver Anexo 9*).

Finalmente, las muestras recogidas se colocaron en fundas resellables y se etiquetaron con la siguiente información:

- Nombres de los responsables de las tomas de muestra.
- Coordenadas del lugar.
- Tipo de muestra.
- Código de la muestra.
- Fecha y hora del muestreo.

Para los análisis en laboratorio las muestras fueron lavadas y depositadas sobre una bandeja blanca. Los macroinvertebrados hallados fueron colocados en viales con alcohol al 70 % para ser identificados y clasificados según su Clase.

A partir de este punto se utilizó bibliografía para establecer la calidad hídrica a través del uso de MIB y del indicador biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party).

Las tablas 15, 16 y 17 presentan la información más relevante para el desarrollo de resultados.

Tabla 15

Puntajes asignados a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del BMWP/Col¹

Familias	Valor
<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Griptopterygidae, Lampyridae, Odontoceridae, Perlidae, Polymitarcyidae, Polythoridae, Psephenidae</i>	10
<i>Coryphoridae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gomphidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Limnephilidae, Oligoneuriidae, Philopotamidae, Platystictidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae</i>	9
<i>Atyidae, Calamoceratidae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydraenidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Naucoridae, Palaemonidae, Pseudothelpusidae, Trichodactylidae, Saldidae, Sialidae, Sphaeriidae</i>	8
<i>Ancylidae, Baetidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Crambidae, Dicteriadidae, Dixidae, Elmidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydrobiidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Lestidae, Ochteridae, Pyralidae</i>	7
<i>Aeshnidae, Ampullariidae, Caenidae, Corydalidae, Dryopidae, Dugesiidae, Hyriidae, Hydrochidae, Limnichidae, Lutrochidae, Lymnaeidae, Megapodagrionidae, Mycetopodidae, Pleidae, Staphylinidae</i>	6
<i>Ceratopogonidae, Corixidae, Gelastocoridae, Gyrinidae, Libellulidae, Mesoveliidae, Nepidae, Notonectidae, Planorbidae, Simuliidae, Tabanidae, Thiaridae</i>	5
<i>Belostomatidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Ephydriidae, Glossiphoniidae, Haliplidae, Hydridae, Muscidae Scirtidae, Empididae, Dolichopodidae, Hydrometridae, Noteridae, Sciomyzidae</i>	4
<i>Chaoboridae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Stratiomyidae, Tipulidae.</i>	3
<i>Chironomidae (cuando no es la familia dominante), Isotomidae, Culicidae, Psychodidae, Syrphidae</i>	2
<i>Haplotaxida, Tubificidae</i>	1

Nota. Esta tabla muestra la valoración para cada familia de macroinvertebrados. Tomado de (Álvarez, 2005).

Tabla 16

Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP

Clase	Calidad	Valor de BMWP	Significado	Color
I	Buena	≥ 150	Aguas muy limpias	
		123 - 149	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	71 - 122	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	
III	Dudosa	46 - 70	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	21 - 45	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Crítica	< 20	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	

Nota. Esta tabla muestra la clase y el tipo de calidad para la evaluación del recurso agua. Tomado de (Álvarez, 2005).

Tabla 17

Valores para las familias de macroinvertebrados, usando el índice BMWP

MACROINVERTEBRADOS			Estación	Tolerancia	Valor
			:		calculado
CLASE	ORDEN	FAMILIA	Fecha:	BMWP	
Hydrozoa	Hydroida	Hydridae		10	

MACROINVERTEBRADOS			Estación	Tolerancia	Valor
CLASE	ORDEN	FAMILIA	:	BMWP	calculado
			Fecha:		
Gastrópoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Limnaeidae</i>		4	
		<i>Physidae</i>		3	
		<i>Planorbidae</i>		4	
	<i>Mesogastropoda</i>	<i>Hydrobiidae</i>		8	
Bivalvia	<i>Veneroida</i>	<i>Sphaeriidae</i>		3	
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Planariidae</i>		4	
Nematomorph	<i>Gordioidea</i>	-		5	
a					
Oligochaeta	<i>Haplotaxida</i>	-		1	
Hirudinea	<i>Glossiphoniiformes</i>	-		3	
	s				
Arachnoidea	<i>Acarina</i>	-		4	
Collembola	<i>Entomobryomorpha</i>	<i>Isotomidae</i>		7	
	a				

MACROINVERTEBRADOS			Estación	Tolerancia	Valor
CLASE	ORDEN	FAMILIA	:	BMWP	calculado
			Fecha:		
Crustacea	<i>Grammaridea</i>	<i>Hyaellidae</i>		1	
Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>		5	
		<i>Leptohyphidae /Tricorythidae</i>		7	
		<i>Leptophlebiidae</i>		8	
	<i>Plecoptera</i>	<i>Perlidae</i>		10	
		<i>Gripopterygidae</i>		10	
	<i>Coleoptera</i>	<i>Psephenidae</i>		10	
		<i>Lampyridae</i>		10	
		<i>Elmidae</i>		6	
		<i>Ptilodactylidae</i>		9	
		<i>Gyrinidae</i>		4	
		<i>Dytiscidae</i>		3	
		<i>Dryopidae</i>		7	
		<i>Hydrophilidae</i>		4	
		<i>Hydraenidae</i>		9	
		<i>Scirtidae</i>		6	
<i>Diptera</i>	<i>Tabanidae</i>		4		
	<i>Ceratopogonidae</i>		4		

MACROINVERTEBRADOS			Estación	Tolerancia	Valor
CLASE	ORDEN	FAMILIA	:	BMWP	calculado
			Fecha:		
		<i>Chironomidae</i>		2	
		<i>Dolichopodidae</i>		4	
		<i>Dixidae</i>		4	
		<i>Blepharoceridae</i>		10	
		<i>Simulidae</i>		6	
		<i>Empididae</i>		4	
		<i>Tipulidae</i>		5	
		<i>Culicidae</i>		2	
		<i>Muscidae</i>		5	
		<i>Syrphidae</i>		2	
		<i>Psychodidae</i>		4	
	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydrobiosidae</i>		8	
		<i>Glossosomatidae</i>		7	
		<i>Helicopsychidae</i>		9	
		<i>Hydroptilidae</i>		8	
		<i>Leptoceridae</i>		8	
		<i>Limnephilidae</i>		7	
		<i>Polycentropodidae</i>		7	

MACROINVERTEBRADOS			Estación	Tolerancia	Valor
CLASE	ORDEN	FAMILIA	:	BMWP	calculado
			Fecha:		
		<i>Calamoceratidae</i>		10	
		<i>Odontoceridae</i>		9	
		<i>Xiphocentronidae</i>		8	
		<i>Philopotamidae</i>		9	
		<i>Hydropsychidae</i>		5	
	<i>Megaloptera</i>	<i>Corydalidae</i>		9	
	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>		7	
		<i>Libellulidae</i>		5	
		<i>Coenagrionidae</i>		6	
	<i>Heteroptera</i>	<i>Corixidae</i>		6	
		<i>Gerridae</i>		6	
	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>		4	
Cálculo Manual				Valor Total BMWP	

Nota. Esta tabla muestra los puntajes asignados según la clase de macroinvertebrado hallado. Tomado de (Aguirre, 2011).

Parámetros Físico- químicos para la Calidad del Agua

Para realizar el muestreo del recurso agua se basó en la Norma Técnica Ecuatoria NTE INEN 2176:2013 donde se encuentra el procedimiento y las técnicas a seguir para la toma de muestras.

- Tipo de Muestra

Se tomo la muestra puntual de forma manual y a la mayor profundidad posible para obtener resultados precisos y que no exista margen de error, esto nos llevó a establecer de que está conformada la Acequia Pumamaqui, (*Ver Anexo 7*).

- Toma de Muestras

Para los análisis físico-químicos se emplearon botellas plásticas con un volumen de 250 ml en perfecto estado y sin ningún uso, acorde a los estatutos establecidos por la *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169: 2013 Primera Revisión: Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de muestras para análisis* y la *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176: 2013 Primera Revisión: Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas de Muestreo.*

Antes de realizar el muestreo se efectuó un triple lavado de las botellas plásticas con el agua de la Acequia Pumamaqui, esto se realizó en las diferentes áreas a muestrear, para evitar que el contenido se altere antes de llegar a su destino de análisis. Las muestras se recolectaron en sentido opuesto a la corriente natural de la acequia y se etiquetaron con la siguiente información:

- Nombre de los responsables de la toma de muestras.
- Coordenadas del lugar.
- Tipo de muestra
- Código de la muestra
- Fecha y hora del muestreo

El registro fotográfico con relación al muestreo se presenta en la sección de anexos.

- **Conservación de la muestra**

Para la preservación de las muestras se siguieron todas las indicaciones estipuladas en la *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169: 2013 Primera Revisión: Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras*. Se utilizó un cooler con hielo para mantener una temperatura óptima de 4°C y evitar que la iluminación natural altere las características de las muestras.

- **Estudio de muestras de agua**

En la siguiente tabla se indican los parámetros realizados para el análisis del recurso agua.

Tabla 18

Parámetros de estudios realizados del recurso agua

<i>Parámetros in situ</i>	<i>Parámetros en el laboratorio</i>
pH	DQO
Temperatura	DBO5
	Coliformes fecales
	Conductividad eléctrica
	Turbidez
	Sólidos totales

Nota. Esta tabla indica los parámetros realizados para el análisis del recurso agua.

PARÁMETROS IN SITU

- **pH y Temperatura**

Para determinar los parámetros in situ de la tabla 18, se empleó un equipo previamente calibrado denominado pH- metro móvil. La muestra es colocada en un vaso de precipitación

seguido a esto el electrodo del equipo debe limpiarse con agua destilada para prevenir el margen de error. Una vez hecho esto se procede a hacer la medición del parámetro por cerca de un minuto o hasta que el equipo se normalice. Realizamos la lectura y anotamos el valor de pH y temperatura arrojados por el equipo.

PARÁMETROS EN LABORATORIO

A continuación, se presenta los métodos y técnicas empleados para la investigación.

Tabla 19

Métodos realizados del recurso agua en los laboratorios.

<i>Variables</i>	<i>Unidades</i>	<i>Método de ensayo/ técnica</i>
DQO	mg/L	PEE03/SM-Ed-23, 5220D/Espectrofotometría UV- Vis
DBO5	mg/L	PEE11/SM23 5210D/ Espirometría
Coliformes fecales	colonias/100ml	PEE47/ SM-Ed-23, 9222D/Filtración por Membrana

Nota. Esta tabla muestra los métodos y técnicas para el análisis de los parámetros de DBO, DQO y Coliformes fecales.

Los análisis de los parámetros de conductividad eléctrica, turbidez y sólidos disueltos totales se ejecutaron dentro de los laboratorios de Química de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Sur, (*Ver Anexo 10*).

- **Conductividad eléctrica**

Para determinar la conductividad eléctrica de la tabla 18, se empleó un equipo previamente calibrado denominado pH- metro móvil. La muestra se colocó en un vaso de precipitación y seguido a esto se limpió el electrodo del equipo con agua destilada con el objetivo de prevenir márgenes de error. Una vez hecho esto se procedió a la medición de la

conductividad eléctrica por cerca de un minuto y se registraron los valores en una libreta. Se recalca la conversión de unidades ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a mS/cm) para mayor facilidad de resultados.

- **Turbidez**

Para determinar la turbidez de la tabla 18, se empleó un equipo denominado turbidímetro, mismo que debe ser previamente calibrado con una solución standard compuesta por formazina de 10 NTU estabilizada. La muestra homogeniza se la coloca en un vial y se la tapa. Adicional a esto se debe verificar que la celda del equipo se encuentre limpia para descartar errores. Por último, se tapa para que al momento de la lectura la iluminación natural no altere el resultado. Para realizar los cálculos se utiliza la siguiente formula:

$$UNT = A * F$$

$$A = \text{Leida del equipo}$$

$$F = \text{Factor de dilucion de la muestra}$$

Tomado de (Hincapié y Chaverra, 2015).

- **Solidos Totales**

Para determinar los sólidos totales de la tabla 18, se procedió a pesar en la balanza analítica los crisoles a utilizarse durante la práctica, se etiqueto con el nombre cada una de las muestras y se anotó su peso. Una vez hecho esto, las muestras homogenizadas fueron colocadas en una mufla a temperatura de 105°C y posteriormente fueron depositadas en un desecador. Por último, se pesó en la balanza analítica nuevamente y se registró los resultados en una libreta.

Para realizar los cálculos se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Solidos totales} \frac{\text{mg}}{\text{l}} = \frac{(A - B) * 100}{\text{Volumen muestra en ml}}$$

$$A = \text{Peso del residuo seco} + \text{Capsula}$$

$$B = \text{Peso de la capsula vacia}$$

Tomado de (Romero, 2002).

4.4.4 Metodología para el Análisis del Recurso Suelo

- Unidades de Muestreo

La ubicación para cada uno de los puntos de recolección se determinó a través de recorridos realizados a lo largo del área de influencia directa y enfocándose en las zonas agrícolas aledañas al canal de agua de la acequia Pumamaqui, (*Ver Anexo 4*).

La información y los datos obtenidos fueron guardados en una base de datos para ser manejados en futuros estudios de campo. Es importante mencionar que las muestras recolectadas van acorde a los puntos de muestreo del recurso agua.

- Tipo de Muestra y Cantidad

Para el análisis del recurso suelo se recolecto una muestra compuesta por cada punto a estudiar en un recipiente plástico. En este sentido, se extrae de 15 a 20 submuestras y se pesa aproximadamente de 0,5 a 1 kg para realizar análisis (Domingo, 2012).

El muestreo de suelo se realizó a idénticas profundidades y tomando en cuenta las características del terreno.

- Sitios de Muestreo

Para la investigación se estableció el tipo de muestreo Zig-Zag, ya que es el más adecuado para el tipo de área en el que se trabajó.

- Instrumentos

Se utilizó un barreno, cuyo proceso de recolección es tomar una cantidad de muestra en un punto y la misma cantidad en un punto diferente.

- **Transporte de muestra al laboratorio**

Una vez recolectadas las muestras, estas fueron selladas y etiquetadas con la siguiente información:

- Nombre de los responsables del muestreo.
- Coordenadas del punto.
- Tipo de muestra.
- Código de la muestra.
- Fecha y hora del muestreo.

Las muestras identificadas fueron llevadas al laboratorio para su respectivo análisis, (Ver Anexo 8).

- **pH y Conductividad eléctrica**

Para el análisis de pH y conductividad eléctrica se siguió el siguiente procedimiento: En una balanza analítica se pesó 100 g de muestra de suelo y se mezcló con 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitación. Se procedió a agitar la mezcla por 5 minutos y luego a filtrarla a través de un papel filtro. Una vez hecho esto, se utilizó el equipo respectivo y se registró los valores en una libreta.

Para establecer los rangos de pH y Conductividad eléctrica se utilizó el *Anexo II “Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados”* del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente.

En la siguiente tabla se indican los rangos óptimos para el parámetro pH.

Tabla 20*Reacción acidez alcalinidad*

<i>pH</i>	<i>Rango</i>
<i>Muy fuertemente Ácido</i>	Menor a 4.5
<i>Fuertemente Ácido</i>	4.6 a 5.5
<i>Medianamente Ácido</i>	5.6 a 6
<i>Ligeramente Ácido</i>	6.1 a 6.5
<i>Neutro</i>	6.6 a 7.3
<i>Ligeramente Alcalino</i>	7.4 a 7.8
<i>Moderadamente alcalino</i>	7.9 a 8.4
<i>Fuertemente Alcalino</i>	8.5 a 9
<i>Muy fuertemente Alcalino</i>	Mayor a 9.1

Nota. Esta tabla muestra los rangos con relación al potencial de hidrogeno. Tomado de (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, 2015).

- **Cromatografía de gases**

Las metodologías que se utilizaron para el análisis de los parámetros organoclorados y organofosforados fueron analizadas por el Ing. Cristofer Sánchez en Chávez Solutions Laboratorio Ambiental y Consultoría.

La siguiente tabla indica los métodos y técnicas de ensayo que se usaron para el análisis de pesticidas.

Tabla 21*Estudios realizados de muestras de suelo en los laboratorios*

<i>Parámetros</i>	<i>Unidades</i>	<i>Método de ensayo/ técnica</i>
Organoclorados	mg/Kg	EPA 8720 D / Modificado con Cromatografía de gases con detector uECD
Organofosforados	mg/Kg	EPA 8720 D / Modificado con Cromatografía de gases MSD

Nota. Esta tabla muestra los métodos y técnicas para el análisis del recurso suelo.

4.4.5 Metodología para el Análisis del Recurso Social

Debido a que no existía datos actualizados de la población de la comunidad de Pesillo - Olmedo, se realizó un censo por parte de la Universidad Politécnica Salesiana- Grupo de Innovación Educativa: *SYSAS-UIO Carrera de Ingeniería Ambiental/ Gestión para el desarrollo: Censo Comunitario* en el año 2019 y que fue tabulado durante el presente año. Para la realización de este censo se aplicó una encuesta a todos los miembros que conforman la comunidad, tuvo como finalidad obtener información de cómo se encuentra la comunidad a nivel económico y de educación, estado civil, condiciones de salud familiar, saberes y conocimientos tradicionales familiares, miembros con discapacidad, vulnerabilidad social, condiciones nutricionales familiares, datos de vivienda y vínculos con una organización, (*Ver Anexo II*).

La presente investigación se basó en aspectos muy puntuales como la actividad económica, fuente y acceso al agua temáticas importantes para desarrollar y cuantificar la parte social de la comunidad.

5 RESULTADOS Y DISCUSION

5.3 Análisis del Recurso Agua

5.3.1 Análisis de Bioindicadores (Macroinvertebrados)

Una vez llevado a cabo el muestreo en la Acequia Pumamaqui se logró identificar diferentes taxones que habitan el caudal, mismos que a través del índice biológico BMWP han permitido establecer la calidad del recurso hídrico, (Ver Anexo 15).

- Índice Biológico BMWP y Calidad del Agua

Tabla 22

Cálculo del índice biológico BMWP

MACROINVERTEBRADOS	
FAMILIA	TOLERANCIA
<i>Glossiphoniidae</i>	3
<i>Anomalopsychidae</i>	10
<i>Chironomidae</i>	2
<i>Lumbricidae</i>	1
<i>Baetidae</i>	5
<i>Lymnaeidae</i>	4
<i>Elmidae</i>	7
<i>Glossiphoniidae</i>	4
<i>Hydriidae</i>	10
TOTAL	46

Nota. Esta tabla muestra la valoración y el puntaje total para el cálculo del índice biológico MBWP.

Los resultados obtenidos al realizar el cálculo a través del Índice Biológico BMWP señalan un total de 46 para la tolerancia. Comparándolo con la tabla 16 nos indica que el recurso agua de la Acequia Pumamaqui es de clase III, de calidad dudosa, misma que se encuentra dentro del rango 46-70 de los valores referenciales. Se determina que es una Agua moderadamente contaminada con una coloración amarilla.

La tabla 23 presenta los MIB hallados en el área de estudio.

Tabla 23

Macroinvertebrados hallados según su clase

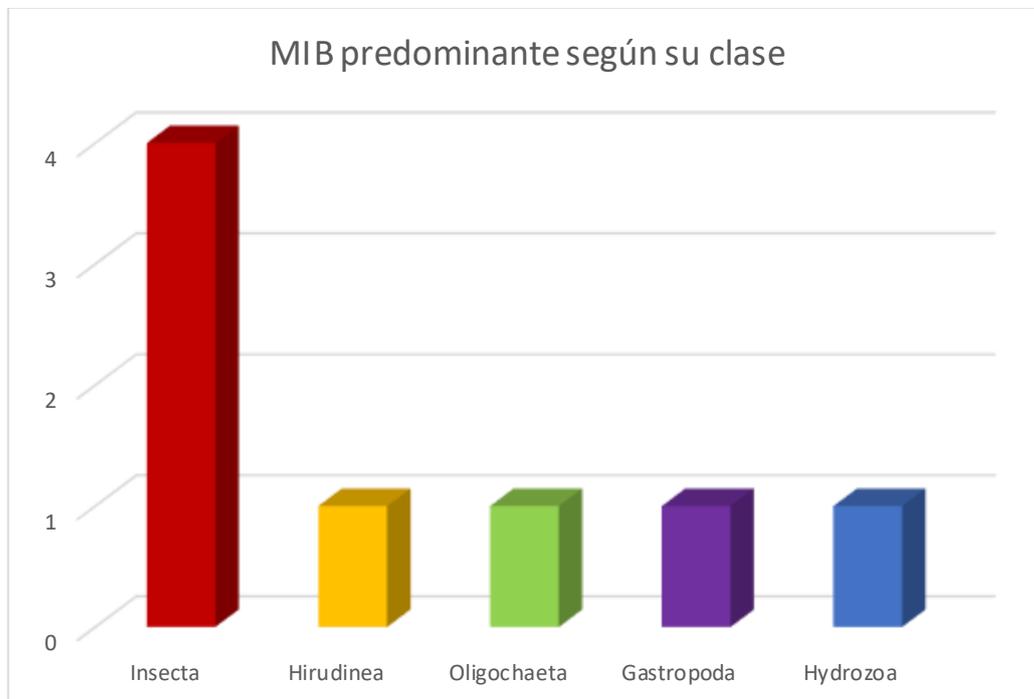
CLASE	ORDEN	N.º
<i>Insecta</i>	<i>Trichoptera, Díptera, Ephemeroptera y Coleoptera.</i>	4
<i>Hirudinea</i>	<i>Rhynchobdellida</i>	1
<i>Oligochaeta</i>	<i>Haplotaxida</i>	1
<i>Gastropoda</i>	<i>Basommatophora</i>	1
<i>Hydrozoa</i>	<i>Hydroida</i>	1

Nota. Esta tabla indica el número de ordenes hallados en la acequia Pumamaqui.

Como se puede apreciar en la siguiente gráfica la clase que mayor predomina es la *Insecta* con 4 órdenes encontrados (*Trichoptera, Díptera, Ephemeroptera y Coleoptera*) lo que representa el 25% de los MIB hallados en las muestras, mientras que por otro lado se ha identificado un solo orden para las clases *Hirudinea, Oligochaeta, Gastropoda e Hydrozoa*.

Figura 6

Clase predominante hallada en el caudal de la acequia Pumamaqui



Nota. La grafica indica el número de clases macroinvertebradas halladas en la acequia Pumamaqui.

Con estos resultados se determinó un grado de contaminación por actividades relacionadas a la ganadería, agricultura y actividades domésticas en medida que no existe una gran apreciación de especies macroinvertebradas que indiquen una calidad óptima del caudal de la acequia además de que los resultados de los parámetros de DBO 5, coliformes fecales y sólidos totales respaldan el hecho de que existe una perturbación ambiental en el recurso agua.

5.3.2 Análisis de los Parámetros Físico- químicos del Agua

A continuación, se muestran los resultados obtenidos, tanto en campo como en el laboratorio del muestreo del agua, mismos que fueron comparados con los valores máximos permisibles estipulados en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Esto se realizó con la finalidad de establecer valores de calidad del recurso agua presente en el área de estudio.

- pH y Temperatura

Los resultados obtenidos a través de las mediciones in situ y de laboratorio se muestran a continuación:

Tabla 24

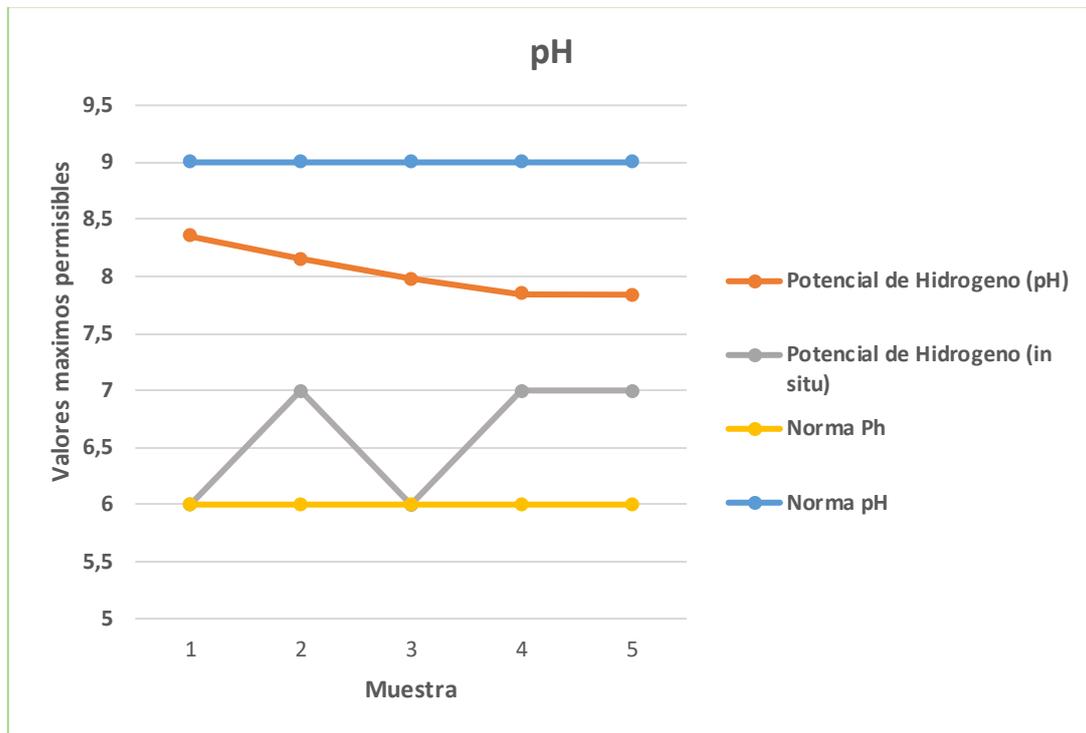
Resultado de los análisis de agua, pH y temperatura comparados con la norma vigente en el Ecuador

Muestra (Punto)	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno (pH)	Potencial de Hidrogeno (in situ)	Norma pH
1	13,7°	8,35	6	6 a 9
2	14,7°	8,15	7	6 a 9
3	14,6°	7,98	6	6 a 9
4	14,2°	7,85	7	6 a 9
5	14,2°	7,84	7	6 a 9

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos por cada punto analizado a lo largo de la acequia Pumamaqui.

Figura 7

Tendencia del pH de acuerdo a la norma



Nota. La gráfica indica las tendencias obtenidas para el parámetro pH del recurso agua.

Al comparar los resultados con la norma de la tabla 35 se puede determinar que el agua analizada se encuentra dentro de los valores máximos permisibles para uso agrícola, riego y desinfección. En este sentido podemos indicar que el punto 1 con pH de 8,35 tiende a ser básico a diferencia del punto 5 que, con un valor de 7,84 es más neutro, esto se debe a la autodepuración y presencia de carbonatos y bicarbonatos propios del caudal de la acequia.

Aunque los valores in situ y de laboratorio se encuentran dentro de la norma es importante acotar que la variación que presentan los resultados se debe a la influencia que tiene la temperatura sobre el pH. En este sentido se menciona que hay una variabilidad de ± 1 °C en cada uno de los puntos analizados por lo que el clima del lugar incide sobre este parámetro.

- DQO y DBO5

La tabla 25 presenta los resultados para los parámetros de DQO y DBO₅.

Tabla 25

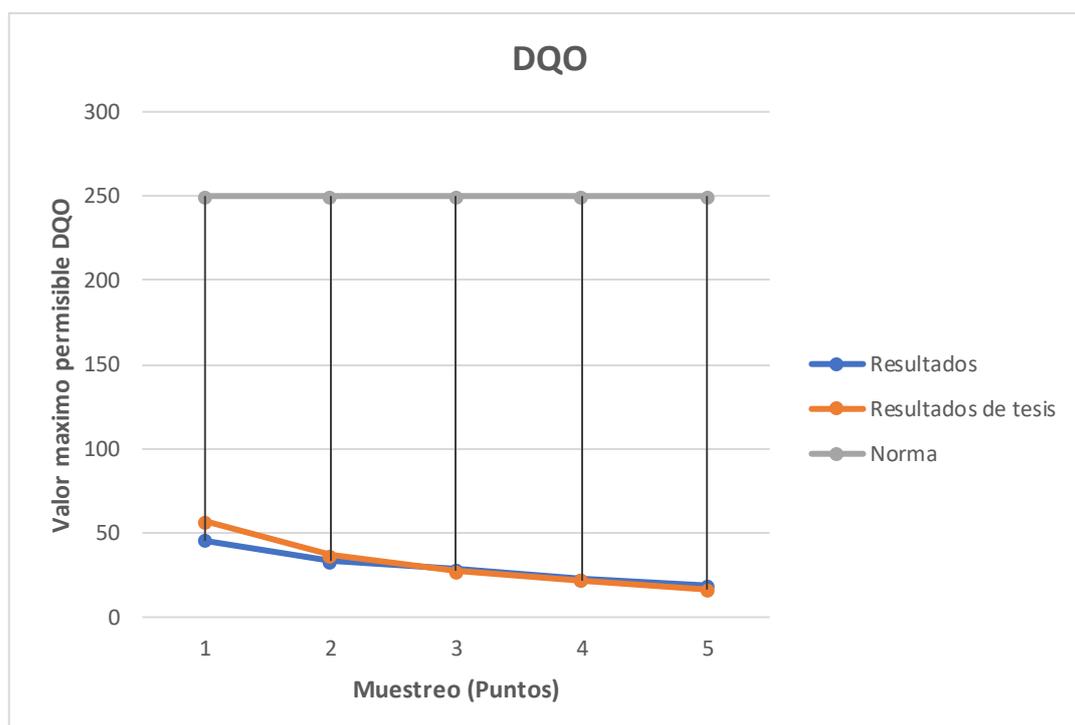
Resultados de análisis de laboratorio de DQO y DBO comparados con la norma vigente ecuatoriana

Muestra (Punto)	DQO (mgO ₂ /L)			DBO ₅ (mgO ₂ /L)		
	Resultados	Resultados de tesis	Norma	Resultados	Resultados de tesis	Norma
1	45,3	57,0	250	2,3	2,07	2
2	33,2	36,9	250	1,87	1,57	2
3	25,5	27,2	250	1,45	1,04	2
4	19,4	22,0	250	1,12	0,93	2
5	12,8	16,4	250	0,78	0,05	2

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos con respecto a los parámetros de DQO y DBO.

Figura 8

Valor máximo permisible y resultados DQO



Nota. La grafica indica las tendencias obtenidas para el parámetro de DQO.

Al observar los resultados obtenidos durante este estudio para la DQO podemos apreciar que el punto 1 posee un valor de 45,3 mgO₂/L a diferencia del punto 5 que tiene un resultado

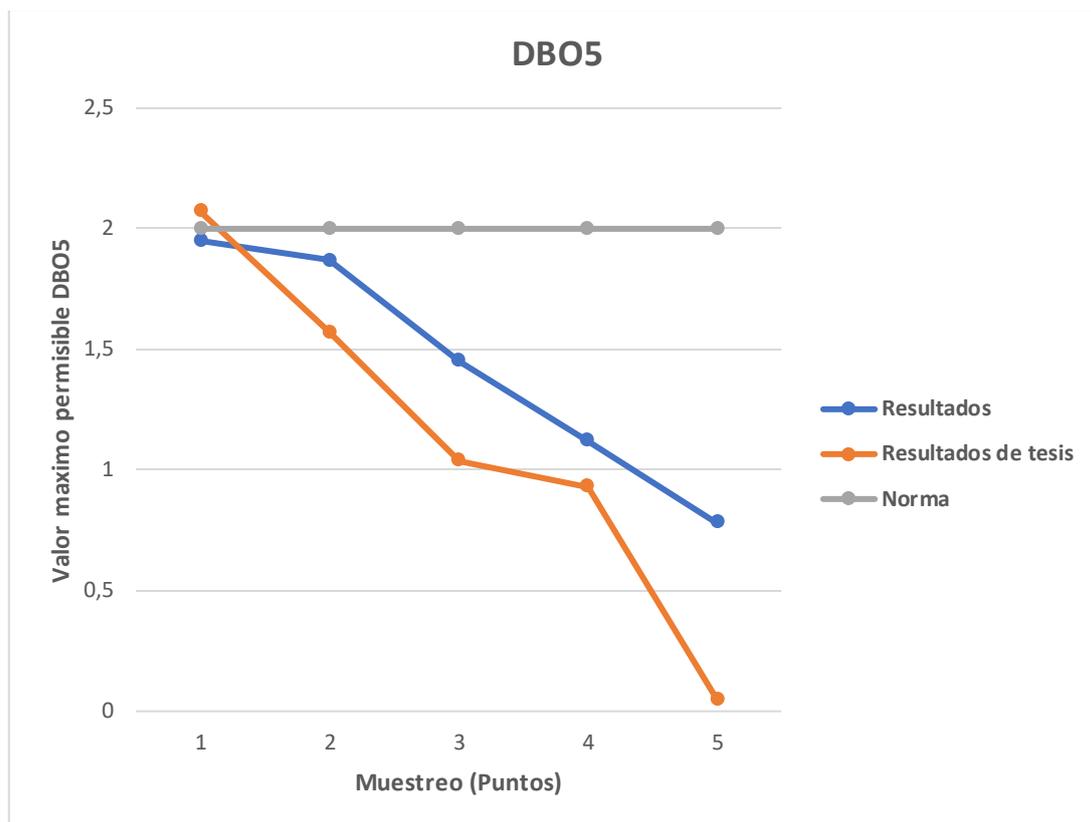
de 12,8 mgO₂/L, esto se debe a que el cauce de la acequia entra en contacto con fuentes contaminadas donde hay menor presencia de vegetación por lo que la carga orgánica disminuye. Sin embargo, no sobrepasan la norma establecida por lo que no representa un peligro potencial en cuanto a contaminación ambiental se trata.

Por otra parte, y en comparación con la información proveniente de la tesis de “Modelamiento de la autodepuración de la acequia Pumamaqui, Comunidad de Pesillo, cantón Cayambe.” (Caiza y Meléndez, 2020), se puede evidenciar una clara disminución en cuanto al parámetro de DQO se trata. Esto puede deberse al freno de las actividades productivas por causa de la emergencia sanitaria COVID - 19.

Es importante recalcar que los valores obtenidos durante el estudio están por debajo de los límites máximos estipulados en la normativa ambiental, lo que indica que no existe impactos graves y/o irreversibles a considerarse en el área de investigación, (*Ver Anexo 5*).

Figura 9

Valor máximo permisible y resultados DBO



Nota. La grafica indica las tendencias obtenidas para el parámetro de DBO.

Al observar los resultados de la DBO_5 tenemos que el punto 1 posee un valor de 2, 3 mgO_2/L a diferencia del punto 5 que tiene un resultado de 0,78 mgO_2/L , esto se debe a que en el transcurso del cauce de la Acequia ocurre una auto depuración natural debido al trayecto sinuoso propio del lugar.

Por otra parte, y en comparación con la información proveniente de la tesis de “Modelamiento de la autodepuración de la acequia Pumamaqui, Comunidad de Pesillo, cantón Cayambe.” (Caiza y Meléndez, 2020), se puede evidenciar un ligero incremento de la DBO_5 , siendo que el punto 1 sobrepasa el límite establecido en la norma debido a que existe una mayor cantidad de materia orgánica proveniente del rio que alimenta a la acequia.

- **Coliformes fecales**

La tabla 26 presenta los resultados obtenidos del análisis de coliformes fecales.

Tabla 26

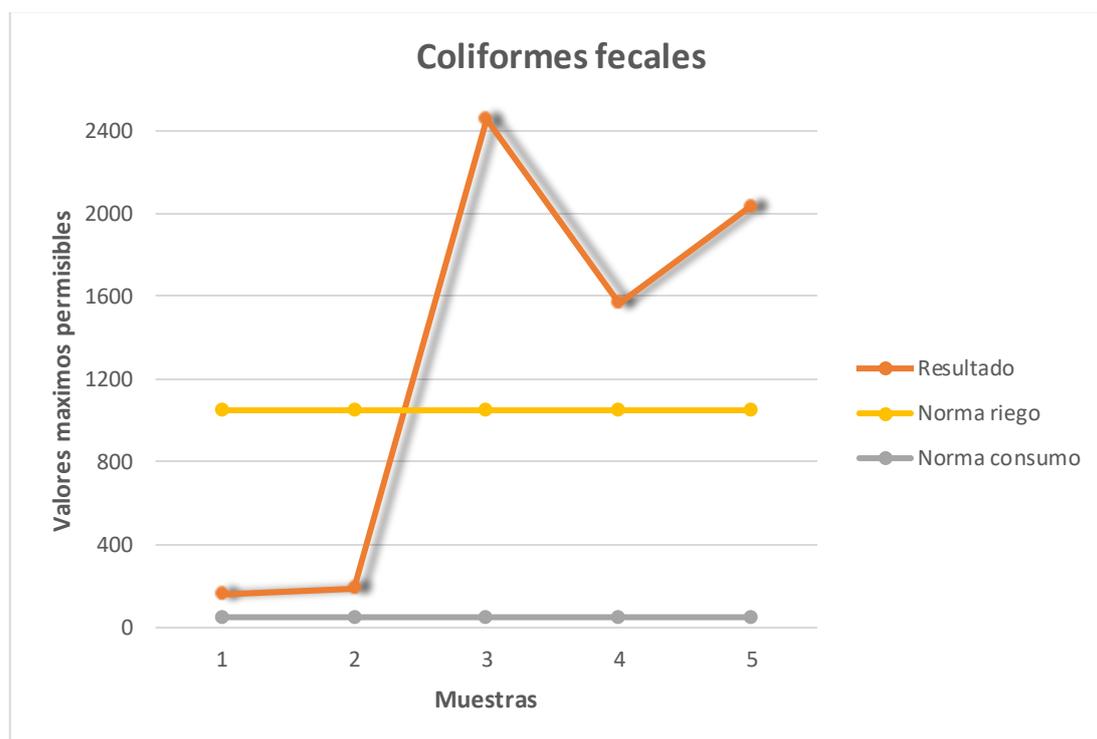
Resultados de análisis de laboratorio de coliformes comparados con la norma vigente ecuatoriana

Coliformes fecales (NMP/100ml)			
Muestra (Punto)	Resultado	Norma consumo	Norma riego
1	160	50	1000
2	190	50	1000
3	2456	50	1000
4	1567	50	1000
5	2034	50	1000

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos del parámetro de coliformes fecales y su relación con las normas para consumo humano y riego de cultivos.

Figura 10

Tendencias de coliformes fecales de acuerdo a la norma



Nota. La grafica indica las tendencias obtenidas para el parámetro de coliformes fecales.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos apreciar que el punto 1 posee un valor de 160 NMP/100ml a diferencia del punto 5 que tiene un resultado de 2034 NMP/100ml, por lo que existe una variación fuerte en cuanto al parámetro de coliformes fecales se trata. Esto se

debe a que el flujo de agua que transita a través de la acequia entra en contacto directo con fuentes contaminantes ganaderas es decir hay presencia de heces fecales en el recurso hídrico.

En cuanto a la norma para riego los puntos 3, 4 y 5 exceden claramente la normativa vigente estipulada en la tabla 35, esto se debe a la actividad ganadera originada a los alrededores de la acequia. Para la norma de desinfección (tabla 36) y consumo los resultados obtenidos en los 5 puntos analizados sobrepasan los límites establecidos por lo que su uso en estos aspectos está prohibido.

- Conductividad eléctrica, Turbidez, Solidos totales

A continuación, se presenta los parámetros analizados en la tabla 27:

Tabla 27

Resultados de análisis de laboratorio de conductividad eléctrica, turbidez y solidos totales comparados con la norma vigente ecuatoriana.

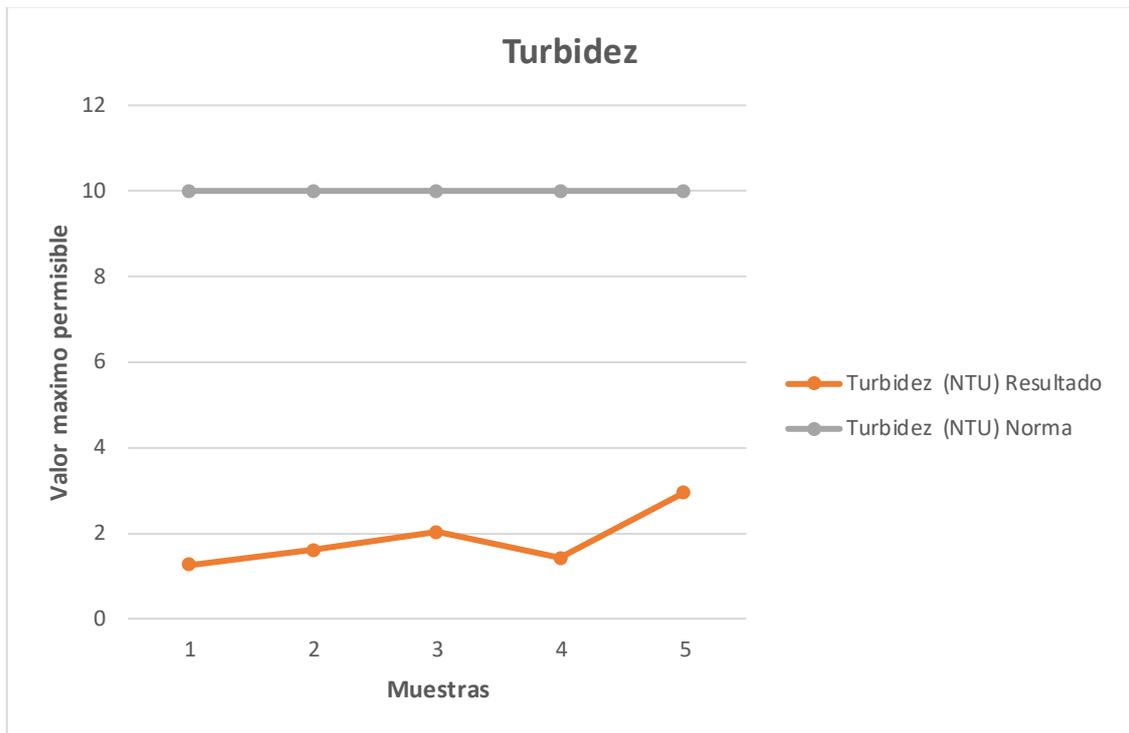
Muestra (Punto)	Conductividad	Turbidez (NTU)		Solidos disueltos	
	eléctrica (ms/cm)			Totales (mg/l)	
	Resultado	Resultado	Norma	Resultado	Norma
1	0,074	1,25	10	240	3000
2	0,058	1,59	10	210	3000
3	0,059	2,03	10	2850	3000
4	0,063	1,42	10	200	3000
5	0,061	2,95	10	120	3000

Nota. Esta tabla muestra los resultados para los parámetros de conductividad eléctrica, turbidez y solidos disueltos.

Los análisis de conductividad eléctrica tomados en el laboratorio indican una alteración exigua de aproximadamente 0,074 ms/cm para el punto 1 y 0,061 ms/cm para el punto 5. Esto se debe a la presencia de sales minerales, a mayor concentración de esta, mayor será su conductividad misma que es un referente a la presencia de solidos disueltos.

Figura 11

Tendencias de la turbidez de acuerdo a la norma

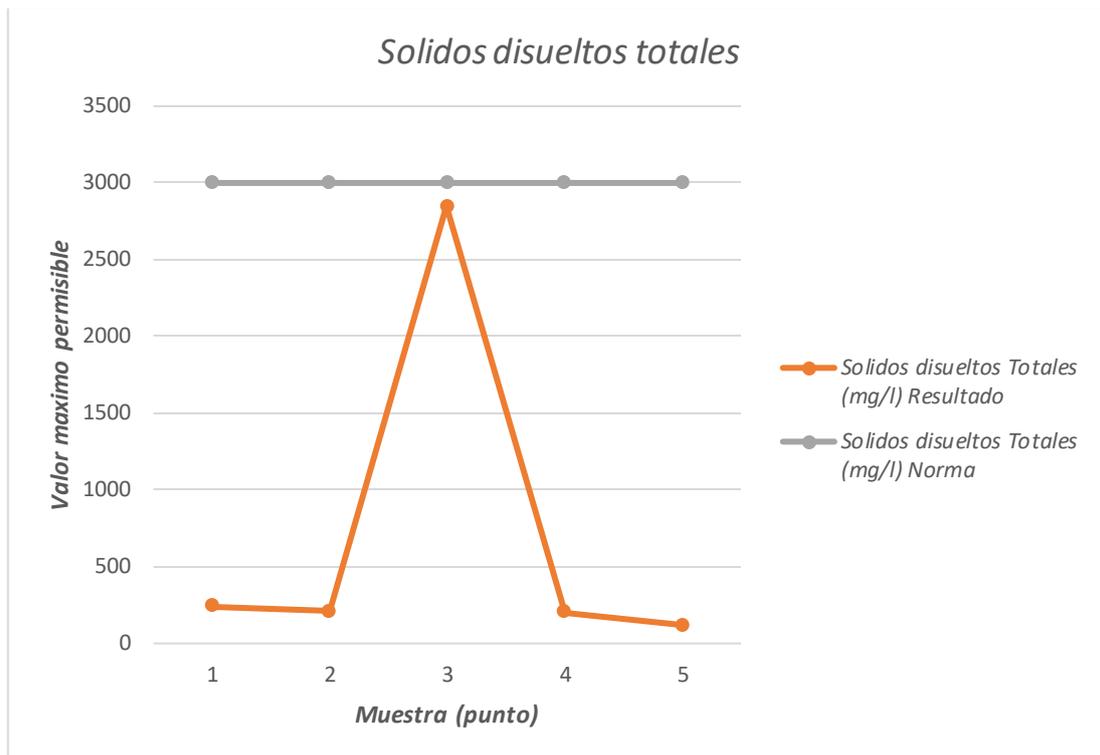


Nota. La grafica indica las tendencias obtenidas para el parámetro de turbidez.

Por otro lado, los análisis de turbidez obtenidos, nos indican que estos están dentro de los valores máximos permisibles señalados en el Anexo I del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, donde se establece que el valor máximo permitido es 10 NTU por lo que se puede concluir que existe un cumplimiento en cuanto a la norma de saneamiento y agua potable se trata. Esto se debe a que no hay un desplazamiento de materia que obstruya el ingreso de la iluminación natural del sol. La variación de la turbidez con respecto a la norma se puede apreciar en la figura 11.

Figura 12

Tendencias de los sólidos disueltos totales de acuerdo a la norma



Nota. La grafica indica las tendencias obtenidas para el parámetro de solidos disueltos totales.

Los análisis de solidos disueltos totales presentan una alteración significativa en el punto 3 con un valor de 2850 mg/l a comparación del punto 2 y 4 con resultados de 210 mg/l y 200 mg/l respectivamente, aunque el punto 3 posea un valor alto este no incumple la norma de manejo de agua de riego y manejo agrícola de la tabla 35 pero si excede la norma de desinfección establecida en la tabla 36 por lo que se puede establecer que el recurso agua tiene presencia de compuestos orgánicos e inorgánicos o sales minerales provenientes de los animales y de la zonas habitadas que se encuentran alrededor.

5.4 Análisis del Recurso Suelo

A continuación, se muestran los resultados alcanzados, mismos que fueron cotejados con los valores máximos permisibles establecidos en el TULAS, con la finalidad de establecer valores de calidad para el recurso suelo.

- **pH y Conductividad eléctrica**

La tabla 28 presenta los resultados para los parámetros de pH y conductividad eléctrica del recurso suelo.

Tabla 28

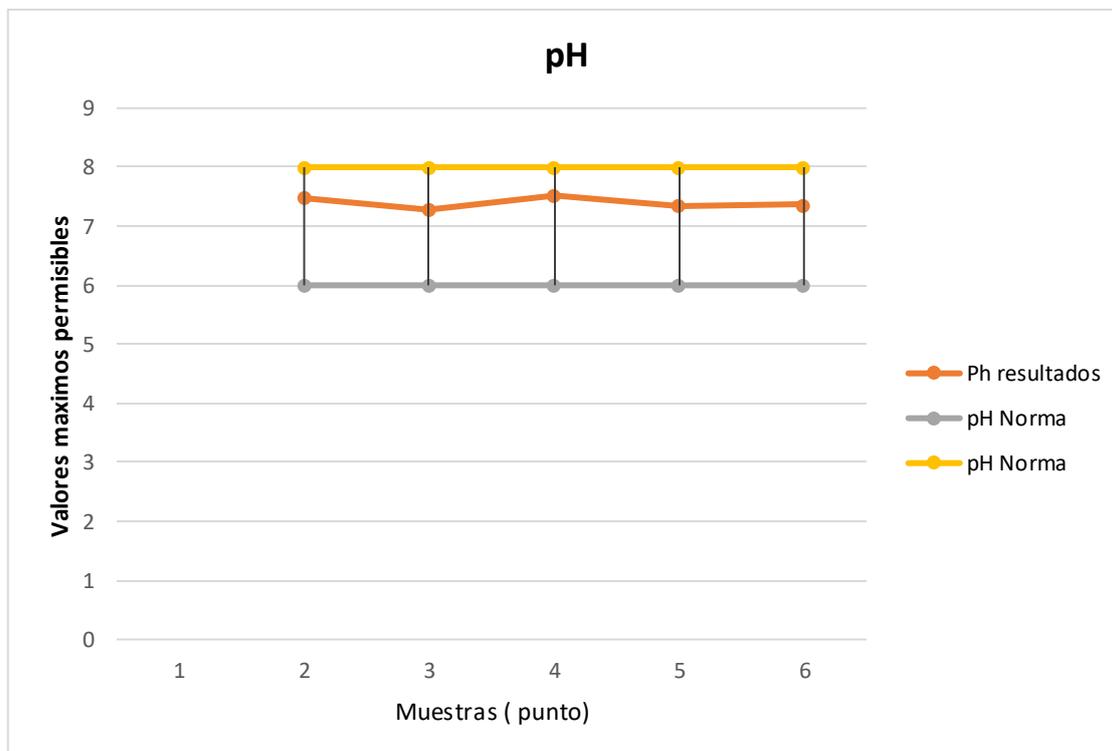
Resultados de análisis de laboratorio de conductividad eléctrica, pH comparados con la norma vigente ecuatoriana

Muestra (Punto)	pH		Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	
	Resultados	Norma	Resultados	Norma
1	7,48	6 a 8	0,12	2
2	7,28	6 a 8	0,08	2
3	7,52	6 a 8	0,052	2
4	7,35	6 a 8	0,09	2
5	7,37	6 a 8	0,046	2

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos con respecto al análisis de pH y conductividad eléctrica del recurso suelo.

Figura 13

Tendencias de pH del suelo de acuerdo a la norma

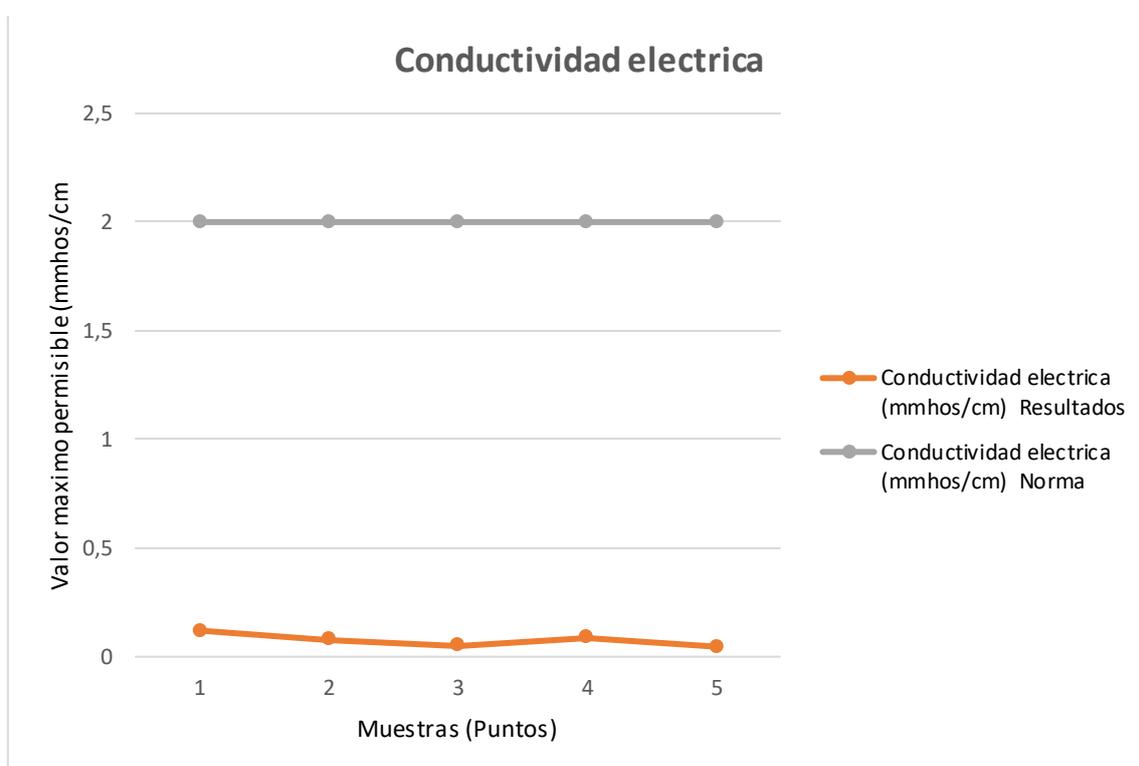


Nota. La grafica indica las tendencias obtenidas para el parámetro de pH del recurso suelo.

Con los resultados obtenidos se puede establecer que no existe alteraciones considerables con respecto a este parámetro. Por lo que cada punto analizado se encuentra dentro del rango permisible (6 a 8) para el recurso suelo. Se puede concluir que este recurso se encuentra en perfectas condiciones para realizar actividades como la agricultura y que a través de los indicadores se evidencia la existencia de nutrientes necesarios para el desarrollo de las especies vegetales.

Figura 14

Tendencias de conductividad eléctrica de acuerdo a la norma



Nota. La grafica indica la tendencia obtenidas para el parámetro de Conductividad eléctrica del recurso suelo.

Por otro lado, los análisis de conductividad eléctrica muestran una alteración exigua, la cual se encuentra en el punto 1 con un valor de 0,12 mmhos/cm a comparación del punto 5 con 0,046 mmhos/cm concluyendo así que se encuentra dentro de los valores máximos permisibles, mismos que podemos encontrarlos en las tablas 37 y 38, (Ver Anexo 6).

La variación se presenta debido a la humedad, sales disueltas y textura fina, a mayor contenido de este mayor será la conductividad.

- **Organoclorados**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 29

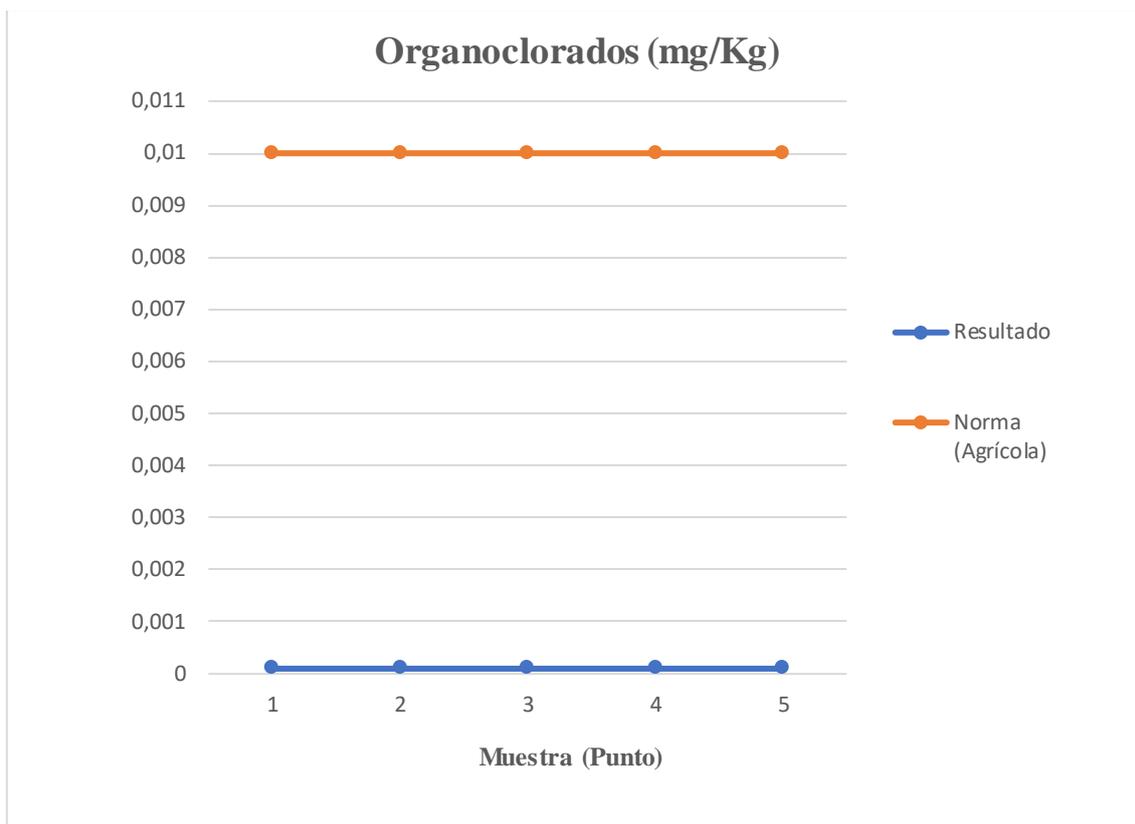
Resultados de análisis de laboratorio de pesticidas organoclorados comparados con la norma vigente ecuatoriana.

Organoclorados (mg/Kg)		
Muestra (Punto)	Resultado	Norma (Agrícola)
1	<0,0002	0,01
2	<0,0002	0,01
3	<0,0002	0,01
4	<0,0002	0,01
5	<0,0002	0,01

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos con respecto al parámetro de pesticidas organoclorados.

Figura 15

Comparación de análisis de pesticidas organoclorados de acuerdo a la norma



Nota. La grafica indica la tendencia obtenida para el parámetro de pesticidas organoclorados del recurso suelo.

La presencia de estos plaguicidas se da por la utilidad que tienen dentro de los campos de cultivo pero que debido a sus características lo convierte en compuestos persistentes y de difícil degradación además de ser un peligro potencial para el ambiente.

Los valores obtenidos en todos los puntos de muestreo son $<0,0002$, mismos que están por debajo de los límites permisibles estipulados en la tabla 38, lo que indica que no existe contaminación por pesticidas organoclorados ni de ninguno de sus metabolitos (Aldrin, Dieldrin, Clordano DDT y Endosulfan).

- **Organofosforados**

El problema que trae consigo el uso de pesticidas dentro de la agricultura resulta un aspecto muy importante debido a los efectos dañinos que tiene sobre el medio ambiente como degradación y erosión del suelo. La siguiente tabla presenta los resultados del análisis de

pesticidas organofosforados realizado a las muestras del suelo. Se recalca que no existen límites establecidos para este parámetro dentro del Anexo II del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente en medida que no existen suficientes investigaciones de este plaguicida en áreas agrícolas.

Tabla 30

Resultados de análisis de laboratorio de pesticidas organofosforados

Organofosforados (mg/Kg)		
Muestra (Punto)	Resultado	Norma (Agrícola)
1	<0,01	N/A
2	<0,01	N/A
3	<0,01	N/A
4	<0,01	N/A
5	<0,01	N/A

Nota. Esta tabla indica los resultados obtenidos para el parámetro de pesticidas organofosforados además de la no existencia de límites máximos con respecto a este parámetro.

5.3 Análisis del Recurso Social

- Actividad económica

Los resultados obtenidos en la tabulación del censo 2020 (Tabla 31), nos indican que las actividades de agricultura, ganadería y las ramas que le competen a esta, se encuentra en un 24,28 % de la población y según los datos arrojados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) durante el año 2010 (Tabla 10), se encuentro en un 58,0% del total, por lo tanto existe una disminución del 33,72% que dejaron de realizar estas actividades debido a que las personas se jubilaron, o se dedicaron otra oficio; esto nos indica que el impacto ambiental bajo mejorando considerablemente la calidad ambiental del recurso suelo y agua, (*Ver Anexo 12*).

Tabla 31*Actividad Económica*

Oficio	Viviendas	%
Chofer asalariado	4	0,31
Chofer cuenta propia	23	1,78
Cuenta propia	65	5,03
Docente	1	0,08
Dueño de comedores	5	0,39
Dueño de tienda	9	0,70
Empleado Domestico	19	1,47
Empleado Privado	160	12,37
Empleado Publico	26	2,01
Estudiante	328	25,37
Ganadería	53	4,10
Jornalero o peón	132	10,21
Jubilado	30	2,32
Negocio propio	17	1,31
Obrero	49	3,79
Patrón/empleador	2	0,15
Pensionista (bono)	10	0,77
Quehaceres del hogar	232	17,94
Trabajador de su propia parcela	126	9,74
Discapacitado	1	0,08
Ganadería-Trabajador de su propia parcela	1	0,08
Total general	1293	100

Nota. Esta tabla muestra el número de viviendas de acuerdo al oficio que ejercen los habitantes. Adaptado de (Equipo UPS, 2020).

- Fuentes agua

De acuerdo con la tabla 32 y comparando con el aspecto social de la comunidad de Pesillo se considera que es de gran importancia analizar la utilización de la fuente hidrográfica. Por lo que haciendo una comparación de los datos obtenidos del censo del año 2010 y de los

llevados a cabo durante el 2020 por la Universidad Politécnica Salesiana sobre el área de investigación se determina que la ganadería y agricultura predominan como principal fuente económica. Debido al crecimiento poblacional podemos evidenciar que 457 viviendas utilizan el agua proveniente de vertientes a diferencia de la acequia Pumamaqui que abastece y sirve a la producción agropecuaria de 6 viviendas, (*Ver Anexo 13*).

Tabla 32

Fuente de agua para consumo

Fuente de agua para consumo (N° de viviendas)				
Comunidad	Pozo	Río	Acequia	Vertiente
Pesillo	22	1	6	457

Nota. Esta tabla muestra el tipo de fuente existente en la comunidad aledaña a la acequia Pumamaqui. Tomado de (Equipo UPS, 2020).

- **Acceso agua**

La implementación de alcantarillado en la comunidad de Pesillo ha favorecido a la mejora sustancial de los recursos agua y suelo. De esta manera se puede establecer una mejora en el grado de contaminación de la acequia Pumamaqui. Por otro lado, la captación de agua potable y entubada ha generado un impacto ambiental directo sobre la laguna de San Marcos, sitio donde se encuentran construidos embalses de extracción para cubrir la demanda poblacional de agua, (*Ver Anexo 14*).

Tabla 33

Tipo de red

Comunidad	Tipo de red		
	Red de alcantarillado	Agua potable	Agua entubada
Pesillo	265	143	340

Nota. Esta tabla muestra el tipo de red existente en la comunidad de Pesillo. Tomado de (Equipo UPS, 2020).

5.4 Discusión

Al concluir los análisis de los recursos suelo, agua más sus bioindicadores y de la parte social se determinó que el pH y conductividad eléctrica del recurso hídrico se encuentran dentro de los rangos estipuladas para desinfección y uso agrícola o riego, se halló también estándares de coliformes fecales que superaron la norma por lo que se descarta su uso para actividades domésticas, en este sentido la cantidad de MIB encontrados en el trayecto del cauce permitieron afirmar la existencia de un grado moderado de contaminación. Con respecto al recurso suelo los resultados indicaron condiciones favorables que no representan un riesgo para las actividades desarrolladas en el área de estudio por lo que el aspecto social de la comunidad no presenta mayores afectaciones. En nuestra investigación se pudo constatar que el nivel de afectación para el recurso agua sigue manteniendo valores similares para los parámetros analizados con relación a estudios y trabajos realizados previamente en lugar.

5.5 Alternativas Preventivas y de Mitigación Ambiental

Tabla 34

Medidas de prevención y mitigación

RECURSO	OBSERVACIÓN	MEDIDA DE PREVENCIÓN	MEDIDA DE MITIGACIÓN
AGUA	Índice biológico BMWP bajo (Aguas moderadamente contaminadas)	Realizar muestreos y estudios de MIB para establecer un aumento o reducción de bioindicadores a lo largo de la acequia.	Evitar actividades ganaderas y agrícolas que puedan contribuir al deterioro de la biota acuática presente en el cauce.
	Parámetro (DBO5 - Punto 1) fuera del límite máximo permisible	Realizar monitoreos al río Chimba para evaluar las características del recurso agua.	Establecer jornadas de limpieza de residuos presentes alrededor de la acequia.
	Parámetro (Coliformes fecales - Puntos 3,4 y 5) fuera del límite máximo permisible	Construir abrevaderos apartados del canal hídrico.	Evitar que el ganado vacuno y bobino realiza las deposiciones fecales alrededor del canal.

RECURSO	OBSERVACIÓN	MEDIDA DE PREVENCIÓN	MEDIDA DE MITIGACIÓN
AMBIENTAL			
	Parámetro (Sólidos totales - Punto 3) al borde del límite máximo permisible	Realizar controles para cuantificar y cualificar los niveles de impureza presentes en el cauce.	Evitar verter sustancias y/o materiales provenientes de la actividad ganadera y doméstica.
SUELO	Parámetros (pH y conductividad eléctrica).	Evitar la utilización de sustancias o productos que alteren la composición del suelo.	Realizar monitoreos y seguimientos para constatar que el recurso suelo no se vea afectado por las prácticas agropecuarias y actividades domésticas.
	Parámetros (Organoclorados y Organofosforados).	Realizar muestreos anuales para establecer el aumento o disminución del pesticida.	Evitar el uso de pesticidas en predios aledaños a la Acequia Pumamaqui o en su defecto utilizar plaguicidas naturales.

Nota. Esta tabla indica las alternativas de mitigación y prevención para minimizar los impactos ambientales en los recursos agua y suelo.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los macroinvertebrados hallados en el caudal de la Acequia Pumamaqui fueron utilizados como bioindicadores de calidad hídrica debido a que son organismos muy susceptibles a las perturbaciones que pueda sufrir el ambiente en este sentido la clase con mayor presencia fue la *Insecta* con un 25 % del total y que se encuentra distribuida en 4 órdenes diferentes.
- La calidad del recurso hídrico proveniente de la acequia medida a través del índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party) indica una calidad dudosa del agua esto puede deberse al aumento de DBO5 que se presenta desde el punto inicial y que supera el límite establecido en la normativa ambiental y que con el transcurso que tiene a lo largo de la comunidad de Pesillo va disminuyendo. Adicional a esto el punto 3 (zona con mayor número de domicilios) registra un incremento notable de los valores en los parámetros de coliformes fecales y sólidos totales debido a las actividades agropecuarias llevadas a cabo en la zona.
- Debido a que los parámetros de coliformes fecales y sólidos totales incumplen con la norma para consumo humano, el agua procedente de la acequia debe ser utilizada exclusivamente para producción pecuaria y riego de cultivos de esta manera las actividades primarias del lugar no se verán afectadas económicamente.
- De acuerdo a las variables analizadas del recurso agua se puede concluir que no todos los parámetros están dentro de los límites establecidos, por lo que el recurso debe ser utilizado con la debida responsabilidad y evitar su utilización para consumo humano. Por otra parte, la calidad del recurso suelo se encuentra con rangos mínimos a los valores máximos permisibles estipulados por la norma ecuatoriana vigente llegando a la conclusión de que se encuentra en un estado óptimo para su uso.

- Respecto al análisis de pesticidas organofosforados y organoclorados los resultados señalan que no existe contaminación de los puntos estudiados pudiéndose concluir ausencia de Endrin (total), Heptacloro, Hexaclorociclohexano (todos los isómeros), Atrazina, Carbofuran, Orgánicos Misceláneos y Alifáticos no Clorinados (cada uno) que son los plaguicidas más contaminantes estipulados en la normativa ambiental.
- El análisis de los parámetros de calidad para los recursos agua y suelo indican que no hay impactos ambientales que puedan considerarse peligrosos e irreversibles. El impacto mínimo generado por la actividad ganadera puede ser controlado a través de medidas de mitigación y prevención.

6.2 Recomendaciones

- Es importante fijar más puntos de muestreo de macroinvertebrados en el trayecto con el fin de establecer más clases, órdenes y familias que sirvan como biota acuática indicadora del recurso hídrico de la acequia Pumamaqui.
- Se recomienda mantener al tanto a la comunidad sobre los estudios realizados en el área de investigación además de los impactos ambientales procedentes de la actividad ganadera llevada a cabo diariamente.
- Es recomendable no revestir con concreto el canal de la acequia con la intención de no afectar la biota acuática natural del cauce.
- Es necesario evitar actividades cercanas a la orilla de la acequia Pumamaqui con la finalidad de preservar la calidad del recurso hídrico y disminuir los impactos y la contaminación ambiental.
- Es importante implementar alternativas de pastoreo enfocadas en la conservación de la calidad hídrica proveniente de la acequia Pumamaqui.
- Es recomendable realizar estudios e investigaciones con una frecuencia de 1 a 4 años para verificar el estado del recurso suelo y evitar anomalías que ponga en riesgo al medio ambiente.

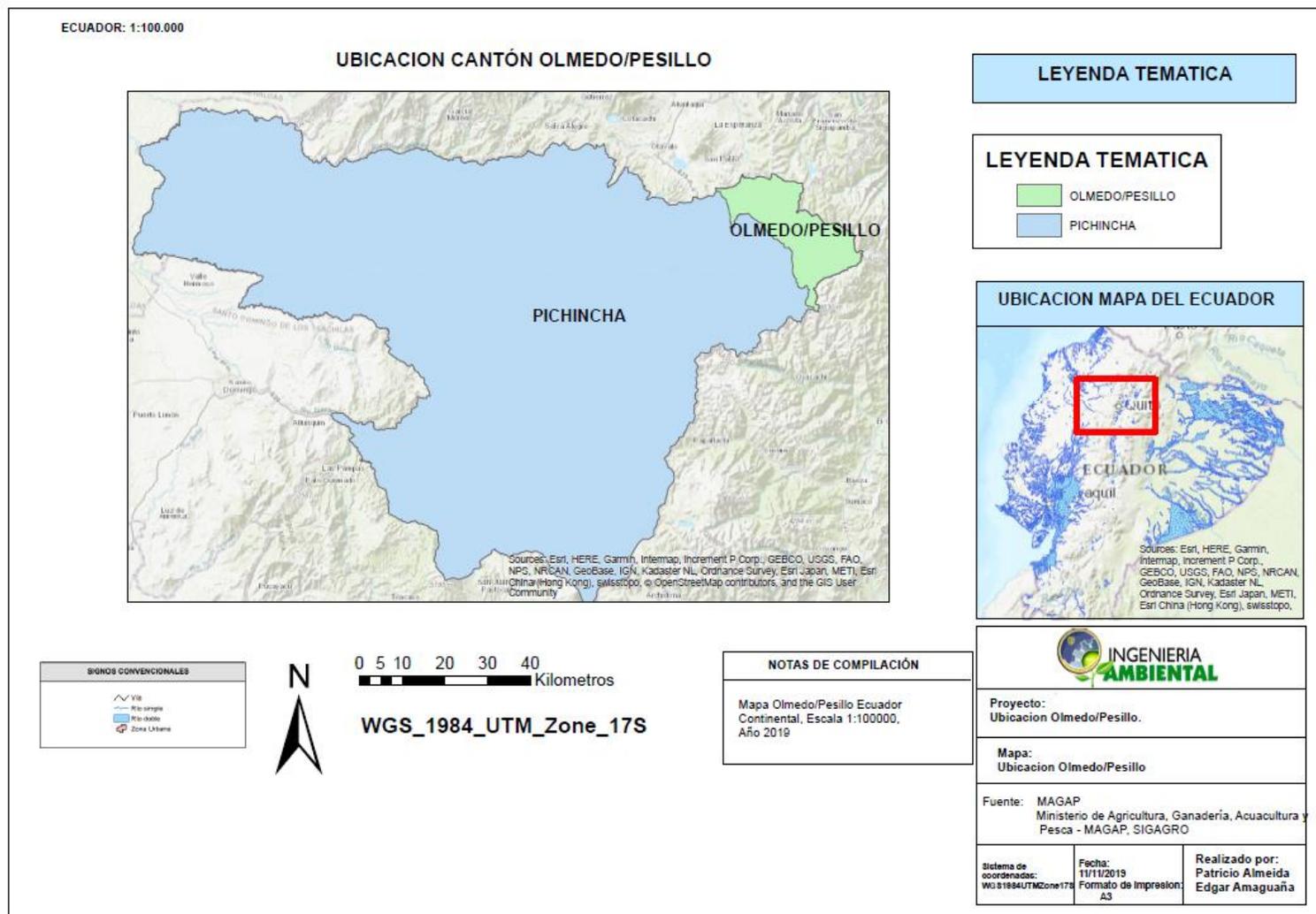
7 BIBLIOGRAFÍA

- Acebo, D., & Hernández, A. (2013). Los métodos Turbidimétricos y sus aplicaciones en las ciencias de la vida. *CENIC*, 3.
- Aguirre, J. (diciembre de 2011). *Validación de los indicadores biológicos (macroinvertebrados) para el monitoreo de la cuenca del río Yanuncay*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1197/14/UPS-CT002208.pdf>
- Álvarez, L. (2005). *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua*. Bogota, Colombia: Instituto Humboldt Colombia.
- Burgos, L., Dominguez, M. d., Fernández, J., Grande, M., & Henández, R. (2008). *Demanda Química de Oxígeno de Muestras Acuáticas*. Mexico, D.F. México. Obtenido de http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/redica/resources/LocalContent/127/2/Libro%20DQO%202008.pdf
- Caiza, J., & Meléndez, J. (Julio de 2020). *MODELAMIENTO DE LA AUTODEPURACIÓN DE LA ACEQUIA PUMAMAQUI, COMUNIDAD DE PESILLO, CANTÓN CAYAMBE*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18810/1/UPS%20-%20TTS018.pdf>
- Constitución Política de la República del Ecuador. (2008). *Registro oficial*. Obtenido de <http://www.oas.org/en/>: https://web.oas.org/mla/en/Countries_Intro/ecu_intro_text_esp_1.pdf
- Domingo, A. (2012). *Manejo de Suelos: Técnicas de toma y remisión de muestras*. Cerro Azul: INTA. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-tnicas_de_toma_y_remisin_de_muestras_de_suelos.pdf
- Fernández, A. (12 de Diciembre de 2012). El agua: un recurso esencial. *Revista Química Viva*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Ferrero, J. H. (1974). *Depuración Biológica de agua*. De Alhambra. Madrid, España: Alhambra.
- García, C. (2013). Parámetros fisicoquímicos del agua. *Albéitar*, 3.
- González, H., Crespo, E., Acosta, R., & Hanriette, H. (2018). *Guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca*. Cuenca: Servigraf.
- Hincapié, M., & Chaverra, G. (2015). *DIAGNOSTICO DE AGUAS: MANUAL DE LABORATORIO* (Universidad de Medellín ed.). Medellín, Colombia: Universidad de Medellín.
- INAMHI. (29 de enero de 2020). *Anuario Meteorológico*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>

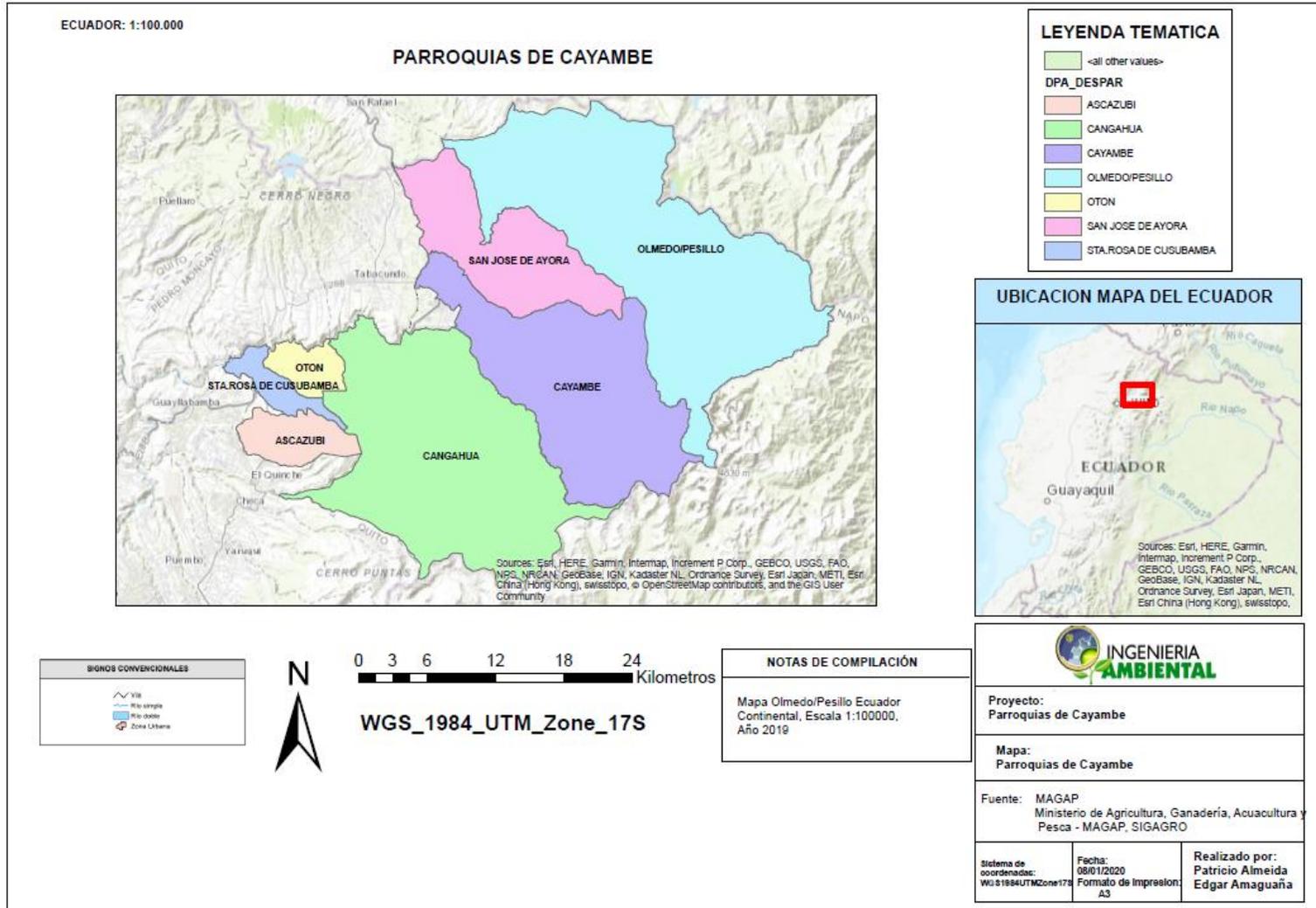
- INEC. (18 de febrero de 2020). *Estadísticas laborales*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- INIA. (2015). *Semana de la Ciencia y Tecnología*. Tacuarembó.
- Lechón, L. (mayo de 2010). *Inventario de especies arbóreas de la zona urbana del cantón Cayambe*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4589>
- Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. (2014). *Segundo Suplemento - Registro Oficial N° 305 -- Miércoles 6 de agosto de 2014*. Quito-Ecuador.
- Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo. (2016). *Registro Oficial: Oficio No. SAN-2016-1196- 30 de junio de 2016*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente . (2015). *MAE*.
- Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 1108. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Quito: INEN.
- Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2169. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Quito: INEN.
- Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2176. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Quito: INEN.
- Olivencia, Y. (1990). *Cambios medioambientales que suceden al abandono de los campos de cultivo en terrazas:La acequia de Cachariche*. Granada: Universidad de Granada.
- Pierre, P. (Julio de 1983). *Los climas del Ecuador - Fundamentos explicativos*. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-10/21848.pdf
- Rodríguez, R., Águeda, B., & Portela, A. (2004). *Meteorología y Climatología*. Obtenido de <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
- Romero, J. (2002). *Calidad del Agua Escuela Colombiana de Ingeniería*. Colombia, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería .
- Rorier, J. (1981). *Análisis de aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. Barcelona: Omega.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. (2015). *Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003*. Quito_Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Túquerres, E., & Echeverría, O. (2017). Catálogo de Atractivos Turísticos de la Parroquia Olmedo-Pesillo. *Editorial Universidad Técnica del Norte (UTN)*, 66.

8 ANEXOS

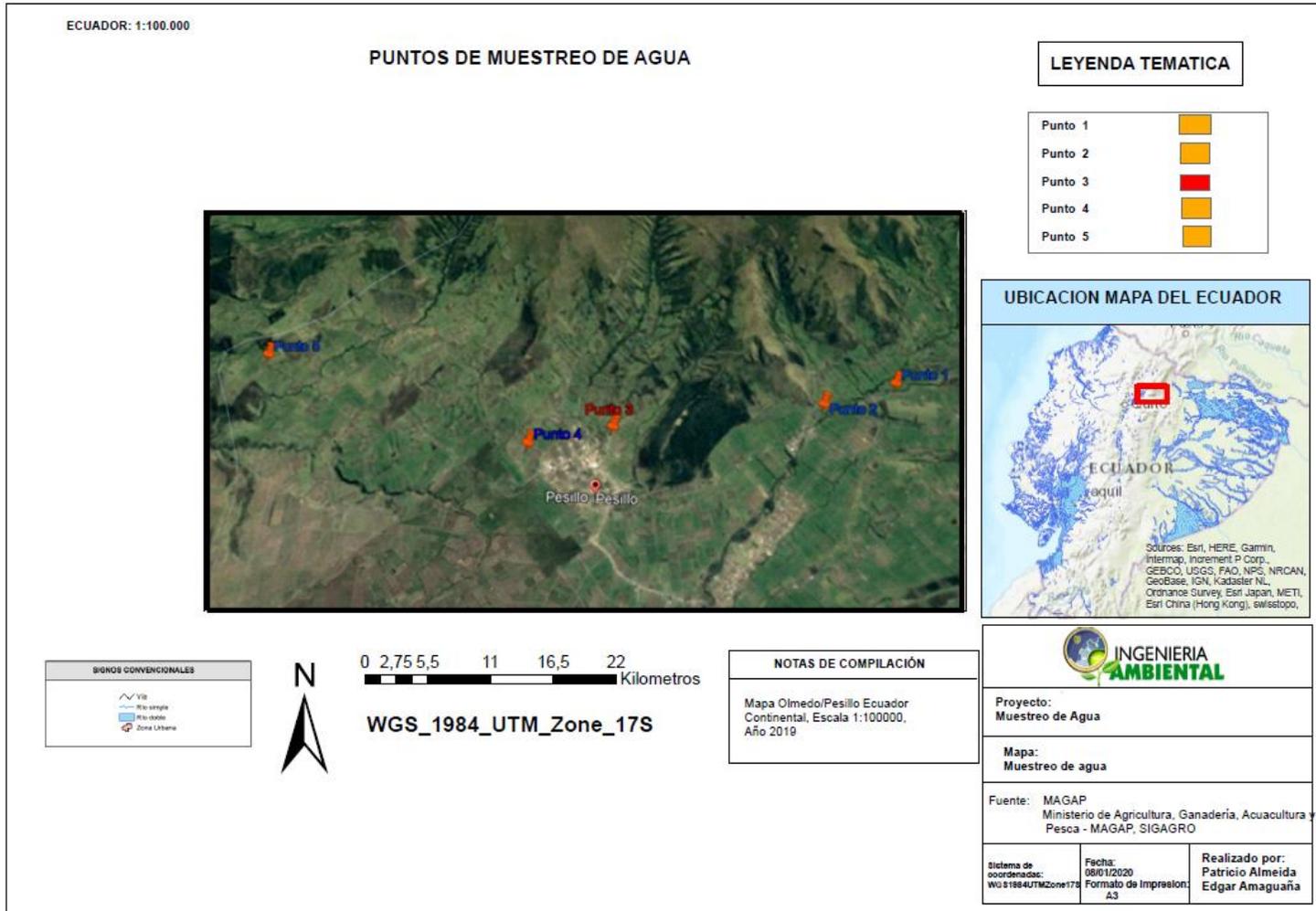
Anexo 1 Ubicación geográfica de la parroquia Olmedo



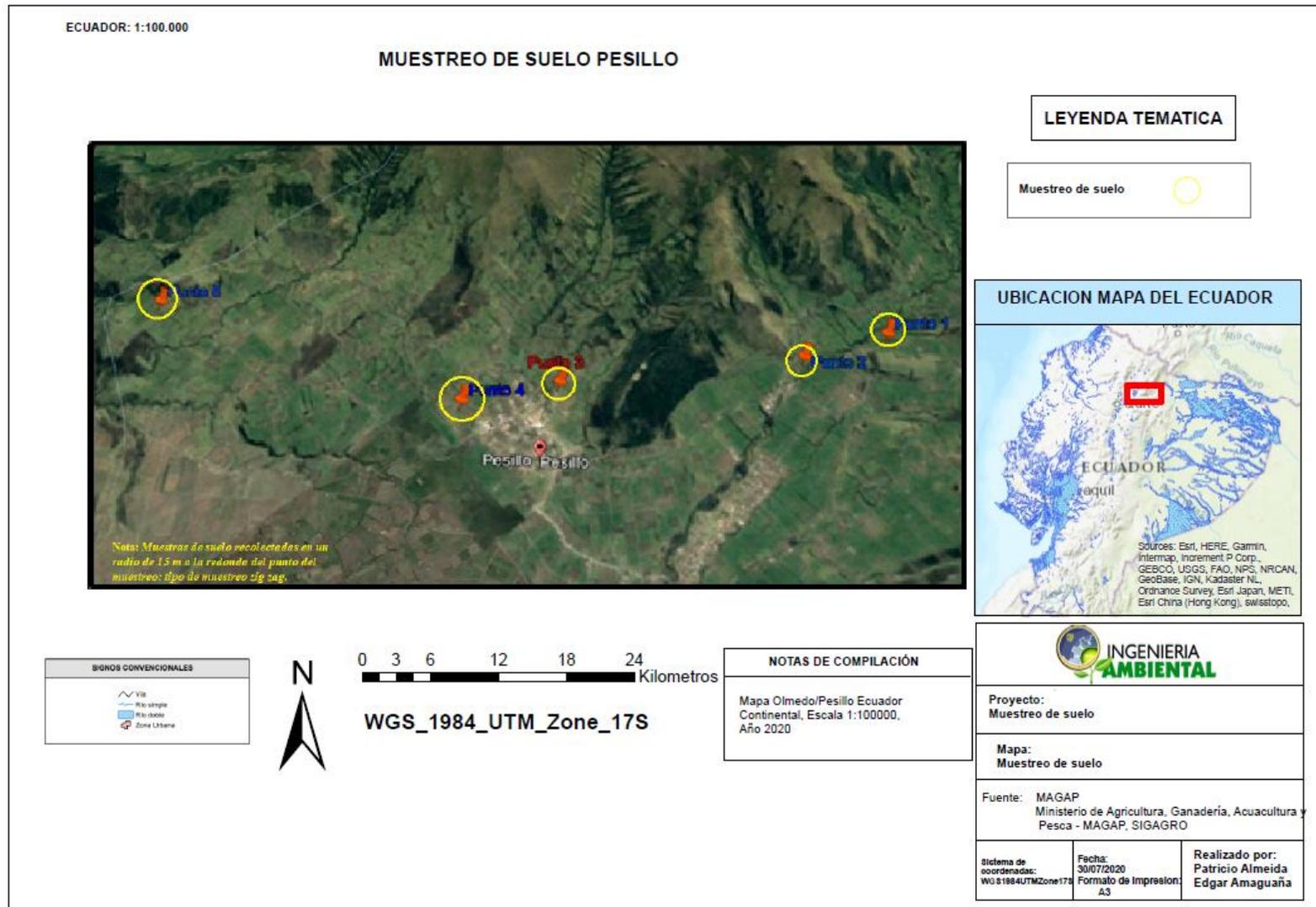
Anexo 2 Parroquias urbanas y rurales del cantón Cayambe.



Anexo 3 Puntos de muestreo de agua y macroinvertebrados



ANEXO 4 PUNTOS DE MUESTREO DE SUELO



Anexo 5 Tablas del Recurso Agua – Normativa Ambiental

Tabla 35

Criterios de calidad de agua para uso agrícola y riego

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbomatos totales	Concentración total de carbomatos	mg/l	0,1
Cianuro	CN	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2
Coliformes fecales	NMP	mg/l	1000
Cromo hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1
Hierro	Fe	mg/l	5
Huevos de parásitos		Huevos/l	Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Materia flotante	Visible	mg/l	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO2	mg/l	0,5

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
Plata	Ag	mg/l	0,05
pH	pH	mg/l	6 a 9
Plomo	Pb	mg/l	5
Selenio	Se	mg/l	0,02
Solidos disueltos totales		mg/l	3000
Sulfatos	SO4-2	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	2

Nota. Esta tabla muestra los límites máximos permisibles para uso agrícola y riego. Tomado de (Texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente, 2015).

Tabla 36

Criterios de calidad para agua que solo requieren desinfección.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniaco	mg/l	1
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN-	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1
Color	color real	Unidades de color	20

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes Totales	nmp/100ml		50*
Cloruros	Cl-	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	2
Dureza	CaCO3	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6 a 9

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO=	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°C		Condición natural +/-3 grados 0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C6H6	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
Pesticidas y Herbicidas			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbomatos	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Toxafeno Compuestos Halogenados		mg/l	0,01

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

Nota. Esta tabla muestra los límites máximos permisibles para desinfección del recurso agua. Tomado de (Texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente, 2015).

Anexo 6 Tablas del recurso suelo – Normativa Ambiental

Tabla 37

Criterios de calidad de suelo

Sustancia	Unidades (Concentración en peso seco)	Suelo
Parámetros generales		
Conductividad	mmhos/cm	2
pH		6 a 8
Relación de Adsorción de Sodio (índice SAR)		4*
Parámetros inorgánicos		
arsénico (inorgánico)	mg/kg	5
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0,5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	30
Cromo total	mg/kg	20
Cromo VI	mg/kg	2,5
Cianuro (libre)	mg/kg	0,25
Estaño	mg/kg	5
Flúor (total)	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0,1
Molibdeno	mg/kg	2
Níquel	mg/kg	20
Plomo	mg/kg	25
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	25
Zinc	mg/kg	60
Parámetros Orgánicos		
Benceno	mg/kg	0,05

Sustancia	Unidades	Suelo
	(Concentración en peso seco)	
Clorobenceno	mg/kg	0,1
Etilbenceno	mg/kg	0,1
Estireno	mg/kg	0,1
Tolueno	mg/kg	0,1
Xileno	mg/kg	0,1
PCBs	mg/kg	0,1
Clorinados Alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0,1
Clorobencenos (cada tipo)	mg/kg	0,05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0,1
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0,01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0,1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0,05
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/kg	0,1

Nota. Esta tabla muestra los valores y rangos de calidad del recurso suelo. Tomado de (Ministerio del Ambiente, 2015).

Tabla 38

Criterios de remediación o restauración (Valores máximos permisibles)

Sustancia	Unidades (Concentración en peso seco)	USO DEL SUELO			
		Agrícola	Residenci al	Comercia l	Industri al
Parámetros generales					
Conductiv idad	mmhos/cm.	2	2	4	4
Ph		6 a 8	6 a 8	6 a 8	6 a 8
Parámetros inorgánicos					

Sustancia	Unidades (Concentración en peso seco)	USO DEL SUELO			
		Agrícola	Residenci al	Comercia l	Industri al
arsénico (inorgánico)	mg/kg	12	15	15	15
Azufre (elemental)	mg/kg	500	-	-	-
Bario	mg/kg	750	500	2000	2000
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	2	-	-	-
Cadmio	mg/kg	2	5	10	10
Cobalto	mg/kg	40	50	300	300
Cobre	mg/kg	63	63	91	91
Cromo total	mg/kg	65	65	90	90
Cromo VI	mg/kg	0,4	0,4	1,4	1,4
Cianuro (libre)	mg/kg	0,9	0,9	8	8
Estaño	mg/kg	5	50	300	300
Flúor (total)	mg/kg	200	400	2000	2000
Mercurio (inorgánico)	mg/kg	0,8	2	10	10
Molibdeno	mg/kg	5	10	40	40
Níquel	mg/kg	50	100	100	100
Plata	mg/kg	20	20	40	40
Plomo	mg/kg	100	100	150	150
Selenio	mg/kg	2	3	10	10

Sustancia	Unidades (Concentración en peso seco)	USO DEL SUELO			
		Agrícola	Residencial	Comercial	Industrial
Talio	mg/kg	1	1	1	1
Vanadio	mg/kg	130	130	130	130
Zinc	mg/kg	200	200	380	380
Parámetros orgánicos					
Aceites y grasas	mg/kg	500	<2500	<4000	<4000
Hidrocarburos Aromáticos Monocíclicos					
Benceno	mg/kg	0,05	0,5	5	5
Etilbenceno	mg/kg	0,1	1,2	20	20
Estireno	mg/kg	0,1	5	50	50
Tolueno	mg/kg	0,1	0,8	0,8	0,8
Xileno	mg/kg	0,1	1	17	20
Compuestos fenólicos	mg/kg	-	-	-	-
Clorofenoles (cada uno)	mg/kg	0,05	0,5	5	5
Fenoles (total)	mg/kg	3,8	3,8	3,8	3,8
Hidrocarburos Aromáticos	mg/kg	<2		<5	<1

Sustancia	Unidades (Concentración en peso seco)	USO DEL SUELO			
		Agrícola	Residenci al	Comercia l	Industri al
Policíclico s					
Benzo (a) antraceno	mg/kg	0,1	1	1	1
Benzo (a) pírenos	mg/kg	0,1	0,7	0,7	0,7
Naftaleno	mg/kg	0,1	0,6	22	22
Pírenos	mg/kg	0,1	10	10	10
Hidrocarb uros clorinados					
Bifenilosp oliclorado s (PCBs) total	mg/kg	0,5	1,3	33	33
Clorinados	mg/kg	0,1	5	50	50
Alifáticos (cada uno)					
Clorobenc enos (cada uno)		0,05	2	10	10
Tetracloro etilenos	mg/kg	0,1	0,2	0,5	0,6
Tricloroeti leno	mg/kg	0,1	3	30	30
Pesticidas					

Sustancia	Unidades (Concentración en peso seco)	USO DEL SUELO			
		Agrícola	Residencial	Comercial	Industrial
Pesticidas organoclorados y sus Metabolitos Totales*	mg/kg	0,1	0,1	0,1	0,1
Aldrin					
Dieldrin					
Clordano					
DDT(total))1					
Endosulfan (TOTAL) 2					
Endrin (total)3	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01
Heptacloro 4	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01
Hexaclorociclohexano (todos los isómeros) 5	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01
Atrazina	mg/kg	0,005	0,005	0,005	0,005
Carbofuran n	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01
Orgánicos Misceláneos		-	-	-	-

Sustancia	Unidades (Concentración en peso seco)	USO DEL SUELO			
		Agrícola	Residenci al	Comercia l	Industri al
Alifáticos no Clorinados (cada uno)	mg/kg	0,3	-	-	-

Nota. Esta tabla muestra los valores máximos permisibles para restauración y remediación de suelos. Tomado de (Ministerio del Ambiente, 2015).

Anexo 7 Registros Fotográfico - Agua



*Muestreo del recurso agua de la acequia
Pumamaqui para la verificación de estudios
en el laboratorio de la Universidad
Politécnica Salesiana, Muestra: Punto 5*



*Muestreo del recurso agua de la acequia
Pumamaqui para la verificación de estudios en
el laboratorio de la Universidad Politécnica
Salesiana, Muestra: Punto 4*



*Muestreo del recurso agua de la acequia
Pumamaqui para la verificación de estudios
en el laboratorio de la Universidad
Politécnica Salesiana, Muestra: Punto 3*



*Muestreo del recurso agua de la acequia
Pumamaqui para la verificación de estudios en
el laboratorio de la Universidad Politécnica
Salesiana, Muestra: Punto 2*



Muestreo del recurso agua de la acequia Pumamaqui para la verificación de estudios en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana, Muestra: Punto 1

Anexo 8 Registro fotográfico - Suelo



Toma de muestras en predios cercanos a la acequia Pumamaqui, tipo zigzag: Muestra 5.



Toma de muestras en predios cercanos a la acequia Pumamaqui, tipo zigzag: Muestra 4.



Toma de muestras en predios cercanos a la acequia Pumamaqui, tipo zigzag: Muestra 3.



Toma de muestras en predios cercanos a la acequia Pumamaqui, tipo zigzag: Muestra 2.



Toma de muestras en predios cercanos a la acequia Pumamaqui, tipo zigzag: Muestra 1.

Anexo 9 Muestreo de Bioindicadores (Macroinvertebrados)



Muestreo general de la Acequia Pumamaqui, muestras de macroinvertebrados.



Muestreo general de la Acequia Pumamaqui, muestras de macroinvertebrados.



Muestreo general de la Acequia Pumamaqui, muestras de macroinvertebrados.

Anexo 10 Registro fotográfico de agua y suelo – Laboratorio



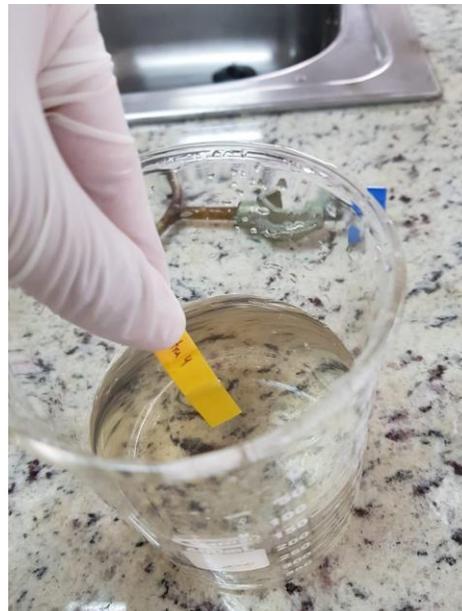
Medición de pH con láminas de pH



Medición de pH con el equipo de pH-metro en el laboratorio



Medición de conductividad eléctrica muestras de suelo



Medición de pH con láminas de pH agua recolectada de la Acequia.



Tabla de rangos de pH.



Muestras de puntos de muestreo de agua.



Medición de muestras de suelo



*Crisol utilizado en el laboratorio para las
muestras de cálculo de solidos totales*



Muestra obtenida de solidos totales de la muestra de agua



Equipo de medición de la turbidez, medición del mismo en el laboratorio



Desecador y Balanza analítica utilizadas en la medición de muestras de agua en el laboratorio.

Anexo 11 Ficha de encuesta

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
GRUPO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA: SYSAS-UIO CARRERA DE ING. AMBIENTAL/GESTION PARA EL DESARROLLO
CENSO COMUNITARIO

Comunidad:	Pezullo	Parroquia:	Ofrendo	Cantón:	Cayambe
Encuestador/a:	Nivel:	Grupo:	N. teléfono:	Código:	
A. DATOS GENERALES					
1. Número del Jrón/a de hogar _____			2. Número de cédula _____		
3. Sector/Barrío _____			4. Teléfono de contacto _____		
5. Correo Electrónico _____		6. Localización geográfica (GPS): (E = este, N= norte, A= altitud)		E.	N. A.
B. DATOS DE LA FAMILIA (que habita en la vivienda encuestada)					
Categoría, Miembro de la Familia	7. Edad	8. Estado civil UI=Unión Libre, C=Casado, S=Soltero, D=Divorciado, V=Viudo	9. Autodeterminación I=Indígena, M=Mestizo, B=Blanco, N=Negro, A=Afro, MB=Morambo	10. ¿Qué nivel de educación tiene? Alfabetado=A, Inicial=I, Preparatoria=PR, Escudo=E, Colegio=CL, S=Superior, ET= Educación técnica, oficio, Ninguno=N.	
Jrón/a					
Esposo(a)/conviviente					
Hija/o					
Yerno					
Nuera					
Padre					
Madre					
Suegro					
Suegra					
Hermanos					
Cuñados					
Otros parientes					
11. ¿Cuántos familiares que son nacidos en la comunidad viven fuera?					

Condiciones de salud de la familia		Respiratorias	Digestivas	Cardíacas	De la piel	Sistema óseo	Otros	
12. ¿Cuáles son las principales enfermedades que padecen los miembros de la familia?								
13. ¿Qué tipo de medicina utiliza para curar las enfermedades señaladas? MC=Medicina convencional, MI=Medicina indígena o tradicional, D=Las Dios								
14. ¿Con qué tipo de seguro social cuenta Ud.? I=IUSS, P=Privado, SC=Seguro Campesino, N=Ninguno								
Saberes y conocimientos tradicionales de la familia								
15. ¿Algún miembro de la familia tiene conocimientos y saberes de medicina indígena o tradicional? Si/No				16. ¿Algún de la familia es Yachay, curandero, partera, sanador? Categoría de miembros de la familia				
17. ¿Existen miembros del hogar con discapacidad? Si/No								
Categoría, Miembro de la Familia		Tipo de discapacidad DF= Discapacidad física, DI= intelectual, DV= visual, DA= auditiva, DP= psíquica			% de discapacidad			
Vulnerabilidad social								
18. ¿En la familia ha existido algún problema de golpes, agresiones fuertes, gritos, insultos, abusos, otra forma? Si o No				19. ¿Algún miembro de la familia ha sido discriminado u ofendido en la comunidad o en las organizaciones por causa de su género, edad, condición económica o pertenencia cultural?			Si/No	Categoría de miembros de la familia
Condición nutricional de la familia								
20. ¿Cuántas veces a la semana consume carne?				25. ¿Qué alimentos de los que consume produce en su finca?				
21. ¿Cuántas veces a la semana consume leche, queso, yogur?								
22. ¿Cuántas veces a la semana consume granos secos y secos?								
23. ¿Cuántas veces a la semana consume verduras, hortalizas, frutas?				26. ¿Cuánto gasta en alimentación al mes en USD?				
24. ¿Cuántas veces a la semana consume cebada, trigo, quinua, papa, yuca, plátano?								
C. DATOS DE VIVIENDA								
27. La vivienda es: A=Arrendada, PP=Propia y está pagando, PPT=Propia pagada totalmente, H=En barranca sin escrituras todavía, P=Propia		28. ¿Qué tipo de vivienda tiene? LJ=Ladrillo y cemento, BC=Bloque y cemento, ML=Madera y ladrillo, MC=misto, Adobe=A, Tapial=T, Balzaque o Caña=BI		29. ¿Cuántas habitaciones dispone?		30. ¿Qué tipo de vía de acceso tiene a su casa? Camino asfaltado, adoquinado, empinado, barro, fosa de tierra		31. Indique la fuente de dónde proviene el agua que dispone la vivienda Pozo, río, acequia, vertiente.

32. ¿Qué tipo de energía dispone la vivienda? EE=Electricidad, PE=planta eléctrica, PS=pantallas solares, N=negativo		33. ¿Con qué servicios cuenta la vivienda? EA=Red de alcantarillado, AP=Agua potable, AI=Agua caliente		34. Indique que otros servicios que tiene la vivienda: I=Internet, TVC=televisión por cable, T=teléfono fijo, TC=teléfono celular, A=Alumbrado PZB=	
---	--	---	--	--	--

D. DATOS DE CONDICIONES ECONÓMICAS

Categoría	35. ¿Cuál es la actividad económica principal?	36. Tipo de relación laboral C)=Contrato fijo, CI)=Contrato ocasional, NI)=no está empleado, N=negativo	Otro/a Empleado público Empleado privado Jornalero o Peón Patrono o empleador Trabajador de su propia parcela Empleado doméstico Quebrados del hogar Cuenta Propia Pensionista/Jubilado Estudiante Dueño de tienda Dueño de establos Chefe autónomo Chefe cocina propia	37. ¿Cultiva Ud. en su parcel(a)? Si/No		38. ¿Cuáles de los siguientes cultivos tiene sembrado en los lotes que posee?			
				Cultivo	Superficie sembrada (metros cuadrados)				
					Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	
jefe/a				Papa Mejorada (PM)					
Esposa(s)/conviviente				Papa No Mejorada (PNM)					
Hija/o				Cebada (C)					
Hija/o				Papa (P)					
Hija/o				Cebada (Cb)					
Hija/o				Tiña (T)					
Yerno				Mala (M)					
Nieta				Haba (H)					
Padre				Plata (P)					
Madre				Humán (Hh)					
Suegro				Papa (Pa)					
Suegra				Papa (Pe)					
Hermano/a				Quina (Q)					
Cuñado				Melón (Me)					
Otros parientes				Chuchón (Ch)					
				Bonap (Bo)					
				sin sembrar (B)					
				Plantas medicinales (Pm)					

Activos e Inventario General (marcar lo que corresponda)				Ingresos económicos de la familia que vive en la vivienda (USD/mes)	
39. ¿Cuáles de los siguientes bienes posee la familia?			40. ¿Cuántos de los siguientes animales posee?		
Descripción	Cantidad	Categoría	Número		
Casa (m²)		Vacas en producción		41. Ingreso por producción agropecuaria	
Terceros propios con escrituras (ha)		Terros		42. Ingreso por salario extra-fisco	
Terceros propios sin escrituras (ha)		Terneros		43. Ingreso por negocio propio	
Equipo de ordeño (h)		Terneros			
Equipo de inseminación (h)		Vacas fijas (vacías)			

Maquinarias e implementos (u)		Vacunas viviente (preñadas)		44. Otros ingresos (alquileres, otras ventas, remesas)	
Meno (u)		Vacas secas			
Carni (u)		Cabra		45. Gastos por educación	
Invernadero (m ²)		Aves- gallinas- pollos			
Sistema de riego (m ²)		Borregos		46. Gastos por salud	
Cerca eléctrica (u)		Chanchos			
Herramientas menores (kit= pala, berra, azadón, martillo, etc)		Conejos		47. Gastos por transporte	
Computador (u)		Coyas			
Otros (galpones, cisternas)		Caballos		48. Gastos por servicios básicos, TV e internet	
		Otros			

E. DATOS DE VINCULO A UNA ORGANIZACIÓN

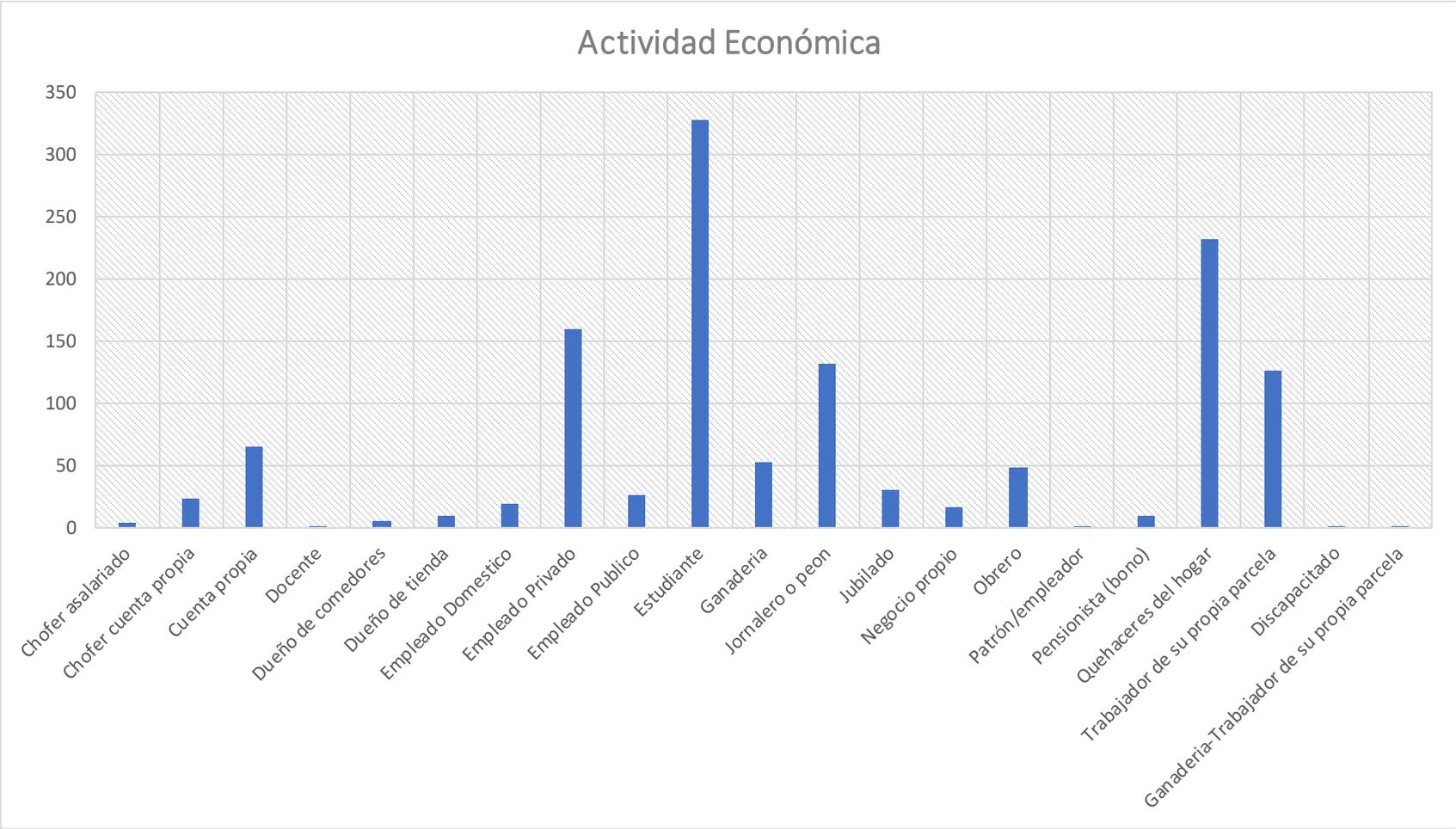
49. Pertenecer alguna organización interna comunidad (centro de acopio, asociación, cooperativa, caja comunitaria, junta agua de riego, junta de agua de consumo)

Organización 1- Nombre		Organización 2- Nombre	
La organización es legal (Si o No)		La organización es legal (Si o No)	
Nº de miembros de la Organización		Nº de miembros de la Organización	
Años que pertenece a la organización		Años que pertenece a la organización	
Ha sido dirigente (Si o No)		Ha sido dirigente (Si o No)	
Nombre del encuestado:			

Anexo 12 Actividad económica

Figura 16

Actividad económica

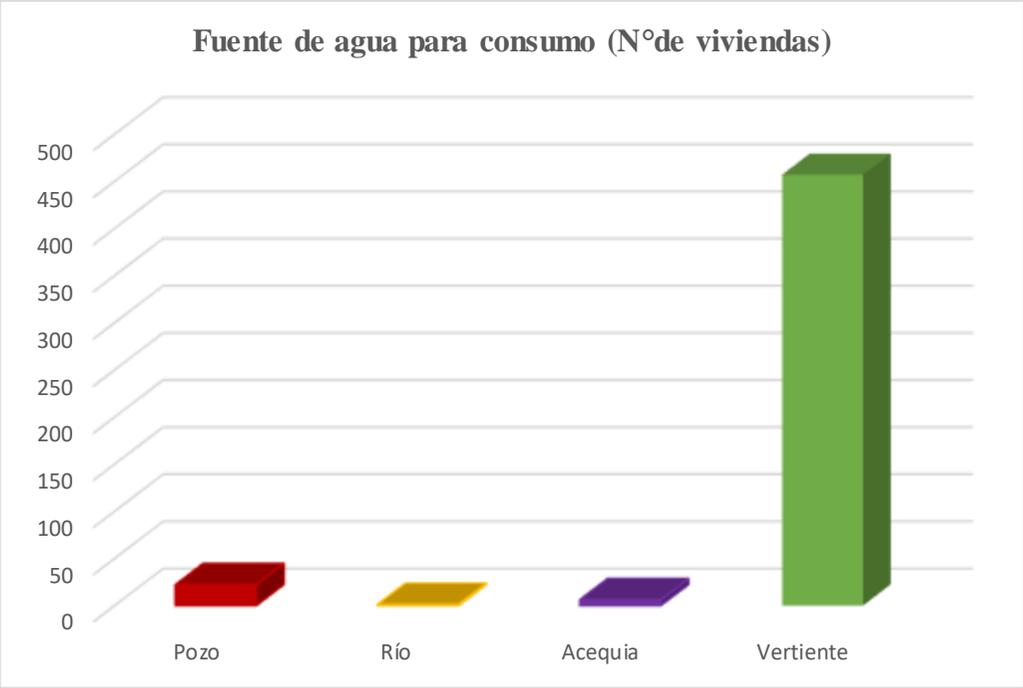


Nota. La grafica indica los diferentes tipos de actividades que se desarrollan en la comunidad de Pesillo. Adaptado de (Equipo UPS, 2020).

Anexo 13 Fuente de agua para consumo

Figura 17

Fuentes de agua para consumo

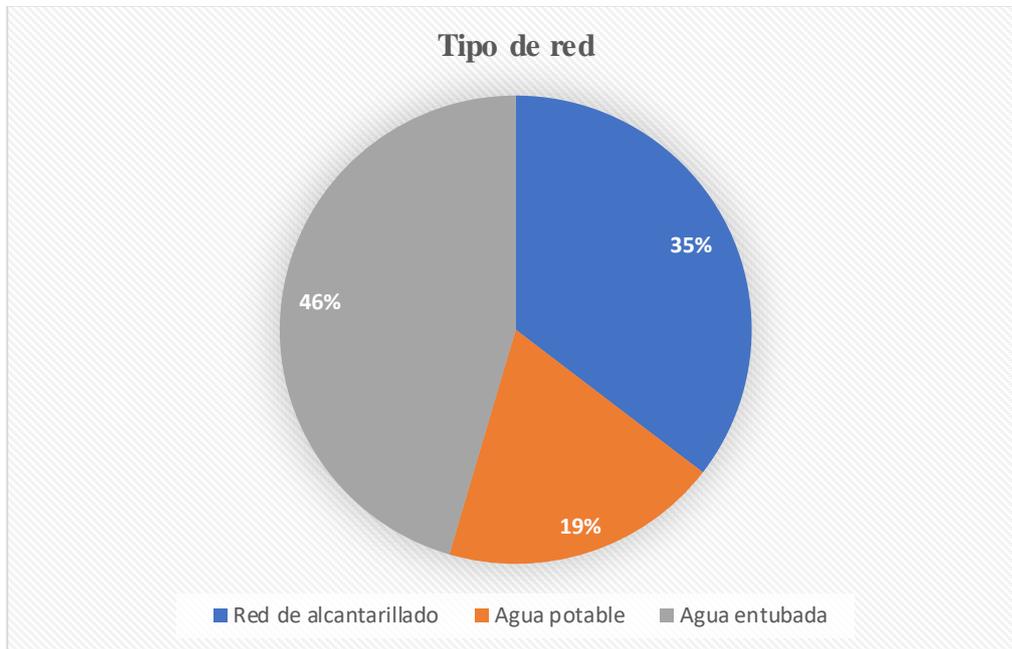


Nota. La grafica indica los tipos de fuentes que abastecen a la comunidad de Pesillo.

Anexo 14 Porcentajes según el tipo de red utilizada en la comunidad de Pesillo

Figura 18

Tipo de red



Nota. La gráfica indica los diferentes tipos de red que existen en la comunidad de Pesillo. Adaptado de (Equipo UPS, 2020).

Anexo 15 Macroinvertebrados hallados en la acequia Pumamaqui

Tabla 39

MIB identificados en la acequia Pumamaqui

MACROINVERTEBRADOS		
PUNTO 1	INFORMACION TAXONOMICA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
	<p>Clase: <i>Hirudinea</i></p> <p>Orden: <i>Rhynchobdellida</i></p> <p>Familia: <i>Glossiphoniidae</i></p> <p>Género: <i>Helobdella</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura plana. - Posee ventosas. - Su configuración le permite adherirse a la superficie de rocas y/o sustratos. - Cabeza conformada por 2 pares de ojos.
	<p>Clase: <i>Insecta</i></p> <p>Orden: <i>Trichoptera</i></p> <p>Familia: <i>Anomalopsychidae</i></p> <p>Género: <i>Contulma</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Son de ciclo larvario y metamorfosis completa. - Confeccionan estuches a base de sedimentos propios del hábitat donde radican. - Su alimentación está basada en el consumo de materia orgánica y ciertos macroinvertebrados.

PUNTO 1	INFORMACION TAXONOMICA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
	Clase: <i>Insecta</i> Orden: <i>Díptera</i> Suborden: <i>Nematocera</i> Familia: <i>Chironomidae</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Habitan lugares lodosos con sustratos de arena y roca. - Las larvas se desarrollan tanto en medios acuáticos como terrestres. - Son de tamaños variados (pueden alcanzar hasta los 20 mm de largo). - Carecen de patas articuladas.
	Clase: <i>Oligochaeta</i> Orden: <i>Haplotaxida</i> Familia: <i>Lumbricidae</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Su estructura cilíndrica presenta segmentos fáciles de visualizar. - Especies tolerantes a la contaminación. - Pueden habitar cuerpos de agua en condiciones anóxicas.
PUNTO 2	INFORMACION TAXONOMICA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
	Clase: <i>Oligochaeta</i> Orden: <i>Haplotaxida</i> Familia: <i>Lumbricidae</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Su estructura cilíndrica presenta segmentos fáciles de visualizar. - Especies tolerantes a la contaminación. - Pueden habitar cuerpos de agua en condiciones anóxicas.

PUNTO 3	INFORMACION TAXONOMICA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
<p>Clase: <i>Insecta</i></p> <p>Orden: <i>Ephemeroptera</i></p> <p>Familia: <i>Baetidae</i></p> <p>Género: <i>Andesiops</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Las larvas pertenecientes a este orden son exclusivamente acuáticas mientras que los adultos son terrestres aéreos. - Llamadas moscas efímeras debido al corto ciclo de vida que poseen en su adultez. - De estructura cilíndrica y alargada presentan mandíbulas en la parte superior de la cabeza. 	
<p>Clase: <i>Insecta</i></p> <p>Orden: <i>Ephemeroptera</i></p> <p>Familia: <i>Baetidae</i></p> <p>Género: <i>Baetodes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - En estado larvario son exclusivos de hábitats acuáticos, en la adultez son terrestres aéreos que habitan cerca de los cuerpos acuíferos. - De estructura aguzada en la parte inferior. - Cabeza conformada por un par de antenas. 	
<p>Clase: <i>Gastropoda</i></p> <p>Orden: <i>Basommatophora</i></p> <p>Familia: <i>Lymnaeidae</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Este orden propiamente es terrestre, pero posee hábitos acuáticos. - Su estructura es alargada. - Presenta un par de tentáculos ópticos. 	

PUNTO 4**INFORMACION TAXONOMICA****CARACTERISTICAS PRINCIPALES**

Clase: *Insecta*

Orden: *Coleoptera*

Suborden: *Polyphaga*

Familia: *Elmidae*

Subfamilia: *Elminae*

Género: *Heterelmis*

- Residen en cuerpos acuíferos oxigenados.
- Se localizan en aguas loticas de corriente lenta o rápida.
- Debido a su estructura son conocidos como escarabajos.
- En estado larvario se caracterizan por tener estructura en forma de oruga.
- En estado adulto poseen cabeza, tórax y abdomen bien definidos.

Clase: *Insecta*

Orden: *Díptera*

Suborden: *Nematocera*

Familia: *Chironomidae*

- Se localizan en cuerpos de agua oxigenados.
- Habitan lugares lodosos con sustratos de arena y roca.
- Las larvas se desarrollan tanto en medios acuáticos como terrestres.
- Son de tamaños variados (pueden alcanzar hasta los 20 mm de largo).
- Carecen de patas articuladas.

PUNTO 4**INFORMACION TAXONOMICA****CARACTERISTICAS PRINCIPALES**

Clase: *Insecta*

Orden: *Trichoptera*

Familia: *Anomalopsychidae*

Género: *Contulma*

- Confeccionan estuches a base de sedimentos propios del hábitat donde radican.
- Son de ciclo larvario y metamorfosis completa.
- Su alimentación está basada en el consumo de materia orgánica y ciertos macroinvertebrados.

Clase: *Hirudinea*

Orden: *Rhynchobdellida*

Familia: *Glossiphoniidae*

Género: *Theromyzon*

- Estructura plana.
- Posee ventosas.
- Su configuración le permite adherirse a la superficie de rocas y/o sustratos.
- Cabeza conformada por 3 pares de ojos.

PUNTO 5	INFORMACION TAXONOMICA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
	<p>Clase: <i>Hydrozoa</i></p> <p>Orden: <i>Hydroida</i></p> <p>Familia: <i>Hydridae</i></p> <p>Género: <i>Hydra</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se localizan tanto en aguas marinas como en aguas dulces. - Su estructura particularmente es tubular. - Puede alcanzar longitudes de hasta 20 mm. - Está conformado por tentáculos (de 10 a 12).

Nota. Esta tabla muestra los macroinvertebrados hallados de acuerdo a cada punto analizado en la acequia Pumam aquí. Adaptado de (Álvarez, 2005).