

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN FECAL Y PROPUESTA DE CONTROL EN LA MICROCUENCA DEL RÍO OLIA, REGIÓN AMAZONAS”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

MONTOYA VARGAS, MIMI JANETH

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

Dedico este estudio a las personas con éxito interno, que no se dan el *lujo* de tener pensamientos negativos hacia el mundo ni hacia los demás.

AGRADECIMIENTOS

A mi Madre y a mi Padre, por su apoyo – y por toda la riqueza emocional y familiar que me ofrecen – hicieron un trabajo digno con este ser vivo.

A toda mi numerosa y social Familia, cada uno de ustedes tiene una parte de mi inmenso cariño - los admiro y los quiero como no tienen idea – cada uno de ustedes tiene algo especial que dar y a aportado a mi acaparadora felicidad, constantemente.

A mi Hermano y a mis Amigos hermanos, GRACIAS, sé – si es que Dios lo permite - que esta amistad va durar por muchos años, por los hijos de los hijos, *Amén.*

A la Población y Familiares de los distritos de San Francisco de Daguas, San Miguel de Soloco y Cheto, no existe sonrisa más sincera que la que ofrecen a un nuevo poblador o vecino – no soy nueva, ojo- pero su sentido de compartir y *dar sin recibir nada a cambio* ha conmovido desde entonces mi razón de ser.

A todos los ambientalistas, son pocos en realidad los que dejan su hogar, su plato de comida *cárnico*, boberías y vanidades del ahora, para ayudar a las personas que lo necesitan o porque no tienen que comer o no tienen agua limpia que beber,o..., a los animales en peligro de extinción - a esos que es un deleite verlos, pero que el ser humano mata - , por cuidar del ambiente, a vivir una vida realmente amigable, rehusando las mismas ropas y cuidando de sus hábitos. Realmente los admiro – aunque no leerán esto – pero son el ejemplo real, que los seres humanos necesitamos seguir a un 50% al menos. Sé que han encontrado la felicidad en saber que lo que están haciendo es lo mejor que puede hacer un ser humano por el otro, cuidar de nuestro hogar.

En fin, gracias a todos aquellos que quizá piensen que no los llevo presente, a ellos: Lo hago, *sobre todo a ti.*

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
LISTADO DE FIGURAS	viii
LISTADO DE TABLAS.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	2
1.2 Justificación del Problema.....	3
1.3 Delimitación del Proyecto.....	4
1.3.1. Teórica.....	4
1.3.2. Temporal.....	4
1.3.3. Espacial	4
1.4 Formulación del Problema	4
1.1.1 Problema general.....	4
1.1.2 Problemas específicos	4
1.5 Objetivos del Trabajo de Suficiencia Profesional.....	5
1.5.1 Objetivo General	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
1.6 ..Matriz de Consistencia.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.....	7
2.1 Antecedentes.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	7

2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
2.2 Bases Teóricas	13
2.2.1 Recurso Hídrico	13
2.2.2 Calidad de Agua.....	14
2.2.3 Aguas superficiales	14
2.2.4 Contaminación del recurso hídrico	15
2.2.5 Ríos contaminados en Perú	15
2.2.6 Contaminación fecal.....	16
2.2.7 Microcuenca del río Olia	17
2.2.8 Enfermedades hídricas.....	17
2.2.9 Parámetros Microbiológicos	18
2.3. Definición de términos básicos.....	19
2.3.1 Ceja de selva	19
2.3.2 Microcuenca	20
2.3.3 Ecosistemas acuáticos.....	20
2.3.4 Medio Ambiente	21
2.3.5 Aguas Residuales	21
2.3.6 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental - ECA agua.....	21
2.3.7 Límites Máximos Permisibles	23
2.3.8 Indicadores biológicos.....	23
2.3.9 Número más probable.....	24
2.3.10 Gestión.....	24
 CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS	 25
3.1. Lugar de ejecución.....	25
3.2. Recursos a emplear	26
3.2.1 Recursos humanos.....	26

3.2.2 Recursos económicos	26
3.2.3 Recursos materiales.....	26
3.2.3.1 Muestra	26
3.2.3.2 Materiales de campo	26
3.2.3.3 Materiales de laboratorio	27
3.2.3.4 Materiales de gabinete	27
3.2.3.5 Formatos	27
3.2.3.6 Equipos y otros.....	27
3.3 Procedimientos	28
3.3.1 Etapa de Recolección de Datos	29
3.3.1.1 Delimitación del área de estudio	30
3.3.1.2 Identificación de fuentes contaminantes	32
3.3.2 Etapa de Pre-monitoreo	35
3.3.2.1 Frecuencia de muestreo	35
3.3.2.2 Estaciones de muestreo	35
3.3.3 Etapa de Monitoreo	38
3.3.4 Etapa de Análisis de muestras	38
3.3.5 Etapa de evaluación y análisis de la información.....	39
3.3.5.1 Diagnóstico poblacional - Saneamiento y servicios de agua	39
3.3.5.2 Identificación de actores y líneas de acción	47
3.3.5.3 Identificación de problemas	51
3.4 Modelo de solución propuesto: Propuesta de Control	53
3.4.1 Formulación: Medidas preventivas y/o correctivas	55
3.4.2 Organización descentralizada y recomendaciones.....	59
3.5 Resultados.....	60
3.5.1 Resultados de análisis de los parámetros microbiológicos	60
3.5.2.1 Resultados del primer monitoreo	60

3.5.2.2	Resultados del segundo monitoreo	62
3.5.2	Análisis Microbiológico	63
3.5.3	Resultado de análisis de los parámetros fisicoquímicos	65
3.5.4	Análisis Fisicoquímico	66
	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	69
	PRESUPUESTO	70
	CONCLUSIONES	71
	DISCUSIÓN	72
	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFÍA	76
	ANEXOS	80

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación y temperatura media mensual	25
Figura 2. Reconocimiento del acceso a la estación de muestreo EO-1	30
Figura 3. Mapa de ubicación y ámbito de estudio.....	31
Figura 4. Mapa de delimitación de la Microcuenca Olia	32
Figura 5. Pozo séptico comunal del Distrito de San Francisco de Daguas	33
Figura 6. Efluente del pozo séptico del Anexo Huacapampa	33
Figura 7. Presencia de ganadería en la faja marginal del río Olia (Pipus).....	34
Figura 8. Pozo séptico clausurado del Distrito de San Francisco de Daguas.....	34
Figura 9. Presencia de ganadería en la faja marginal del río Olia (A.Quitache)	35
Figura 10. Mapa de ubicación de la microcuenca Olia y puntos de muestreo.....	37
Figura 11. Viviendas según el tipo de procedencia del agua	42
Figura 12. Servicio de agua potable por vivienda	43
Figura 13. Disponibilidad de Servicios Higiénicos en la vivienda	44
Figura 14. Actividades económicas	46
Figura 15. Mapeo de actores involucrados	50
Figura 16. Árbol de problemas	52
Figura 17. Árbol de soluciones	54
Figura 18. Resultados de análisis microbiológico – Estiaje.....	61
Figura 19. Resultados de análisis microbiológico - Avenida	63

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Consistencia.....	6
Tabla 2 Resultados microbiológicos del río Morazán, Guatemala.....	7
Tabla 3 Resultados microbiológicos del río San Pedro, Ecuador	8
Tabla 4 Resultados microbiológicos del río Ventilla, Amazonas	11
Tabla 5 Resultados microbiológicos del río Sonche, Amazonas	12
Tabla 6 Ríos contaminados de Perú.....	15
Tabla 7 Estándares de Calidad Ambiental para Agua.....	22
Tabla 8 Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos.....	23
Tabla 9 Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos.....	28
Tabla 10 Estaciones de muestreo	36
Tabla 11 Población por Distritos y Anexos.....	40
Tabla 12 Tipo de viviendas por Distrito.....	40
Tabla 13 Tipo de procedencia del agua por Red Pública por Distrito	41
Tabla 14 Servicios de Agua Potable por Distrito.....	42
Tabla 15 Disponibilidad de Servicios Higiénicos en la Vivienda.....	43
Tabla 16 Actividades económicas por Distrito	45
Tabla 17 Resultado de análisis del primer monitoreo.....	60
Tabla 18 Resultado de análisis del segundo monitoreo	62
Tabla 19 Resultado de análisis microbiológico del río Olia.....	64
Tabla 20 Resultado de Análisis In situ y fisicoquímicos	65
Tabla 21 Análisis fisicoquímico de la primera estación de monitoreo.....	66
Tabla 22 Análisis fisicoquímico de la segunda estación de monitoreo	67
Tabla 23 Análisis fisicoquímico de la tercera estación de monitoreo.....	68
Tabla 24 Cronograma de actividades	69
Tabla 25 Presupuesto de inversión	70

INTRODUCCIÓN

Los ríos altoandinos, poseen las mayores riquezas en cuanto a flora y fauna por su origen en las montañas, y es en su formación, que presentan más riesgos de contaminación puesto que ocasiona la contaminación en los tramos inferiores de una cuenca hidrológica. La contaminación de los ríos no es más que la introducción de productos químicos, efluentes industriales, domésticos, residuos biológicos, desechos fecales, residuos orgánicos e inorgánicos, todos ellos productos de la materia prima que alguna vez fue de uso y necesidad para el hombre. Por todos esos contaminantes, es que se ha producido el deterioro masivo de las cuencas hidrológicas en el Perú. Actualmente todas contaminadas.

La contaminación por altos niveles de coliformes se hace presente en los principales ríos, como son el Chumbao, Chincheros y Santo Tomás (Apuímac), Ragra (Pasco), Santa (Áncash), Chira (Piura), Lurín, Mala y Cañete (Lima), Virú (La Libertad), Huallaga (San Martín), Tumbes, Nanay e Itaya (Loreto), (ANA, 2016).

Y como resultado de dicha contaminación fecal y deterioro, la disponibilidad de agua de buena calidad para consumo humano se hace cada vez más escasa (Bernal Zamudio, Hugo Sierra, Angulo Tarancón, & Onandia Olalde, 2009).

La organización mundial World Resources Institute (World Resource, 2015) advirtió para el caso del recurso hídrico, que 33 países enfrentarán estrés hídrico severo para el año 2040, ubicando al Perú dentro del rango de estrés hídrico alto y si le agregamos, que el principal obstáculo para la sostenibilidad del agua es la contaminación por la descarga directa de aguas residuales sin previo tratamiento, entonces nos encontramos ante un problema latente que pone en riesgo la salud, seguridad alimentaria, seguridad hídrica y desarrollo económico sostenible de las presentes y futuras generaciones. (SUNASS, 2015).

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo, pretende evaluar los parámetros microbiológicos del agua del río Olia, en la provincia de Chachapoyas, Amazonas; como indicadores de contaminación fecal, provenientes de efluentes sin tratamiento. La ausencia de estudios e información es un factor limitante en este estudio. Es por ello, que con esta investigación se pretende contribuir a la generación de información que permita determinar el estado del recurso hídrico, a futuros estudios y contribuir con medidas de control que abran paso a la conservación de la microcuenca del río Olia.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Con mención al río Olia existe información escasa, tanto de ubicación como delimitación, sin embargo, sus aguas ya albergan efluentes que las deterioran más con el pasar de los años. Estos efluentes son principalmente provenientes de viviendas sin desagües y pozos sépticos ubicados en las riberas del río. Como referente se tiene al río Ventilla con las mismas características del río Olia, ambos aportantes de la subcuenca del río sonche, y que presenta contaminación por alta carga microbiana, determinado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, donde sus principales fuentes de contaminación son una laguna de oxidación y la actividad ganadera presente en el distrito de su estudio, demostrando la presencia de altos parámetros microbiológicos (de 500 a 32×10^5 NMP de CT/100 ml, y de 170 a 32×10^5 NMP de CF/100 ml) en las aguas del río Ventilla.

La contaminación fecal como principal problema observable, es la investigación de mayor importancia en la microcuenca del río Olia, ya que no existe ni existió la presencia de actividades mineras en los distritos de su recorrido o limítrofes. El recurso hídrico como bien de primera necesidad para las poblaciones y de abastecimiento a los ecosistemas en esta parte del departamento de Amazonas, resulta indispensable para la vida y las actividades diarias. Las consecuencias de este tipo de contaminación frecuentemente desencadenan en el deterioro de la salud poblacional y más aún si la población no tiene conocimiento de lo que ocurre con el recurso hídrico y ecosistemas de su entorno. No se ha tomado las acciones correspondientes por las autoridades o funcionarios regionales y municipales de los Distritos pertenecientes a la microcuenca del Olia, que se estudiará además por su importancia en la gestión ambiental y de salud, puesto que las poblaciones hacen de su uso diario las aguas provenientes de fuentes como el río Olia. De no tomarse las acciones del caso, la salud de las poblaciones, supondrían un alto riesgo sanitario, haciendo más difícil lograr la seguridad hídrica y alimentaria a la que tanto se aspira alcanzar.

1.2 Justificación del Problema

El presente trabajo de investigación busca verificar la presencia de indicadores de contaminación fecal y con ello, la disminución de la calidad de vida de los pobladores a consecuencia de la presunta contaminación de la microcuenca del río Olia. Así como la ausente transmisión de información a la población e involucrados sobre la posible presencia de organismos patógenos como principales contaminantes en los cuerpos de agua, que atentan contra la salud.

Se está produciendo impactos negativos antropogénicos en la calidad del agua que los pobladores utilizan principalmente en actividades domésticas y agropecuarias. A esto se suman problemas socio-ambientales, como la ausencia de servicios de saneamiento para el total de viviendas, se tiene que de 1,195 viviendas ubicadas en la microcuenca del río Olia, 497 cuentan con red pública de desagüe y solo 638 cuentan con red pública de agua dentro de la vivienda (INEI, 2017). El uso de agroquímicos en la agricultura está presente durante todo el periodo de cultivo y las precipitaciones abundantes en la cabecera de la microcuenca contribuyen con su filtración, traslado y disposición en el recurso hídrico de importancia ecosistémica. La educación ambiental ausente en esta pequeña área rural del país también es otro problema que trae consecuencias relacionadas al deterioro de la calidad hídrica.

Es por ello que actualmente existe un alto riesgo en estas poblaciones de Chachapoyas de contraer enfermedades por microorganismos patógenos presentes en el agua, especialmente por los coliformes. Con esta investigación se busca evaluar y analizar la contaminación por microorganismos (coliformes fecales, coliformes totales y escherichia coli) en el río Olia y proponer medidas preventivas y correctivas para el mejoramiento y la conservación del recurso hídrico.

1.3 Delimitación del Proyecto

1.3.1. Teórica

El trabajo de investigación es del tipo descriptivo, se obtendrá información de campo y muestras del río que serán evaluadas y analizadas.

1.3.2. Temporal

La evaluación de la microcuenca Olia se realizará en los distritos de Cheto, San Miguel de Soloco y San Francisco de Daguas, ubicados en la provincia de Chachapoyas, región Amazonas.

1.3.3. Espacial

El trabajo de investigación tendrá un periodo de diez (10) meses; correspondientes a los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2018, y de enero hasta mayo del 2019.

1.4 Formulación del Problema

1.1.1 Problema general

¿Cuál es el diagnóstico para la evaluación de los parámetros microbiológicos en la microcuenca del río Olia?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son las fuentes contaminantes de la microcuenca del río Olia?
- ¿Cuáles son los resultados de la medición de los parámetros microbiológicos de la microcuenca del río Olia?
- ¿Cuáles son las medidas preventivas y/o correctivas para el mejoramiento y conservación del recurso hídrico en la microcuenca del río Olia?

1.5 Objetivos del Trabajo de Suficiencia Profesional

1.5.1 Objetivo General

Evaluar los parámetros microbiológicos de la microcuenca del río Olia para valorar la contaminación fecal.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar las fuentes de contaminación de la microcuenca del río Olia
- Medir los parámetros microbiológicos de la microcuenca del río Olia e interpretar la presunta contaminación fecal referente al ECA-agua.
- Proponer medidas preventivas y/o correctivas para el mejoramiento y conservación del recurso hídrico, en la microcuenca del río Olia.

1.6 ..Matriz de Consistencia

Tabla 1

Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VI (X)	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál es el diagnóstico para la evaluación de los parámetros microbiológicos en la microcuenca del Río Olia?	Evaluar los parámetros microbiológicos de la microcuenca del río Olia para valorar la contaminación fecal.	El diagnóstico de la evaluación de los parámetros microbiológicos del río Olia justifica la presencia de contaminación fecal.	X1: Microcuenca del río Olia	Delimitación	Tubos múltiples o Número Más Probable (NMP)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VD (Y)	INDICADORES	
-¿Cuáles son las fuentes contaminantes de la microcuenca del río Olia?	-Determinar las fuentes de contaminación de la microcuenca del río Olia	-Se determina las fuentes causantes de la contaminación en la microcuenca del río Olia.	Y1: Evaluación	Estándares de Calidad Ambiental	
-¿Cuáles son los resultados de la medición de los parámetros microbiológicos de la microcuenca del río Olia?	-Medir los parámetros microbiológicos de la microcuenca del río Olia e interpretar, la presunta contaminación fecal referente al ECA-agua.	-Los parámetros microbiológicos de la microcuenca del río Olia superan los valores establecidos en el ECA para agua.	Y2: Contaminación fecal	Coliformes fecales Coliformes totales Escherichia coli	Actividades antrópicas
-¿Cuáles son las medidas preventivas y/o correctivas para el mejoramiento y conservación del recurso hídrico en la microcuenca del río Olia?	-Proponer medidas preventivas y/o correctivas para el mejoramiento y conservación del recurso hídrico, en la microcuenca del río Olia.	-Se elabora propuesta de las medidas preventivas y correctivas para la conservación de la microcuenca del río Olia, en función, a las fuentes contaminantes y valores paramétricos obtenidos.			

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Un primer trabajo corresponde a (Wer Putzeys, 2014) que realizó la *Caracterización de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Morazán*, en El Progreso, con el objetivo de elaborar una línea base de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río. Para ello realizó seis monitoreos en el año 2010, tres en la época de estiaje y tres en época de avenida, consistiendo principalmente en la identificación, toma y análisis de muestras de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Morazán.

La etapa de interpretación de resultados, que consistió en la comparación con la normativa vigente, indicaron que el agua del río Morazán no cumple con los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS), Unión Europea (UE), Reglamento 236-2006 y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) debido a la elevada concentración de contaminantes presentes en el sitio, sin embargo el valor obtenido en el primer monitoreo en la época de estiaje (PM: puente las pericas) si cumple con los requisitos para agua de uso agropecuario. Concluyendo, que respecto a la presencia de contaminación fecal, todas las quebradas y el río principal en estudio, presentan este tipo de contaminación poniendo en riesgo la salud poblacional del Municipio Morazán, puesto que se encuentran abastecidos de estas aguas para su uso doméstico y agropecuario.

Tabla 2

Resultados microbiológicos del río Morazán - Guatemala

	1er	2do	3er	COGUANOR	
Parámetro	Monitoreo	Monitoreo	Monitoreo	LMP	OMS
	25/2/2010	28/4/2010	10/5/2010		
Coliformes fecales (ufc/ml)	600	70,000	70,000	0 NMP /100ml	3 NMP/ 100ml

Fuente: Elaboración propia con información del antecedente.

La evaluación de la calidad del agua del río San Pedro, Sector Valle de Los Chillos, mediante el Índice de Calidad de Agua, realizada por (Hinojoza Cordero, 2018) en la ciudad de Quito, corresponde al diagnóstico de la calidad de agua mediante el instrumento de Índices de calidad de agua, herramienta fácil y sencilla para determinar las condiciones del agua de interés.

Se recolectaron cinco muestras (P1-P5) en el año 2018, para analizar los parámetros fisicoquímicos de turbidez, fosfatos, nitratos y DBO5, y el parámetro microbiológico de coliformes fecales. La determinación de la calidad de agua se obtuvo mediante la fórmula de los Índices de Calidad de Agua (ICA) y la interpretación mediante la clasificación del ICA por criterio de rangos. Los resultados de los parámetros se compararon con la Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes al Recurso Agua (MAE, 2003), sobrepasando la normativa, es decir, no son aptas para el consumo humano y el uso doméstico. Se concluye del estudio, en base a los ICA, que las aguas del río San Pedro tras presentar un rango de valores de 40 a 44 y 42 a 46 para los años 2015 y 2016 respectivamente, entra en la clasificación de MALA a consecuencia de la alta concentración de nitrato, sólido totales y coliformes fecales.

Tabla 3

Resultados microbiológicos del río San Pedro - Ecuador

PM/ANO	Coliformes fecales NMP/100ml				Norma de Calidad
	2015	2016	2017	2018	NMP/100ml
P1	1700	5400	220	65000	1000
P2	2400	22000	350	65000	1000
P3	3500	1100	240	40000	1000
P4	2800	5400	350	30000	1000
P5	3500	4300	130	50000	1000

Fuente: Elaboración propia con información del antecedente.

Como tercer antecedente internacional se cita la investigación de (Ospina Zúñiga, 2014) que realizó el *Análisis de la contaminación microbiológica en el río Combeima, Municipio de Ibagué*. La población

residente en la cuenca alta del río Combeima corresponde a 1071 habitantes y sus aguas residuales domésticas son arrojadas al cuerpo de agua, aguas arriba de la bocatoma del acueducto urbano sin ningún tipo de tratamiento; motivo por el cual se tomó siete puntos de muestreo para los periodos de avenida y estiaje. Se estableció como principal guía para el procedimiento de muestreo de calidad de agua, la Norma Técnica Colombiana NTCISO 5667-6 (INCOTEC, 1996) y se utilizó el método del número más probable (NMP) para la determinación de Coliformes totales (CT) y Coliformes fecales (CF).

Dentro de los resultados se tuvo que durante el período 2008-2012 las concentraciones promedio mensuales de contaminación microbiológica superaron los valores máximos admisibles de calidad y que solo siete de los sesenta meses de análisis de muestras respecto a los Coliformes Totales, resultaron inferiores a los valores máximos admisibles de calidad. En cambio, para los Coliformes Fecales no se encontró ningún análisis por debajo de los valores máximos admisibles, determinando así un alto riesgo para el uso y abastecimiento de la población de Ibagué por la presencia de contaminación fecal existente en las aguas superficiales del río Combeima, Municipio de Ibagué, Colombia.

(Campaña, Gualoto, & Chiluisa-Utreras, 2017) realizaron *la evaluación fisicoquímica y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del Distrito Metropolitano de Quito*, con el objetivo de establecer la condición actual en la calidad de sus aguas; para ello analizaron los parámetros físico-químicos de pH, temperatura, oxígeno disuelto y Potencial de Óxido Reducción (ORP), y los parámetros microbiológicos de coliformes totales CT y coliformes fecales CF en los meses de agosto a noviembre del año 2014.

Los resultados se obtuvieron mediante el método de fermentación de tubos múltiples (NMP), los mismos que evidenciaron, respecto a los parámetros microbiológicos, que el río Machángara supera los límites establecidos por la normativa del país, ya que presenta una concentración media de CF de 181 110 NMP/100ml que es 905,5 veces superior al límite máximo permisible establecido para preservación de

flora y fauna, y 36,22 veces superior al promedio mensual de 5000 establecido para aguas de uso pecuario. En tanto que la concentración media de Coliformes Totales (CT) para uso agrícola y pecuario es 337,7 veces superior a la norma (MAE, 2003), presentando un valor de 337777 NMP/100ml.

Y en el río Monjas la concentración de CF, es 1 172,22 veces superior al límite permisible establecido para la conservación de flora y fauna y 46,88 veces superior al promedio mensual establecido para uso agrícola, presentando un valor de 234 444 NMP/100ml. En tanto que la concentración media de CT para uso agrícola y pecuario es 234,4 veces superior a norma vigente del país.

Con esta investigación se concluye que debido a la presencia directa de efluentes de aguas residuales domésticas sobre el río Monjas, presenta menor calidad de agua y mayor deterioro en comparación del río Machángara. Asimismo se observa que el río Machángara no se establece en ninguno de los criterios comparados, con la normativa ecuatoriana para los valores microbiológicos, por lo se determinó que existe presencia de contaminación fecal.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Un primer trabajo corresponde a (Sotil Rivera & Flores Vásquez, 2016) que realizaron la *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del Río Mazán en Loreto*. El objetivo principal era determinar si existe contaminación en este río, por lo que se midieron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos como oxígeno disuelto (6.57mg/L), coliformes totales (4.66 UFC/100ml), coliformes fecales (1.66 UFC/100ml), metales pesados como Cadmiobario y plomo, entre otros. Estos parámetros se midieron en laboratorio y todos los valores, se encontraron dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP), exigido por la norma legal peruana y Organismos Internacionales. Considerando así que el río Mazán, se encuentra libre de contaminación; igualmente en el estudio se recomienda a las autoridades poder prevenir frente a las amenazas

actuales de contaminación presentes en las riberas del río Mazán, Loreto.

(Chávez Ortiz, Rascón, & Eneque Puicón, Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Ventilla, Amazonas., 2015) presentaron este estudio al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva en Chachapoyas, donde muestran el impacto del Distrito de Molinopampa en el vertimiento de aguas residuales al río Ventilla. Es importante mencionar que el río Olia y el río Ventilla forman el río Sonche uno de los principales tributarios de la cuenca del Utcubamba en Amazonas. Se analizaron los parámetros microbiológicos de tres puntos de muestreo siguiendo el procedimiento de la (APHA, 2005) y el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos superficiales (DIGESA, 2007). Se obtuvieron resultados para los parámetros de Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Escherichia Coli y Enterococos Fecales a fin de contrastarlos con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (MINAM, 2017). Por lo que se concluye que las aguas del río Ventilla no son aptas para las categorías I, III y IV; por poseer alta carga microbiana y que sus principales fuentes de contaminación son una laguna de oxidación y la actividad ganadera presente en el distrito, ambos ubicados a las riberas del río Ventilla.

Tabla 4

Resultados microbiológicos del río Ventilla, Amazonas

Punto/ NMP/100	CT	CF	E.C	EF	ECA agua - C1 (N°015-2015- MINAM)			
					CT	CF	EC	EF
1.1	800	280	280	22	50	20	0	-
2.1	32x10 ⁵	32x10 ⁵	17x10 ⁵	30 000	50	20	0	-
3.1	500	500	500	80	50	20	0	-

Fuente: Elaboración propia con información del antecedente.

En tercer lugar se presenta la investigación realizada por (Chávez Ortiz, Leiva Tafur, & Corroto, Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas., 2016) . Se establecieron cinco puntos de muestreo para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el río Sonche y la quebrada Santa Lucía; además de hacer uso del Índice de Contaminación Mineralógica (ICOMI) y donde se obtuvieron resultados que fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (MINAM, 2017) y no se estableció en ninguna categoría establecida por la normativa, sobrepasándolas. Concluyendo y demostrando así, el impacto negativo de las fuentes de aguas residuales que llegan al río principal, río Sonche, a través de la quebrada Santa Lucía.

Tabla 5

Resultados microbiológicos del río Sonche, Amazonas

Puntos Mes 1 / NMP/100	CT	CF	E.C	ECA agua – C3 (N°015-2015- MINAM)	
				CT	EC
				QSL1	9x10 ¹⁰
QSL2	5x10 ⁷	3x10 ⁷	28x10 ⁵	1000	1000
P2S	9x10 ⁵	5x10 ⁵	24x10 ⁴	1000	1000
P1S	35x10 ³	22x10 ³	3200	1000	1000
SO1	3000	3000	3000	1000	1000

Fuente: Elaboración propia con información del antecedente.

Un primer estudio de la microcuenca del río Olia lo realizó (Vargas Lucero, 2018) con la *Evaluación de la ecología funcional del ensamble de Macroinvertebrados Bentónicos y la Calidad Ecológica del agua en la microcuenca del río Olia, Chachapoyas, Amazonas*, cuyo objetivo es evaluar la ecología funcional del ensamble de macroinvertebrados a través de la determinación y calificación de macroinvertebrados bentónicos, y caracterizar la calidad ecológica del agua mediante Índice BMWP/Col. Para ello, realizó la colecta de macroinvertebrados

acuáticos en estaciones seleccionadas y seguidamente la identificación taxonómica y de grupos funcionales alimentarios de los mismos. Los resultados dieron un total de 25 765 macroinvertebrados, distribuidos en 14 órdenes, 52 familias y 54 taxones, presentando a las familias de Leptoceridae, Glossosomatidae y Baetidae como los de mayor densidad total. Respecto a la caracterización de la calidad ecológica del agua mediante Índice BMWP/Col se arrojan valores de “Buena” para la calidad de agua referente al índice y para todas la estaciones de monitoreo analizadas.

Otro estudio corresponde a (Chávez Ortiz, Leiva Tafur, Rascón, Hoyos, & Corroto, 2014) con la determinación del *Estado trófico del Lago Pomacochas a través de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos*. Debido a que actualmente el lago Pomacochas atrae a muchos turistas, la población ha aumentado al mismo tiempo que la descarga de efluentes. Como principal aporte de la investigación está conocer el estado del lago tras el impacto antropogénico, para ello realizaron muestreos microbiológicos y fisicoquímicos determinados mediante la técnica de Tubos Múltiples o NMP (Número Más Probable). Se obtuvo los siguientes resultados: Sólo en el punto de muestreo MB-II presentó coliformes totales y termotolerantes mayores a 1600 NMP/100ml, seguido del punto MB-I con datos inferiores pero igualmente altos de 540, 350 y 220 para coliformes totales, coliformes termotolerantes y e.coli respectivamente. Demostrando así la presencia de contaminación fecal baja.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Recurso Hídrico

Los recursos hídricos son los cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, arroyos y las lagunas. Estos recursos son de vital importancia para la población y el ecosistema; por lo tanto debe preservarse y utilizarse de forma

racional ya que son indispensables para la existencia de la vida. (Pérez Porto & Gardey, 2016).

2.2.2 Calidad de Agua

La calidad de agua definida normalmente por sus características, físicas, químicas y biológicas, influyen en los tipos de uso y su deterioro se debe principalmente a la actividad antropogénica. La preservación de la calidad de agua indica el estado de salud de las poblaciones y el nivel de educación ambiental. La calidad del recurso hídrico influye en el uso que le dará una población de acuerdo a sus actividades (uso doméstico, bebida, recreación o fines comerciales). Si hablamos de poblaciones rurales será utilizado para el suministro de agua potable, riego de cultivos, bebida de ganado, recreación y para crianza de peces comestibles. Es por ello que la calidad del agua es muy importante de acuerdo al uso que le será otorgado. (UNAL, 2015).

2.2.3 Aguas superficiales

La gran mayoría de las aguas superficiales se encuentran en estado sólido (hielo), mientras que el resto circula por los diferentes cursos fluviales del planeta, se encuentra en ríos, lagos o como vapor de agua en el suelo. La mayoría de los ríos presentan fluctuaciones de tipo estacional que definen su régimen, esto es debido tanto a factores climáticos (lluvia y evaporación), como geológicos y geomorfológicos (materiales, formas de relieve y extensión de la cuenca), bióticos (mayor o menor presencia de vegetación) y antrópicos. Los humanos incidimos en los ríos a partir de la extracción de grandes cantidades de agua de su cauce, y también alteramos la calidad, el caudal y el transporte de sedimentos.

El territorio peruano por su ubicación geográfica con respecto a los países vecinos, hidrográficamente recibe aguas superficiales generadas en Ecuador y Colombia. Una parte del recurso hídrico proveniente de Ecuador es lo que corresponde a la escorrentía de los ríos de la vertiente del Pacífico Zarumilla y Chira (llamado Catamayo en Ecuador), cuyo volumen del caudal medio anual es 0.29 y 3.47 km³/año, respectivamente. Las otras escorrentías provenientes de Ecuador y

Colombia son afluentes directos al sistema hidrográfico del Amazonas. (FAO, 2008)

2.2.4 Contaminación del recurso hídrico

Es el proceso y el resultado de contaminar y/o modificar, de manera nociva, las características naturales o normales del recurso hídrico. Por lo tanto se refiere a la alteración de las condiciones normales de las fuentes de agua (mar, río, lago, arroyo o laguna); provocadas generalmente por el hombre a través de distintas acciones.

Por estas condiciones el agua contaminada deja de ser potable; es decir, ya no puede beberse y hace que no sea apta para el consumo ni para la agricultura o la industria. A su vez, el agua contaminada puede imposibilitar el desarrollo de actividades recreativas como la natación y pesca. La contaminación del recurso hídrico no solo afecta a los seres humanos sino también los animales que beben agua y los que habitan en ella sufren las consecuencias. (Pérez Porto & Gardey, 2016).

2.2.5 Ríos contaminados en Perú

Se menciona los principales ríos contaminados y los referenciales a este estudio en la selva alta.

Tabla 6

Ríos contaminados de Perú

Ríos contaminados	Origen/ km	Fuentes contaminantes	Contaminación por Coliformes:
Mantaro	Lago Junín a 4,080 msnm / 735 km	Vertimientos de aguas residuales domésticas, municipales y productivas sin tratamiento, así como de los residuos sólidos.	Presencia de contaminación microbiológica por E. Coli y Coliformes termotolerantes: 2300 – 33 000 000 NMP/100ml
Marañón	Cordillera de Raura/ 209 600 km ²	Aguas residuales domésticas, aguas residuales de origen mineros(metales pesados) uso de fertilizantes y plaguicidas y residuos sólidos	Presencia de contaminación microbiológica por E. Coli, Coliformes termotolerantes y totales.
Huallaga	Norte del Nudo de Pasco a 4500 m.s.n.m/	159 fuentes contaminantes: Vertimientos de aguas residuales, residuales domésticas, aguas residuales de origen mineros(metales	Contaminación microbiológica (Coliformes Termotolerantes) y

		pesados) uso de fertilizantes y plaguicidas y residuos sólidos (ANA,2015)	presencia de metales.
Ucubamba	Leymebamba/ 644.317 km	Presencia de ganadería, extracción de materiales de cantera, eliminación de aguas residuales domésticas sin tratamiento, vertederos incontrolados, y por uso de fertilizantes y plaguicidas en agricultura	Presencia de contaminación microbiológica por E. Coli, Coliformes termotolerantes y totales: 17 – 1600 NMP/100ml. (Oscar Gamarra T., 2018)
Rímac	3 532.00k m2	Vertimientos de agua residuales industriales sin autorización (13), aguas residuales municipales sin autorización (10), aguas residuales de origen mineros (7), aguas residuales de origen agrícola (6), aguas residuales de origen agroindustrial (50) Desmontes de mina (14) Botaderos de residuos sólidos (221), Tuberías conectadas al cauce (302) Total:722	Presencia de contaminación microbiológica por E. Coli, Coliformes termotolerantes y totales: 2300 – 33 000 000 NMP/100ml (ANA, 2015).
Chillón	Laguna de Chonta/ 120 Km	Vertimientos de agua residuales industriales sin autorización, aguas residuales municipales sin autorización (10), aguas residuales de origen agrícola y agroindustrial, y botaderos de residuos sólidos.	Presencia de contaminación microbiológica por coliformes totales y termotolerantes: 2400 – 35 000 000 NMP/100ml (MINSA, 2011)

Fuente: Elaboración propia con información de monitoreos realizados en el Perú.

2.2.6 Contaminación fecal

La calidad del agua de los ríos, a cuya rivera históricamente se han desarrollado las poblaciones, empeora cada vez más debido a la contaminación causada por las diversas prácticas como descargas no controladas de agua residual, escurrimientos urbanos y aportaciones del drenaje pluvial, efluentes de plantas de tratamiento de agua residual municipal y/o industrial, etc. (B. Barber, y otros, 1995).

La contaminación fecal es el impacto negativo que ha ido albergando el recurso hídrico con el pasar de los tiempos, principalmente ocasionado por los efluentes domésticos, aguas residuales o servidas y aguas negras. Para este tipo de contaminación es muy importante encontrar medidas de solución o control, porque pueden ser usados como agua de uso doméstico por las poblaciones sin servicios de agua potable.

Contribuyendo al deterioro de la salud humana y proliferación de enfermedades; además de los elevados gastos económicos que significarían en hospitales.

2.2.7 Microcuenca del río Olia

El origen de la microcuenca del río Olia es en las montañas del anexo Quitache perteneciente al distrito de San Miguel de Soloco. Tiene un recorrido de 30 km y está formada por el aporte de las principales quebradas: Alto Olia, Campanario, Golinas, Yamia, Agua Blanca, Quebrada Onda, Huamazán, Llavehuayco, Malcamal y Casinglas; siendo a su vez uno de los principales tributarios del Río Sonche de 11 km de extensión.

Un 80% de sus tributarios son quebradas profundas debido a la altura en la que presenta su formación o nacimiento: 2393 msnm. La contaminación del río Olia es a consecuencia de los desagües canalizados directamente al río y puede estar relacionada también a la actividad agrícola u horticultura, la población hace uso de pesticidas y sus campos son regados con las aguas provenientes y canalizadas del río Olia o tributarios.

Existe información y bibliografía escasa respecto a la microcuenca del río Olia, como delimitación de ubicación y nombres de los tributarios o aportantes, estudios ambientales, de calidad y usos de agua, así como de la geografía que presenta la microcuenca en estudio. En el 2018 la Ing Vargas realizó la tesis de grado en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM) generando información registrada de la microcuenca en estudio referente a macroinvertebrados bentónicos y calidad ecológica del agua.

2.2.8 Enfermedades hídricas

Las enfermedades transmitidas por el agua generalmente en ausencia de higiene y servicios de saneamiento son las siguientes:

- La diarrea, la arsenicosis y la fluorosis: Por ingestión de agua contaminada por microorganismos y productos químicos.
- La esquistosomiasis: Por un organismo causante que está presente en el agua como parte de su ciclo vital.

- La helmintiasis: Por las helmintiasis transmitidas por el suelo debido a la deficiencias de saneamiento e higiene;
- El paludismo y el dengue: Enfermedades transmitidas por estos vectores que se reproducen en el agua;
- La legionelosis: Por aerosoles que contienen determinados microorganismos (OMS, 2017).

2.2.9 Parámetros Microbiológicos

Son los microorganismos indicadores de contaminación o microorganismos patógenos para el ser humano como los coliformes. No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales, que comprende la totalidad del grupo, y los coliformes fecales, aquellos de origen intestinal con mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. (OMS, 2017).

a. Coliformes totales:

El total de bacterias coliformes o coliformes totales incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gram negativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C. *Escherichia coli* y los coliformes termotolerantes son un subgrupo del grupo de los coliformes totales que pueden fermentar la lactosa a temperaturas más altas. Los coliformes totales producen, para fermentar la lactosa, la enzima β -galactosidasa. Tradicionalmente, se consideraba que las bacterias coliformes pertenecían a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, pero el grupo es más heterogéneo e incluye otros géneros como *Serratia* y *Hafnia*. El grupo de los coliformes totales incluye especies fecales y ambientales. (Ashbolt N, Grabow, & M, 2001). Los coliformes totales se encuentran en el ambiente.

b. Coliformes fecales:

Los coliformes fecales también llamados coliformes termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas elevadas, son un subgrupo de

los coliformes totales, que fermentan la lactosa a 44,5 – 45,5 °C, análisis que permite descartar a Enterobacter, puesto que ésta no crece a esa temperatura. Si se aplica este criterio crecerán en el medio de cultivo principalmente Escherichia coli (90%) y algunas bacterias de los géneros Klebsiella y Citrobacter. La prueba de coliformes fecales positiva indica un 90% de probabilidad de que el coliforme aislado sea E. coli. Se encuentran casi exclusivamente en las heces de animales de sangre caliente y pueden reproducirse fuera del intestino en condiciones de presencia de materia orgánica y humedad; así como en las biopelículas que se forman en las tuberías de distribución de agua potable. Son buenos indicadores de higiene. (Madigan, Martinko, & Parker, 1997). Por encontrarse en el intestino y excretas humanas son peligrosos para la salud humana y en la contaminación de aguas.

c. *Escherichia Coli:*

Bacteria Gram Negativa que representa aproximadamente el 90% del grupo de los coliformes presentes en las heces fecales. Es uno de los indicadores de contaminación fecal más utilizados debido a su alta concentración en muestras. La E. Coli está presente en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades tanto del hombre como de los animales de sangre caliente, además permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas (Madigan, Martinko, & Parker, 1997). Su presencia indica contaminación con excremento por lo que representa un potencial de enfermedades en los seres vivos.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1 Ceja de selva

Se dice Selva alta, Ceja de selva, Montaña o Monte, a los bosques densos, lluviosos y nubosos de montaña al oriente de los Andes peruanos. Se inicia entre los 500 y 600 msnm, que es donde termina la planicie amazónica y comienzan a elevarse las montañas.

2.3.2 Microcuenca

Se define como una pequeña unidad geográfica donde vive una cantidad de familias que utiliza y maneja los recursos disponibles, principalmente suelo, agua y vegetación. Es importante remarcar la necesidad de considerar la microcuenca bajo un enfoque social, económico y operativo, además del enfoque territorial e hidrológico tradicionalmente utilizado. Desde el punto de vista operativo, la microcuenca posee un área que puede ser planificada mediante la utilización de recursos locales y un número de familias que puede ser tratado como un núcleo social que comparte intereses comunes (agua, servicios básicos, Infraestructura, organización, entre otros.).

Igualmente es importante mencionar que en la microcuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (relacionados a los bienes y servicios producidos en su área), sociales (asociados a los patrones de comportamiento de las poblaciones usuarias directas e indirectas de los recursos de la cuenca) y ambientales (vinculados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores). Por ello, la planificación del uso y manejo de los distintos recursos en la microcuenca debe considerar todas estas interacciones. (FAO, 2008).

2.3.3 Ecosistemas acuáticos:

Son una variedad de masas de agua naturales (arroyos, ríos, lagos, pantanos, etc.) y formadas por el hombre (embalses, arrozales, canales de irrigación, etc.). No obstante que sólo cubren alrededor del 1% del total de la superficie terrestre, en las aguas continentales viven unas 100 000 especies acuáticas, entre las cuales, por ejemplo, 10 000, o el 40%, de todas las especies son peces.

Los ciclos de producción en los ecosistemas acuáticos siguen muy de cerca los cambios estacionales de la temperatura y las lluvias en el entorno terrestre que crea un medio ambiente dinámico, donde la disponibilidad de hábitats acuáticos se modifica constantemente, y los nutrientes se liberan todo el tiempo. Las masas de agua en mención han ofrecido mucho más que agua: alimentos, medicamentos y materiales

de construcción, pero el agua cada vez se necesita más para usos de la población, muchas actividades humanas repercuten directa o indirectamente en los ecosistemas acuáticos, que sufren más presiones de estas actividades que los sistemas marinos. (FAO P. , 2001)

2.3.4 Medio Ambiente

El ambiente es el producto de la interacción dinámica de todos los elementos, objetos y seres vivos presentes en un lugar. Todos los organismos viven en medio de otros organismos vivos, objetos inanimados y elementos, sometidos a diversas influencias y acontecimientos. A lo largo de la evolución, muchas especies han desarrollado una tolerancia para resistir ciertas limitaciones. Los seres vivos se ajustan al medio mediante adaptaciones producidas por cambios genéticos que han aparecido a lo largo de muchos siglos. A su vez, plantas y animales actúan sobre el ambiente en el que se desarrollan, modificándolo (FAO, 2008).

2.3.5 Aguas Residuales

Son las aguas negras, en algunos países. Son aguas residuales de un establecimiento o viviendas que contienen materia fecal y/u orina. La (FAO, 2008) reconoce al agua residual como al agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar.

2.3.6 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental - ECA agua

En abreviatura como ECA-agua, los estándares de calidad establecen límites obligatorios al grado de contaminación hacia un cuerpo de agua receptor. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) son establecidos por el MINAM, y fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. Tiene como propósito el garantizar la conservación de la calidad ambiental del recurso hídrico mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada. Se ha

creado para controlar las descargas de agentes contaminantes.
(MINAM, Estándares de calidad ambiental, 2008).

Tabla 7

Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Parámetros	Unidad de Medida	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	
		Poblacional y Recreacional	Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Riego de vegetales y bebida de animales	Conservación del ambiente acuático	
		A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	Subcategoría E2: Ríos
Físico- Químicos						
pH	pH	6,5 – 8,5	6,0-9,0	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	6,5 a 9,0
T°	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Oxígeno						
Disuelto	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 5	≥ 5
Conductividad						
Eléctrica	(μS/cm)	1 500	**	2 500	5 000	1 000
Turbidez	UNT	5	**	**	**	**
Cloruros	mg/L	250	**			
Nitratos	mg/L	50	**	100	100	13
Nitritos	mg/L	3	**	100	100	**
DBO5	mg/L	3	10	15	15	10
DQO	mg/L	10	**	40	40	**
Dureza	mg/L	500	0,025	**	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	**	**	**	0,05
Amoniac						
Total	mg/L	1,5	1	**	**	1
Microbiológicos						
Coliformes						
totales		50	**	**	**	**
Coliformes						
Termotolerantes		20	200	1 000	1 000	2 000
E. Coli		0	**	1 000	**	**

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del ECA-agua (D.S. N°004-2017-MINAM) y en función a los parámetros medidos en este estudio.

2.3.7 Límites Máximos Permisibles

Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano. (MINSA, 2010).

Tabla 8

Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, DS N° 031-2010-SA.

2.3.8 Indicadores biológicos

Los indicadores biológicos son organismos o comunidades que a través de su presencia indican el nivel de preservación o el estado de un habitat. Un indicador biológico ideal, es el que tiene tolerancia y sensibilidad a ciertas situaciones ambientales, como a las alteraciones de los factores físicos, químicos y microbiológicos del medio en el que viven. Así nos proporcionan la información necesaria sobre el ecosistema y los riesgos que presenta en función a los tipos de contaminación presentes (Morales,2011 (Vargas Lucero, 2018)).

2.3.9 Número más probable

El método del Número más probable (NMP) (Most probable number - MPN - en inglés), también conocido como el método de los ceros de Poisson, es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva / negativa. La determinación de microorganismos coliformes totales por el método del NMP, se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 h., utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. (B. Barber, y otros, 1995).

2.3.10 Gestión

Hace referencia a la acción y a la consecuencia de administrar o gestionar algo. Al respecto, hay que decir que gestionar es llevar a cabo diligencias que hacen posible la realización de una operación, plan o de un anhelo cualquiera. (Pérez Porto & Gardey, 2016).

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

3.1. Lugar de ejecución

La microcuenca del río Olia alberga a los Distritos de San Miguel de Soloco, Cheto, San Francisco de Daguas y parte de los andes de Molinopampa, en la provincia de Chachapoyas, Amazonas. Ver Anexo 1.

La provincia de Chachapoyas está ubicada en la zona sur de la región Amazonas, a 6°13'54" latitud sur y 77°52'08" longitud oeste a unos 2339 m.s.n.m. y con una extensión superficial de 3 312,37 km². (INEI, 2019). La provincia de Chachapoyas presenta de acuerdo a la información climatológica de precipitación y temperatura tomada de la estación Chachapoyas; un clima cálido y templado.

La precipitación total mensual tiene un promedio mayor de 140 mm en el periodo de Noviembre a Marzo (temporada de avenida). Y la temperatura media mensual tiene un promedio mayor de 22° C para el periodo de Abril a Octubre (temporada de estiaje) como se muestra en la Figura 1.

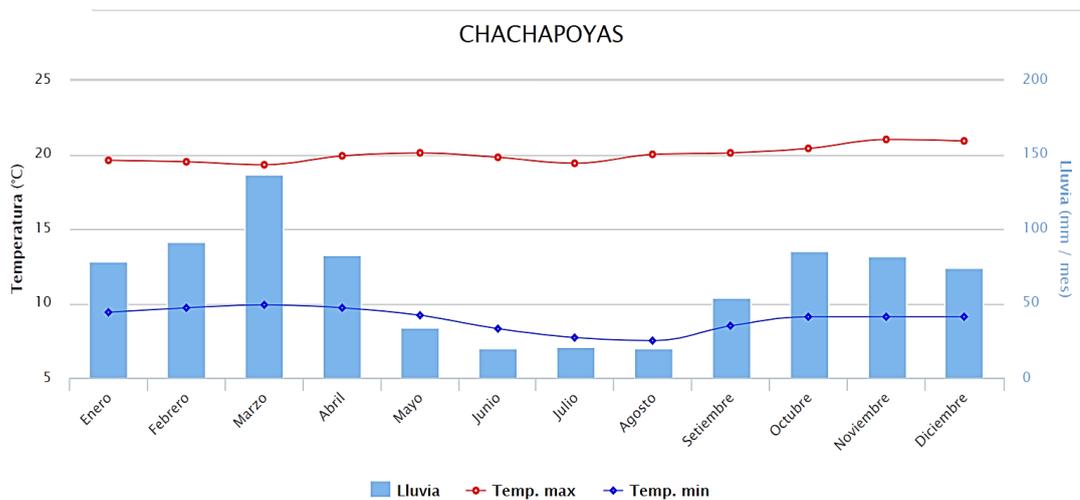


Figura 1. Precipitación y temperatura media mensual.

Fuente: Datos 2018 (SENAMHI, 2019).

3.2. Recursos a emplear

Para el monitoreo de los parámetros microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Olia se emplearon los siguientes recursos:

3.2.1 Recursos humanos

La toma, preservación y transporte de las muestras serán realizadas por un equipo preparado, con conocimiento de las actividades de campo, el área y zonas de acceso a los puntos de muestreo. Este equipo estuvo comprendido por cuatro (04) personas.

3.2.2 Recursos económicos

El presupuesto mayor estuvo destinado al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (LABISAG – UNTRUM) en la provincia de Chachapoyas, para el análisis de las muestras, además de los viáticos, traslado del personal y equipos.

3.2.3 Recursos materiales

3.2.3.1 Muestra

Agua superficial del río Olia.

3.2.3.2 Materiales de campo

- a. Mapa hidrográfico
- b. Cooler grande
- c. Frascos de plástico y vidrio
- d. Baldes de plástico de primer uso y limpios
- e. Guantes descartables
- f. Mascarillas
- g. Refrigerantes
- h. Botas de jebe
- i. Vestimenta de seguridad
- j. Lentes
- k. Gorra
- l. Ponchos impermeables

- m. Preservantes.

3.2.3.3 *Materiales de laboratorio*

- a. Guantes descartables
- b. Mascarillas
- c. Pizetas
- d. Refrigerantes
- e. Agua destilada
- f. Soluciones estándar (ph, conductividad,etc.).

3.2.3.4 *Materiales de gabinete*

- a. ArcGis
- b. Google Eart
- c. Mapa hidrográfico.

3.2.3.5 *Formatos*

- a. Etiquetas
- b. Registro de datos de campo
- c. Cadena de custodia
- d. Encuestas.

3.2.3.6 *Equipos y otros*

- a. GPS
- b. Correntómetro,
- c. Multiparámetro
- d. Cámara fotográfica
- e. Vehículo para transporte terrestre
- f. Plumones indelebles
- g. Cinta adhesiva
- h. Papel secante
- i. Libreta de campo
- j. Hojas de encuesta
- k. Soga
- l. Cinta métrica
- m. Linterna de mano.

3.3 Procedimientos

Para la evaluación de los indicadores de contaminación fecal en la microcuenca del río Olla, se realizaron dos (02) monitoreos, donde se evaluaron principalmente los parámetros microbiológicos del agua. El monitoreo de la calidad de las aguas de la microcuenca, fue realizado por un equipo de personas con conocimiento sobre la toma de muestras, preservación, transporte y análisis como se indica en el “Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales, DIGESA”. Al respecto, se realizó un reconocimiento previo en la zona de estudio y la facilidad de los lugares de acceso a las estaciones de muestreo. El equipo estuvo conformado por cuatro personas, a fin de realizar una distribución homogénea de las actividades detalladas en el campo. (DIGESA, 2007).

Tabla 9

Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos

“PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES, DIGESA”	
1. OBJETIVO: Establecer procedimientos utilizados en la ejecución del Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Sanitaria – DIGESA para evaluar la calidad sanitaria.	
2. PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN EL MONITOREO	
Parámetros de medición en campo	pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto.
Parámetros determinados en laboratorio	Físicos: Turbiedad, Sólidos totales y sólidos suspendidos. Iones principales: (Nitratos, Sulfato, Fosfatos, cianuro WAD y Libre, cloruros, nitritos, dureza total y cálcica, alcalinidad). Metales (Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As).
Parámetros Biológicos	Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Fitoplancton, Perifiton y Parásitos.
Parámetros Orgánicos	Aceites y grasas, Hidrocarburos totales de petróleo y DBO5.
3. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO Y REGISTRO DE DATOS DE CAMPO	
Ubicación del punto de muestreo	- Identificación: Que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. - Accesibilidad: Que permita un rápido y seguro acceso al lugar

	- Representatividad: Que como mínimo, debe ubicarse dos puntos de muestreo, aguas arriba y otra agua abajo en el cuerpo de agua receptor
Medición de Caudales	- Método del Correntómetro. - Método del Flotador - Método usando dispositivos especiales: vertederos y canaletas - Método Volumétrico
Registro de datos de campo.	Ficha de registro de campo: - Se registra el código del punto de muestreo - Se registra todas las mediciones realizadas
4. FRECUENCIA DE MONITOREO	La frecuencia de muestreo se establece de acuerdo a la estacionalidad (avenida y estiaje)
5. MUESTREO, PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y ENVÍO DE LAS MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS	
-Consideraciones generales	a. Toma de Muestras b. Medición de parámetros en campo
-Toma, preservación y conservación de muestras de agua	c. Preservación de las muestras de agua d. Identificación de las muestras de agua e. Conservación y envío de las muestras
6. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD	Garantizar que la medición cumple normas definidas y apropiadas de calidad con un determinado nivel de confianza
7. ANEXOS	Ficha de registro de Campo, Requisitos para toma de muestras y Cadena de Custodia

Fuente: Elaboración propia con información del Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos, DIGESA.

3.3.1 Etapa de Recolección de Datos

En esta primera etapa se recopiló la información de sitio: Se realizó encuestas a las municipalidades distritales, se solicitó información a la Autoridad Regional Amazonas en Chachapoyas y a la Autoridad Local del Agua ubicado en la provincia de Bagua - Amazonas, al Gobierno Regional de Amazonas, ubicado en la provincia de Chachapoyas, a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza y al INEI Amazonas, ubicados en la provincia de Chachapoyas, entre otros. Seguidamente se realizó el reconocimiento de campo y lugares de acceso al río, junto a pobladores para acceder a la parte más alta de la microcuenca (cerca de su formación) y hacer el reconocimiento de las quebradas de la misma. Se determinó la delimitación de la microcuenca

del río Olia y la ubicación de los puntos de monitoreo usando herramientas informáticas como ArcGis y Google Eart.



Figura 2. Reconocimiento del acceso a la estación de muestreo EO-1
Fuente: Propia (15-08-2018)

El acceso a la Estación EO-1 en el periodo de estiaje fue menos dificultoso que en el periodo de avenida, el acceso a la zona más alta de la microcuenca solo se pudo realizar a pie y con la necesidad de abrir un nuevo camino dado que no hay acceso por la ausencia de viviendas, se estima una clasificación de Bosque Húmedo de Montaña o Montañoso.

3.3.1.1 Delimitación del área de estudio

Se delimitó la microcuenca del río Olia con información satelital (imágenes auxiliares del Google eart Pro) y cartográfica (Mapas de delimitación de la Dirección General de Ordenamiento Territorial - Amazonas). Se elaboró un mapa de ubicación y delimitación del ámbito de estudio.

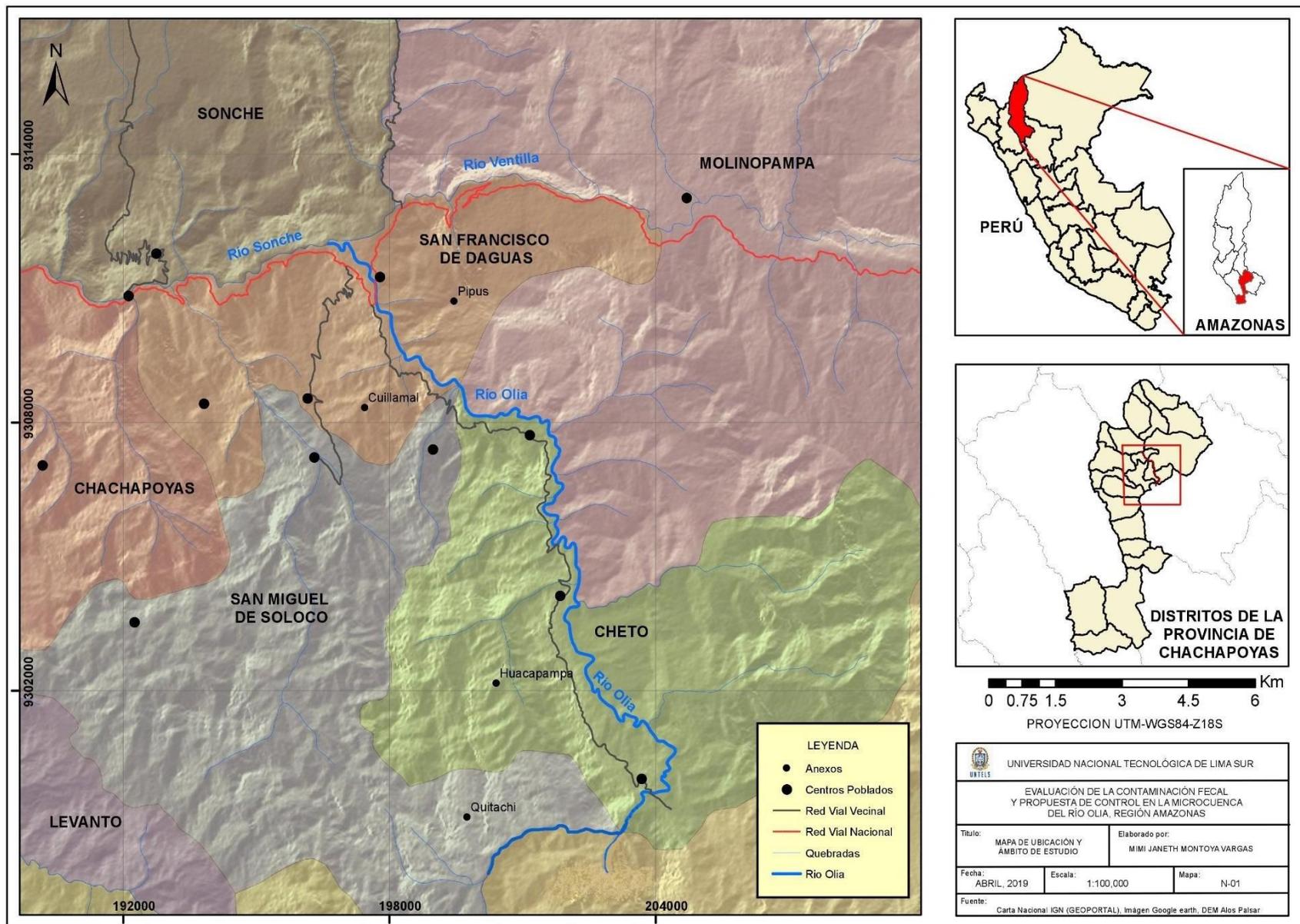


Figura 3. Mapa de ubicación y ámbito de estudio
Fuente: Elaboración propia

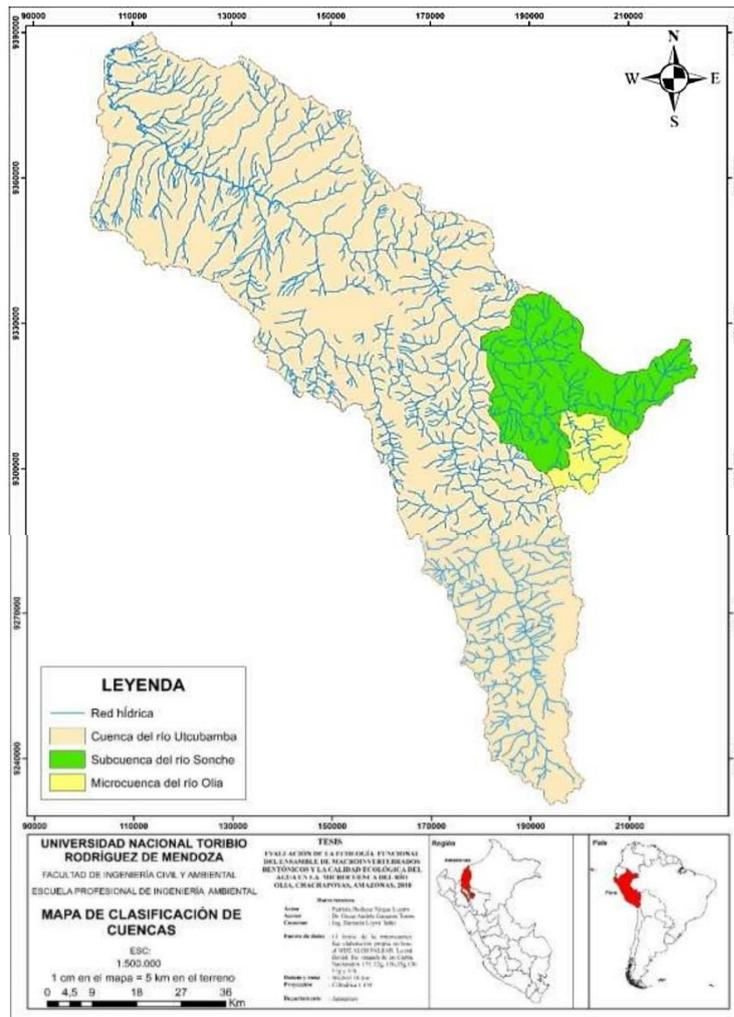


Figura 4. Mapa de delimitación de la Microcuenca Olia
Fuente: (Vargas Lucero, 2018) Tesis de grado, UNTRUM.

3.3.1.2 Identificación de fuentes contaminantes

Se realizaron encuestas a las autoridades de los Distritos del recorrido del río Olia. Ver Anexo 2. Principalmente se rescata la ubicación de pozos sépticos comunales del Distrito de San Francisco de Daguas y Cheto con filtración directa al río Olia, dado que están en su capacidad máxima y sin ningún tratamiento. La descarga al río es permanente, es decir, las 24 horas del día.

Asimismo se identificó pozos negros, principalmente en la cabecera de la microcuenca, en el Anexo Quitache y Huacapampa, y se elaboró un mapa donde se muestra los principales focos de contaminación fecal identificados previo al monitoreo en la microcuenca Olia. Ver Anexo 3.



Figura 5. Pozo séptico comunal del Distrito de San Francisco de Daguas
Fuente: Propia (07-08-18)



Figura 6. Efluente del pozo séptico del Anexo Huacapampa
Fuente: Propia (07-08-18)



Figura 7. Presencia de ganadería en la faja marginal del río Olia (Pipus)
Fuente: Propia (07-08-18)



Figura 8. Pozo séptico clausurado del Distrito de San Francisco de Daguas
Fuente: Propia (07-08-18)



Figura 9. Presencia de ganadería en la faja marginal del río Olia (A.Quitache)
Fuente: Propia (07-08-18)

3.3.2 Etapa de Pre-monitoreo

Se coordinó el trabajo de monitoreo con el equipo de trabajo respecto a los puntos de monitoreo, lugares de acceso, codificación de puntos de monitoreo y ubicación de las estaciones de muestreo teniendo presente la preservación de los equipos, reactivos, materiales y formatos de campo para un resultado seguro de las muestras (ANA, 2016).

3.3.2.1 Frecuencia de muestreo

Se realizaron dos (02) campañas de monitoreo. La primera en época de estiaje (abril a octubre) el 05 de setiembre del 2018 y la segunda en época de avenida (noviembre a marzo) el 22 de febrero del 2019. Ver Anexo 4.

3.3.2.2 Estaciones de muestreo

Para la determinación de las estaciones de muestreo se siguió el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los

Recursos Hídricos Superficiales (DIGESA, 2007) donde indica que como mínimo, se debe ubicar dos puntos de muestreo (aguas arriba y agua abajo). Se establecieron tres estaciones de muestreo georreferenciadas por el GPS navegador (Garmin modelo Oregon 8100), la primera estación EO-1, está ubicada cerca a la naciente del río Olia (microcuenca alta) y hasta donde el acceso permite llegar; la segunda estación EO-2, con ubicación en la microcuenca media y la estación EO-3 a cinco (05) metros antes de su confluencia con el río Ventilla (microcuenca baja).(*Figura 5*).

Es importante mencionar que la unión del río Olia y el río Ventilla forman uno de los más importantes ríos para la Ciudad de Chachapoyas, el río Sonche, dando paso a la formación turística e imponente del Cañón del Sonche, en la provincia de Chachapoyas, Amazonas. Ver Anexo 5.

Tabla 10

Estaciones de muestreo

Estación	Código	Código	Coordenadas UTM		Altitud msnm
	P.Estiaje	P.Avenida	E	N	
EO - 1	PME 1	PMA 1	200240	9298178	2354
EO - 2	PME 2	PMA 2	202071	9304094	2143
EO - 3	PME 3	PMA 3	196898	9311899	1981

Fuente: Elaboración Propia

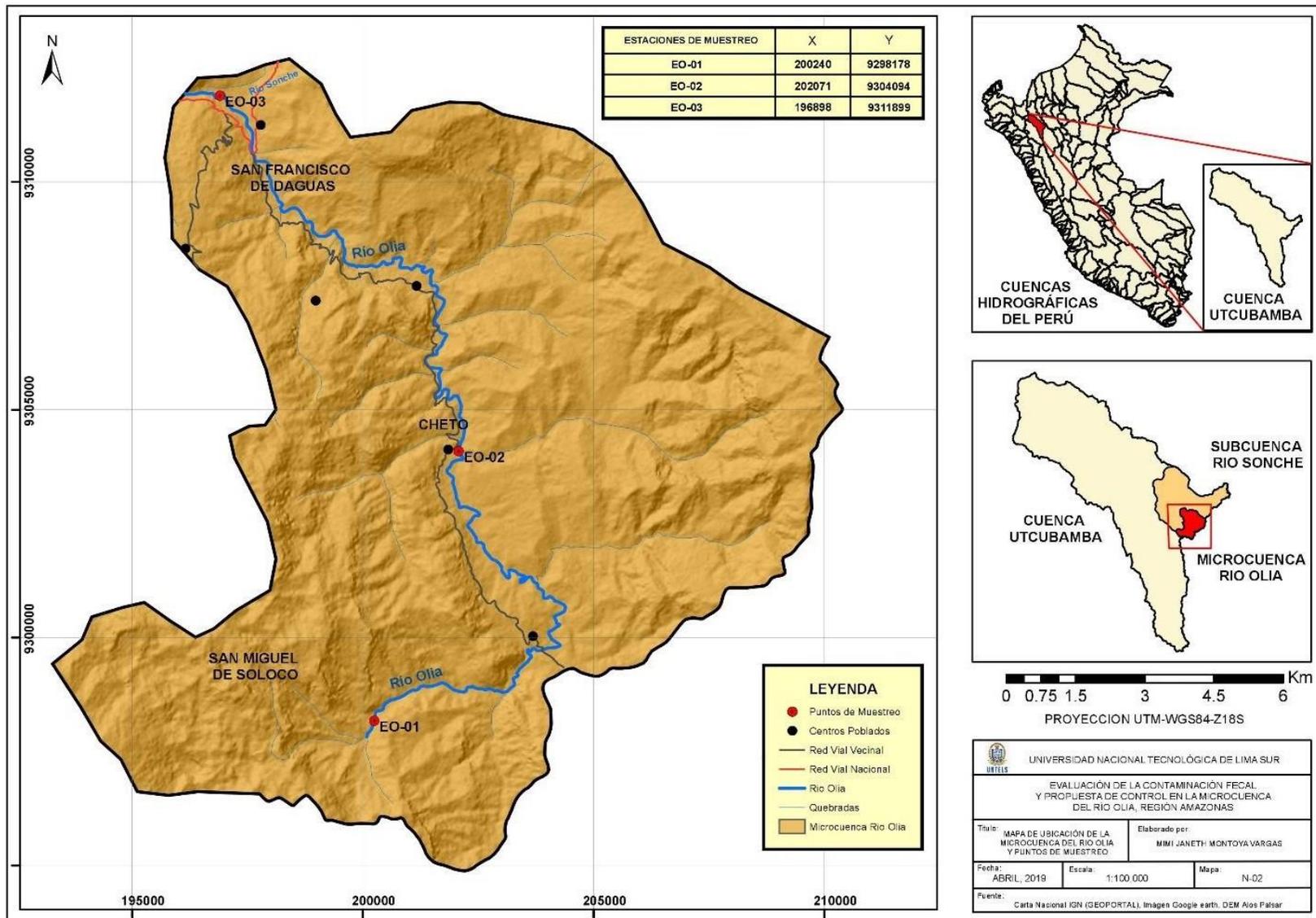


Figura 10. Mapa de ubicación de la microcuenca Olla y puntos de muestreo.
Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Etapa de Monitoreo

El monitoreo está conformado por las siguientes actividades:

- Reconocimiento del entorno
- Rotulado y etiquetado de recipientes
- Georreferenciación de los puntos de monitoreo
- Medición de los parámetros de campo
- Toma de muestra
- Preservación
- Llenado de la cadena custodia Ver Anexo 6.
- Transporte de las muestras
- Aseguramiento de la calidad de los resultados (ANA, 2016).

Los parámetros fueron seleccionados en función de las fuentes contaminantes y las actividades antropogénicas identificadas en la etapa de recolección de datos:

- Parámetros de campo: pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto.
- Parámetros microbiológicos: Coliformes totales, Coliformes fecales y Escherichia Coli.

3.3.4 Etapa de Análisis de muestras:

En esta etapa el análisis de las muestras fue realizado por el Laboratorio de Investigación de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), así como la revisión de datos de los análisis y la elaboración del Informe de Ensayo con los resultados de las muestras.

Para la medición de los parámetros microbiológicos en el laboratorio, se utilizó el método de Tubos múltiples o del Número Más Probable (NMP). El tipo de muestra de agua es: **Muestra simple o puntual**. Para el análisis y evaluación de los parámetros de campo y laboratorio se consideró las recomendaciones presentes en el "Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (ANA, 2016). Ver Anexo 7.

3.3.5 Etapa de evaluación y análisis de la información

Los datos microbiológicos del agua fueron evaluados a partir de su comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua – ECA agua (MINAM, 2017). Del mismo modo, la información obtenida fue contrastada e interpretada con la data obtenida en la primera etapa de recolección de información, fuentes de información como las encuestas, información de las municipalidades, organismos públicos, entre otros.

3.3.5.1 Diagnóstico poblacional - Saneamiento y servicios de agua

La microcuenca del río Olia está ubicada entre cuatro distritos: El Distrito de San Miguel de Soloco, Cheto, Molinopampa y San Francisco de Daguas, en la provincia de Chachapoyas. Actualmente la población de los distritos del recorrido de la microcuenca Olia son un total de 2161 habitantes.

- Distrito de San Miguel de Soloco:

El distrito de San Miguel de Soloco, cuenta con el anexo Quitache, limita por el norte con los distrito de Cheto y San Francisco de Daguas, por el sur y este con la provincia de Rodríguez de Mendoza y por el oeste con el distrito de Levanto y el distrito de San Isidro de Maino. Está ubicada en la zona sur de la provincia de Chachapoyas.

- Distrito de Cheto:

El distrito de Cheto, cuenta con el anexo Huacapampa, limita por el norte con el distrito de Molinopampa, por el sur y este con el distrito de San Miguel de Soloco y por el oeste con el distrito de San Francisco de Daguas. Está ubicada en la zona sur de la provincia de Chachapoyas.

- Distrito de San Francisco de Daguas:

El distrito de San Francisco de Daguas, cuenta con el Anexo Pipus, limita por el norte con el distrito de Sonche, por el sur con el distrito de San Miguel de Soloco, por el este con el distrito de

Molinopampa, y por el oeste con la provincia de Chachapoyas. Está ubicada en la zona sur de la provincia Chachapoyas.

La microcuenca del río Olia, solo limita con una sección de las montañas del Distrito de Molinopampa, no ubicándose ningún acceso, red vial y poblaciones. Por lo tanto en este estudio no se tomó en cuenta dicho Distrito por no sugerir ningún impacto y/o actividad presente.

Tabla 11

Población por distritos y anexos

Distritos	Población
Cheto	642
San Miguel de Soloco (SMS)	1224
San Francisco de Daguas (SFD)	295
Total	2161

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del Censo 2017 (INEI, 2019)

I. Tipo de vivienda

Las poblaciones de los distritos mencionados, según el (INEI, 2019), se encuentran en situación de pobreza según el tipo de vivienda y tipo de procedencia de agua por Red Pública. A continuación se detalla los tipos de viviendas y tipos de procedencia del agua para cada distrito.

Tabla 12

Tipo de viviendas por Distrito

Distritos	Tipo de Vivienda				
	Ladrillo, Cemento	Adobe	Quincha (caña con barro)	Madera	Triplay, piedra, calamina, otros
SFD	13	75	10	4	19
CHETO	39	114	3	55	23
SMS	38	255	13	96	23
Total	90	444	26	155	65

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017 (INEI, 2019).

El tipo de vivienda que prevalece en los tres distritos es de adobe con 444 casas, seguido de viviendas elaboradas a base de madera y cemento.

II. Disposición de red pública de agua en viviendas

En lo referente a las viviendas que cuentan con red pública del servicio de agua, solo 638 cuentan con el servicio y 33 viviendas se abastecen de agua del río, acequia o lagunas, quedando 441 viviendas sin servicio de agua potable por red pública. Además hay 113 viviendas que no disponen del servicio de agua potable por Red Pública todos los días.

Tabla 13

Tipo de procedencia del agua por Red Pública por Distrito

Distritos	Tipo de procedencia del agua por Red Pública				
	Red Pública dentro de las viviendas	Red Pública fuera de las viviendas	Río, acequia o laguna	No disponen de Servicios de Agua por Red Pública todos los días	No se registró
SFD	76	1	17	28	63
CHETO	185	1	3	39	148
SMS	377	1	13	46	197
Total	638	3	33	113	408

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017 (INEI, 2019).

El 4% del total de las viviendas de los Distritos se abastecen de agua del río, acequia y/o laguna, a ello, se le agrega el 34% de viviendas que no se han registrado dentro de la Red Pública de agua. Por lo tanto aproximadamente el 38% de las viviendas hacen uso de fuentes de agua como río, quebradas o acequias que forman parte y desembocan en la microcuenca del río Olia.



Figura 11. Viviendas según el tipo de procedencia del agua
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017 (INEI, 2019).

III. Tipo de servicios y usos del agua

El servicio de agua gestionado por las Municipalidades provee a 262 viviendas, además de las gestionadas por las Organizaciones Comunales respaldadas por las Municipalidades de sus respectivos Distritos que corresponden a 348 viviendas. Las viviendas que no cuentan con este servicio de red o con una empresa prestadora de servicios son un total de 472 según el último Censo del año 2017 realizado por el INEI. (INEI, 2019).

Tabla 14

Servicios de Agua Potable por Distrito

Distritos	Empresa Prestadora de Servicios de Agua Potable				Servicio de Agua por condición de pago
	Total de viviendas	Municipalidad	Organización Comunal	Sin Empresa	
SFD	157	58	-	99	58
CHETO	337	145	40	152	185
SMS	588	59	308	221	367
Total	1082	262	348	472	610

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017 (INEI, 2019).

En la Figura Nº 8 podemos notar que aproximadamente la mitad (44%) de la población total de los tres Distritos en estudio, no cuentan con Servicio de agua potable dentro de sus viviendas.



Figura 12. Servicio de agua potable por vivienda

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017 (INEI, 2019).

La disponibilidad de los servicios higiénicos en las viviendas es un indicador importante para comprobar la presencia de contaminación fecal en el agua, está comprobado que la ubicación de pozos sépticos, pozos ciegos y letrinas ubicadas en las cercanías de un río ocasiona filtraciones en un periodo de tiempo y espacio, pero esto se intensifica por acción de las lluvias en estas zonas. Es así que la Tabla 7 nos muestra la cantidad de viviendas que cuentan con este tipo de servicios higiénicos y la cantidad de hogares que hacen uso del río o fuentes de agua para cubrir sus necesidades.

Tabla 15

Disponibilidad de Servicios Higiénicos en la Vivienda

Disponibilidad de Servicios Higiénicos en la Vivienda						
Distritos	Red Pública de Desague dentro de la Vivienda	Pozo Séptico	Letrina	Pozo Ciego o Negro	Río o acequía	Aire Libre
SFD	65	4	4	15	8	6
CHETO	176	3	4	4	7	18
SMS	256	34	21	60	1	30
Total	497	41	29	79	16	54

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017 (INEI, 2019).

La mayoría de familias de los Anexos ubicados en la microcuenca alta han creado pozos ciegos en sus viviendas, resultando un factor importante a considerar en la contaminación de agua por filtraciones subterráneas. Incluso se debe tener en cuenta el 8% de viviendas que disponen de servicios higiénicos al aire libre.

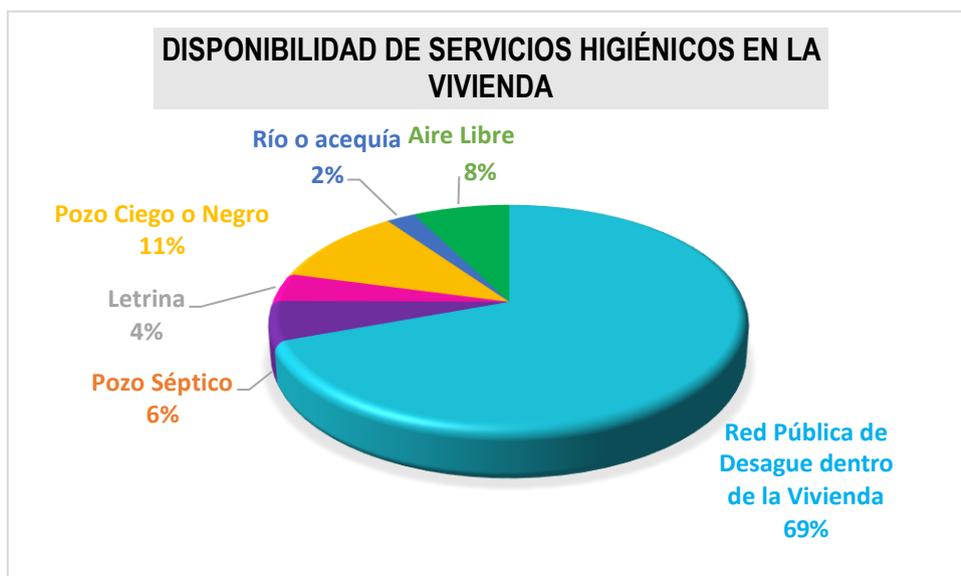


Figura 13. Disponibilidad de Servicios Higiénicos en la vivienda
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017 (INEI, 2019).

Las aguas de la microcuenca del río Olia son utilizadas principalmente para la bebida de los animales (ganado vacuno, ovino, porcino, caprino y equino), para el riego de cultivos y en la parte alta de la microcuenca (en los anexos de Quitache y Huacapampa) se realiza actividades como el lavado de ropa por aproximadamente 15 familias. También, se conoció por la encuesta, que las familias ubicadas cercanas a fuentes de agua como quebradas, riachuelos y acequias, la utilizan para uso doméstico. En otras palabras, para la bebida, preparado de alimentos y aseo personal.

Respecto a la disposición de los residuos sólidos, las familias no realizan la disposición final en las riberas o fuentes de agua como el río Olia, dado que las localidades han creado botaderos y existen pozos tierras gestionado por las Municipalidades en algunos Distritos y Anexos.

IV. Aspecto Económico

Las principales actividades que sustentan económicamente a las poblaciones de los Distritos de Cheto, San Miguel de Soloco y San Francisco de Daguas son la agricultura, el comercio y la ganadería. Por eso la clasificación de sus aguas es importante para el riego y bebida del ganado.

La agricultura se ve favorecida por las lluvias presentes en época de estiaje, aunque en baja intensidad; los terrenos son propicios para una gran variedad y tipos de cultivos entre los que están: Plantas frutales, tubérculos, vegetales, plantas medicinales, legumbres, entre otros. Los pobladores indican, según encuesta, que se dan muy bien los siguientes cultivos:

- Árboles: Alisos, cedro, ishpingo, pino, cascarilla, álamo, etc.
- Frutales: Mora, papaya chiquita, purpur, tomatillo, pepino rojo, chilo, naranja, plátano, mango manila, etc.
- Tubérculos: Papa (huairo, yungai, amarilis, chaucha, huamantanga).
- Verduras: caigua, Chiclayo, culantro, cebolla, perejil, lechuga, repollo, frejol, maíz, etc.
- Hierbas: poleo, hierbabuena, menta, orégano, etc. Ver Anexo 8.

El trueque es uno de los intercambios comerciales aún presentes en los distritos, son realizados en los días de feria o mercado.

Tabla 16

Actividades económicas por Distrito

Distrito	Actividades Económicas					Total de Trabajadores
	Agricultura	Ganadería	Comercio	Construcción	Profesionales, conductores, peones, otros	
SFD	51	11	37	6	26	131
CHETO	222	24	15	16	45	322
SMS	325	28	124	7	18	502
Total	598	63	176	29	89	955

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017 (INEI, 2019).

La actividad económica predominante es la agricultura, a la que se dedica el 63% de la población total (Distrito de San Francisco de Dagwas, Cheto y San Miguel de Soloco). Al respecto, los agricultores hacen uso de fertilizantes e insecticidas, en todos los periodos de siembra.



Figura 14. Actividades económicas

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017 (INEI, 2019).

Según la encuesta realizada, no se hace uso de abonos naturales, excepto para pequeños huertos domésticos y solo se utiliza fertilizantes químicos para los sembríos durante todo el año. En el Anexo Quitache, del Distrito de San Miguel de Soloco, hacen uso de fertilizantes agroquímicos cada 15 días durante el tiempo se siembra. Y entre los fertilizantes utilizados más conocidos en la zonas tenemos: Papa Sierra, Nutrifrut, Diamonico, Super doce y Urea y los productos para la fumigación son: Fitoraz, Hieloxil, Coraza, Antacol e insecticidas: Láser y Tamaron. Ver Anexo 9. Las actividades de recreación que practica la población es la pesca y la natación, en el río Olia se encuentran principalmente especies como la trucha y la carachama. Ver Anexo 10.

Así también el sistema de Información Geológico y catastral Minero (GEOCATMIN) del Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET)

corroborar la información de las encuestas, de que no existe actividad minera ni minas abandonadas en la superficie de los distritos de San Miguel de Soloco, Cheto y San Francisco de Daguas.

3.3.5.2 Identificación de actores y líneas de acción

Se realizó el análisis de la legislación vigente para los problemas identificados y se identificó el rol de las entidades y organismos involucrados, determinando su ausencia o presencia en la microcuenca Olia.

1. **La Autoridad Nacional del Agua (ANA):** Ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos.

Base Legal:

Ley N° 29338, Vigilancia y Fiscalización del Agua

Artículo 76.-

La Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por autoridad del ambiente. También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso.

Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI, Funciones de las Administraciones Locales de Agua

Artículo 48.-

Las Administraciones Locales de Agua tienen las siguientes

funciones:

- c) Ejecutar acciones de supervisión, control, vigilancia y fiscalización para asegurar el uso sostenible, la conservación y protección de la calidad de los recursos hídricos; así como instruir procedimientos sancionadores por infracción a la normativa de recursos hídricos y por incumplimiento de las funciones de las organizaciones de usuarios de agua.
2. **El Ministerio del Ambiente (MINAM):** Autoridad ambiental, vela por la concordancia entre la gestión del ambiente y las disposiciones o gestiones de los recursos hídricos.
3. **El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI):** Publica las normas de mayor rango que requiera aprobar la ANA a fin de facilitar una buena gestión de los recursos hídricos.
4. **El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS):** Bajo el rol de universalización del acceso a los servicios de agua potable y saneamiento.
5. **Otros ministerios:** Ejercen su rol normativo, observando concordancia entre las regulaciones que emita la ANA con las funciones o disposiciones que hayan publicado o tengan por publicar dichos ministerios.
6. **Los gobiernos regionales y locales:** Armonizan sus políticas y objetivos con la gestión de los recursos hídricos, evitando conflictos de competencia y efectivizando el logro de un buen uso del recurso hídrico.

Municipalidad Provincial Chachapoyas

Dirección: Jr. Ortiz Arrieta Nro. 588 Amazonas Chachapoyas.

Base Legal:

Ley N° 27972, Saneamiento, Salubridad Y Salud

Artículo 80.-

Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:

1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:
 - 1.1. Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
 - 1.2. Regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.
3. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales:
 - 3.2. Regular y controlar el aseo, higiene y salubridad en los establecimientos comerciales, industriales, viviendas, escuelas, piscinas, playas y otros lugares públicos locales.
 - 3.4. Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.
7. **Las organizaciones de usuarios de agua agrarios y no agrarios:** Asociaciones que participan en la gestión del uso sostenible del agua.
8. **Las entidades operadoras de los sectores hidráulicos de carácter sectorial y multisectorial;** Entidades que manejan la infraestructura hidráulica (embalses de agua, represas, canales de abastecimiento de agua, etc.): Los canales de abastecimiento están a cargo de las Municipalidades.
9. **Las comunidades campesinas:** Que deben participar en la elaboración del Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca a la que pertenecen. En este caso, no existe aún un Plan de Gestión para la Cuenca del Utcubamba a la que pertenece la Microcuenca Olla.
10. **Las entidades públicas vinculadas con la gestión de los recursos hídricos:** Articulan sus acciones con la ANA. Estas

entidades son la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía (SENAMHI, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), proyectos especiales relacionados con los recursos hídricos, autoridades ambientales sectoriales y entidades prestadoras de servicios de saneamiento.

11. **Los consejos de recursos hídricos de la ANA:** Participan en la planificación, coordinación y concertación para el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos a través del Plan de Gestión de Recursos Hídricos de sus cuencas. (Aquino Espinoza, 2017). En este caso, no existe aún un Consejo de Recursos Hídricos para la Cuenca del Utcubamba a la que pertenecería la Microcuenca Olla.

A continuación se determina y señala gráficamente el nivel de influencia y afinidad de los principales actores involucrados en la microcuenca del río Olla.

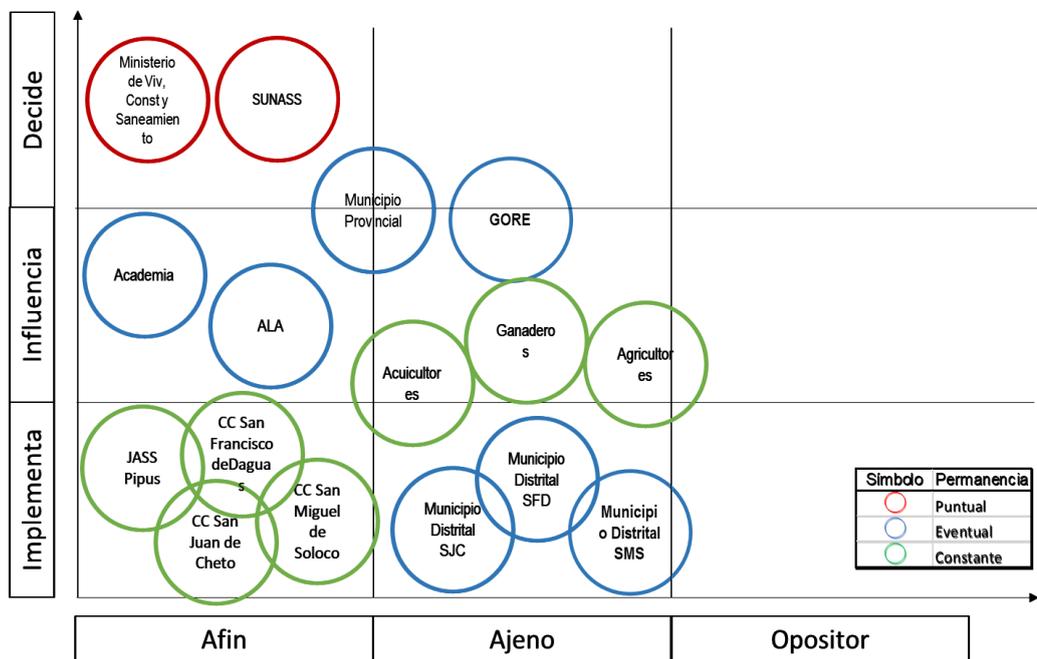


Figura 15. Mapeo de actores involucrados

Elaborado por: Hermai Alfaro, 2019

Los principales actores involucrados pueden generar espacios de diálogos con el propósito de contrastar modelos de microcuencas similares que hayan pasado por el proceso de gestión de sus recursos hídricos y los resultados hayan sido favorables y exitosos en el desarrollo de los Distritos. Esto, como un modelo base a tener en cuenta para iniciar un proceso de gestión de la microcuenca Olia.

3.3.5.3 Identificación de problemas

Se identificó la problemática por la información obtenida principalmente del trabajo de campo y gabinete, siendo contrastada con la obtenida en las encuestas.

Se pudo determinar así, el diagnóstico de la presunta presencia de contaminación fecal en la microcuenca del río Olia. Asimismo, se identificó las principales fuentes contaminantes: Pozos sépticos, servicios higiénicos al aire libre y crianza de ganado a lo largo de la microcuenca Olia.

Es decir, el mayor problema identificado es la descarga de aguas residuales domésticas o servidas sin previo tratamiento a las fuentes de agua de la microcuenca o cercanas a ella; todo ello, como consecuencia de la ausencia de los servicios de saneamiento y red pública de desagüe dentro de las viviendas. Son aproximadamente 219 viviendas que no cuentan con este tipo de servicio, siendo el total de 1 082 viviendas pertenecientes a los tres Distritos ubicados en la microcuenca Olia.

A continuación se muestra el árbol de problemas basado en las causas de la contaminación fecal, presente en la microcuenca del río Olia.

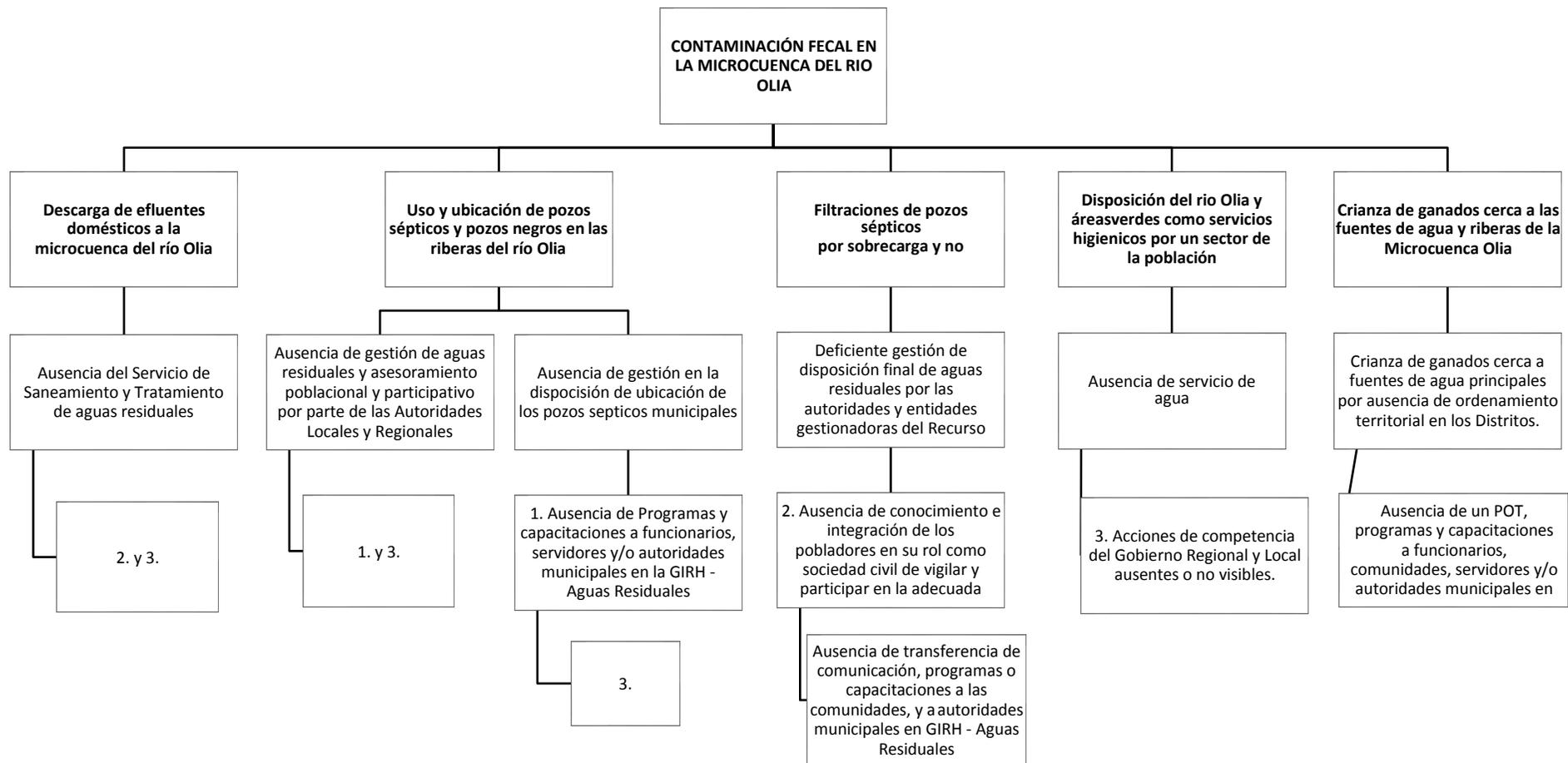


Figura 16. Árbol de problemas

Fuente: Elaboración propia

En función al árbol de problemas, tenemos que las principales causas son:

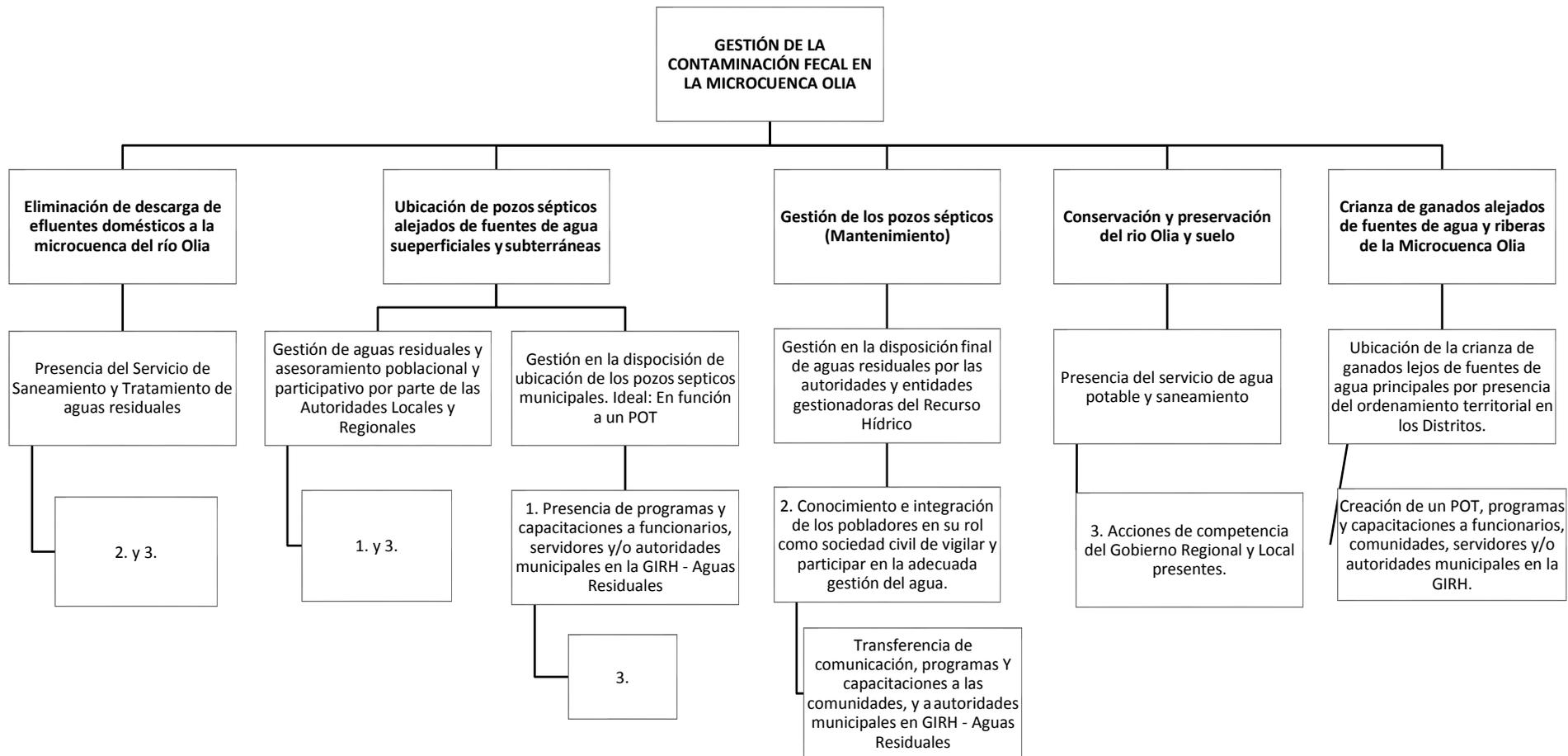
1. Ausencia de Programas y capacitaciones a funcionarios, servidores y/o autoridades municipales en la GIRH - Aguas Residuales
2. Ausencia de conocimiento e integración de los pobladores en su rol como sociedad civil de vigilar y participar en la adecuada gestión del agua.
3. Ausencia de un Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y acciones de competencia del Gobierno Regional y Local deficientes o no visibles.

Estas causas muestran que la raíz de la situación problemática es la gestión pública ausente, deficiente o no visible según el ámbito de acción o competencia, principalmente en los niveles de gobiernos Regional y Local. Si bien el papel de las comunidades en la gestión del **agua** tiene un rol muy importante dentro de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) y ellos mismos pueden generar la iniciativa de un plan de gestión; esto se ve limitado porque en las comunidades pertenecientes a la microcuenca Olia no se ha transmitido aún el conocimiento de su valor económico, social y ambiental como tal.

3.4 Modelo de solución propuesto: Propuesta de Control

Dentro de la Propuesta de Control, se entiende primeramente como medidas de control, a la implementación o recomendación de cualquier política, estrategia o acción que busque eliminar o minimizar los impactos adversos y las causas de una determinada problemática.

En respuesta al árbol de problemas identificado en el ítem 3.3.5.3. *Análisis de la información*, se elaboró las soluciones directas a la problemática que presenta la microcuenca Olia:



POT: Plan de Ordenamiento Territorial

Figura 17. Árbol de soluciones

En función al árbol de soluciones, tenemos que las principales soluciones están enfocadas a la:

1. Implementación de Programas y capacitaciones a funcionarios, servidores y/o autoridades municipales en la GIRH - Aguas Residuales
2. Crear y fortalecer el conocimiento e integración de los pobladores en su rol como sociedad civil de vigilar y participar en la adecuada gestión del agua.
3. Crear un Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y una pequeña Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) mediante las acciones de competencia del Gobierno Regional y Local.

Estas soluciones muestran que la solución principal a la problemática radica en una gestión pública eficiente y visible, según ámbito de acción o competencias articuladas, principalmente en los niveles de gobiernos Regional y Local. El papel de las comunidades en la gestión del **agua** sigue siendo un rol muy importante dentro de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) ya que ellos pueden generar la iniciativa de un plan de gestión de la microcuenca.

En base a lo investigado, y a la data obtenida en este estudio, se propone las medidas preventivas y/o correctivas para la conservación y toma de acciones en mejoramiento de la calidad del recurso hídrico de la microcuenca Olia.

Es así, que para la elaboración de la presente Propuesta de Control se tuvieron en cuenta las siguientes actividades:

3.4.1 Formulación: Medidas preventivas y/o correctivas

Luego de determinar que la calidad de las aguas superficiales de la microcuenca del río Olia se encuentra en riesgo por presencia de indicadores de contaminación fecal a partir de los dos (02) monitoreos de agua realizados, en medición de los parámetros microbiológicos donde:

Se alcanzaron los valores más altos con respecto a *Coliformes Totales* y *Coliformes Fecales*, con más de 1600 NMP/100ml; igual ocurrió con

los valores de *Escherichia Coli* en época de lluvia, encontrándose superior a 1600 NMP/100ml superando los ECA y LMP para agua, establecidos por la normativa peruana vigente.

Es por ello que se requiere la protección y acciones de mitigación para el mejoramiento de la calidad de agua de la microcuenca en estudio. Asimismo tras identificar las causas de dicha contaminación se propone en base a lo investigado, las medidas preventivas y correctivas para la protección del recurso hídrico. Dentro de las propuestas es importante mencionar que dichas medidas deben ser gestionadas y promovidas de forma cooperativa y articulada entre la comunidad y las entidades involucradas en la gestión del recurso hídrico:

❖ **Medidas preventivas y/o correctivas**

A. Implementación de medidas para la conservación de la microcuenca por parte del Gobierno Regional y Gobiernos locales: Municipalidad Distrital de San Francisco de Daguas, Municipalidad Distrital de San Juan de Cheto y Municipalidad Distrital de San Miguel de Soloco.

- Evitar la urbanización de las áreas agrícolas presentes en las fajas marginales de las fuentes de agua.
- Evitar la ubicación de la actividad ganadera en las cercanías y fajas marginales del río, lagunas y tributarios.
- Evitar la ubicación de pozos sépticos por parte de la comunidad en las fajas marginales cercanas al río Olia.

B. Gestionar la implementación inmediata de la desinfección con cloración a las fuentes o canalizaciones de agua de uso de abastecimiento para las viviendas con acceso a agua insegura y con alta probabilidad de presentar contaminación fecal.

- Para mitigar o eliminar la contaminación originada por microorganismos patógenos presentes en el agua y con alta probabilidad de ser destruidos con la cloración.

- Para proporcionar agua segura y disminuir la brecha de viviendas sin disponibilidad de servicios de agua potable o tratada.
- Para prevenir los riesgos de enfermedades hídricas en las poblaciones o posibles brotes.

C. Gestionar la creación e implementación de un Plan de Ordenamiento Territorial (POT), principalmente en las fajas marginales de las fuentes de aguas de la microcuenca:

- Para prevenir o corregir la contaminación derivada de actividades humanas debido a las viviendas ubicadas cerca a los márgenes y en la misma faja marginal.
- Para corregir la contaminación fecal de las fuentes de agua y río principal por la actividad ganadera ubicada en los márgenes.
- Para prevenir o corregir la contaminación por agroquímicos debido a las áreas agrícolas ubicadas en los márgenes.
- Para prevenir y gestionar los riesgos de desastres.

D. Gestionar la creación e implementación de una Planta de tratamiento de aguas residuales, principalmente en los distritos más poblados:

- Para corregir la contaminación derivada de las aguas residuales vertidas sin tratamiento al río.
- Para corregir la contaminación fecal de las fuentes de agua y río principal por disposición final de aguas residuales domésticas.
- Para prevenir o corregir la contaminación de los ecosistemas y organismos de vida.
- Para prevenir y gestionar los riesgos de enfermedades hídricas en la población rural.

E. Involucramiento de las comunidades y articulación con las autoridades:

- Las autoridades locales deben de generar la comunicación efectiva y la transferencia de información a las comunidades a través de

medios informativos, visuales, medios sociales, etc. en temas de gestión de agua y aguas residuales.

- Sensibilización permanente y con prioridad a las familias de las viviendas asentadas dentro de la faja marginal del río Olia.
- Asimismo, deben asegurar la protección de la calidad del agua y saneamiento, haciendo partícipes a las comunidades en su rol dentro de la gestión del agua.

F. Producción de información ambiental por las autoridades locales:

Para contrastar o gestionar la información con las entidades públicas competentes a fin de que actúen y se tome decisiones a favor de los ecosistemas presentes en la microcuenca.

- Identificar las fuentes de contaminación en la microcuenca Olia.
- Realizar monitoreos: En época de estiaje y época de avenida en el río Olia.
- Producir informes de monitoreo de agua, y presentar ante la autoridad inmediata a su gestión (calidad de agua) ALA, GORE.

G. Comunicación efectiva y trabajo articulado respecto a los problemas ambientales, entre las comunidades campesinas, asociaciones, ONGs, Jazz, autoridades locales, Municipalidad Provincial de Chachapoyas (Gerencia de Medio Ambiente y Servicios Públicos), Gobierno Regional Amazonas (Dirección Regional de vivienda, Construcción y Saneamiento) y otros.

H. Equipos educativos Ambientales: Capacitar a profesores con conocimientos en ciencias ambientales para la creación a través de ellos, a alumnos monitores voluntarios que sean capacitados a la vez, en el uso de equipos de monitoreo y trabajo de campo para evaluar los parámetros en el agua. Con la sugerencia de solicitar a las entidades públicas, privadas, organizaciones y ONGs ayuda para capacitar, equipar y fomentar la investigación en los monitores.

- Se promoverá a través de los estudiantes, una sociedad civil a favor de la protección del recurso hídrico y microcuenca a la que pertenecen.
- El nivel escolar es una forma eficaz de sensibilizar así como crear habilidades de investigación, llevando a la práctica la educación e investigación ambiental.

I. Fomentar la cultura del agua: Incidir en la formación de la cultura del agua en las comunidades, en temas prioritarios de protección y conservación del recurso hídrico para el desarrollo sostenible. Se sugiere realizar esta formación con metodologías participativas propuestas por las entidades Públicas medioambientales.

- Roles participativos, mismos que deben ser otorgados por las autoridades locales y/o regionales.
- Establecimiento de tareas compartidas.
- Transferencia de información mediante de medios comprobados en efectividad: informativos, visuales, medios sociales, otros...

3.4.2 Organización descentralizada y recomendaciones

1. La Autoridad Nacional del Agua además de promover debe asegurar a través de las ALA la gestión eficiente y responsable de las aguas residuales en los Gobiernos Regionales y Locales.
2. El estado debe poner principal atención a la situación actual en la que se encuentran las cuencas hidrográficas a consecuencia de la contaminación presente y acarreada por las microcuencas que las abastecen. Partiendo de que existen 159 cuencas (unidades hidrográficas) y solo 12 Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.
3. Las autoridades sectoriales, regionales y locales, dentro del marco de sus competencias deben gestionar y promover el conocimiento e integración de los ciudadanos acerca de las políticas y planes a través de medios informativos, visuales, medios sociales, etc. En temas de gestión de aguas y aguas residuales (que realmente sean efectivos).

Asimismo, deben asegurar la protección de la calidad del agua y saneamiento.

4. La Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos de la ANA debe hacerse presente en la organización de acciones para conservación, ya que además ser responsable de estas acciones, procesa toda la información relacionada a los recursos hídricos superficiales y subterráneos y no se hace llegar la información generada a los interesados.
5. Las Municipalidades de los distritos de Cheto, San Francisco de Daguas y San Miguel de Soloco deben evitar las actividades que puedan ocasionar impactos negativos en la salud de sus pobladores, en este caso, a través de la inclusión de la gestión de la calidad de agua para la microcuenca Olia, en sus políticas medioambientales.

3.5 Resultados

3.5.1 Resultados de análisis de los parámetros microbiológicos

3.5.2.1 Resultados del primer monitoreo

Tabla 17

Resultado de análisis del primer monitoreo

RESULTADOS DE ANÁLISIS – 1ER MONITOREO – Estiaje					ECA- AGUA (D.S N°004-2017-MINAM)	
PARÁMETROS	MÉTODO	MUESTRA A PME 1 (EO-1)	MUESTRA A PME 2 (EO-2)	MUESTRA RA PME 3 (EO-3)	CATEGORÍA 1 POBLACIONAL – PRODUCCION DE AGUA POTABLE	CATEGORÍA 3 RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES
MICROBIOLÓGICOS					A1	D1, D2
	Número Más Probable				NMP/100 ml	NMP/100 ml
Coliformes totales	NMP/100 ml	17,0	920,0	920,0	50	**
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	17,0	1600,0	1600,0	20	1 000
E. Coli	NMP/100 ml	17,0	350,0	350,0	0	1 000

***El parámetro no aplica para esta categoría*

Fuente: Elaboración propia con datos de informe de resultados del LABSAG de la UNTRUM.

a. Coliformes totales

Las muestras correspondientes a los puntos PME 2 Y PME 3 superan los valores establecidos en el ECA-agua para uso poblacional con 920,0 NMP/100 ml, mientras que el PME 1 está dentro del valor cumpliendo con dicho estándar de calidad ambiental para aguas (Tabla 4).

b. Coliformes fecales

Las muestras correspondientes a los puntos PME 2 Y PME 3 superan los valores establecidos en el ECA-agua para uso poblacional y bebida de animales y riego con más de 1600 NMP/100 ml, mientras que el PME 1 está dentro del valor cumpliendo con dicho estándar de calidad ambiental para aguas.

c. Escherichia Coli

Las muestras correspondientes a los puntos PME 1 PME 2 Y PME 3 no se establecen dentro de los valores del el ECA-agua para uso poblacional pero si cumple con los valores de la categoría 3 para la bebida de animales y riego con 17, 350 y 350 NMP/100 ml respectivamente.

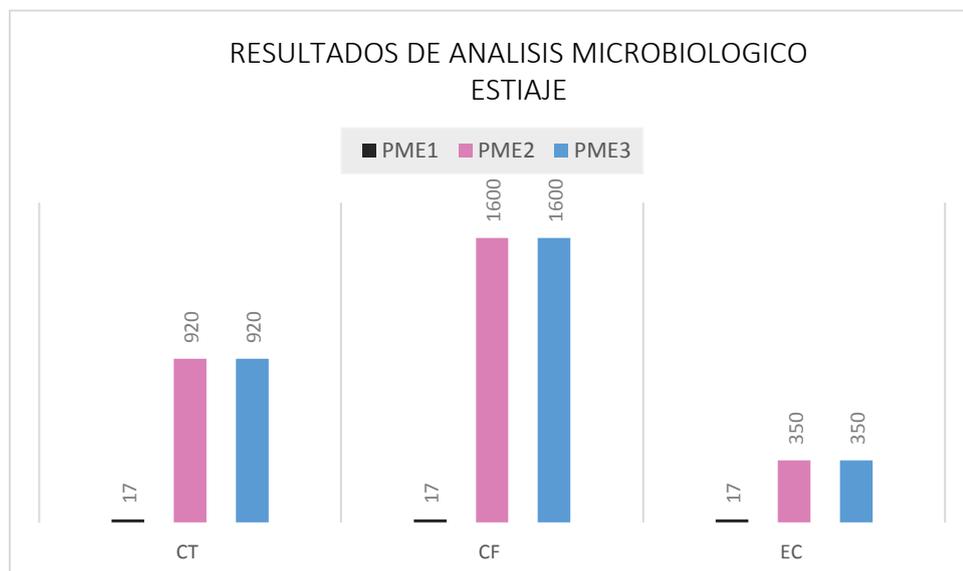


Figura 18. Resultados de análisis microbiológico – Estiaje

3.5.2.2 Resultados del segundo monitoreo

Tabla 18

Resultado de análisis del segundo monitoreo

RESULTADOS DE ANÁLISIS – 2DO MONITOREO – AVENIDA					ECA- AGUA (D.S Nº004-2017-MINAM)	
PARÁMETROS	MÉTODO	MUESTRA PMA 1 (EO-1)	MUESTRA PMA 2 (EO-2)	MUESTRA PMA 3 (EO-3)	CATEGORÍA 1 POBLACIONAL – PRODUCCION DE AGUA POTABLE	CATEGORÍA 3 RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES
MICROBIOLÓGICOS					A1	D1, D2
	Número Más Probable				<i>NMP/100 ml</i>	<i>NMP/100 ml</i>
Coliformes totales	<i>NMP/100 ml</i>	170,0	>1600	>1600	50	**
Coliformes Fecales	<i>NMP/100 ml</i>	49,0	>1600	>1600	20	1 000
E. Coli	<i>NMP/100 ml</i>	>1600	920,6	>1600	0	1 000

***El parámetro no aplica para esta categoría*

Fuente: Elaboración propia con datos de informe de resultados del LABSAG de la UNTRUM.

a. Coliformes totales

Las muestras correspondientes a los puntos PMA 2 Y PMA 3 superan los valores establecidos en el ECA-agua para uso poblacional con más de 1600 NMP/100 ml y el punto PMA 1 con 170,0 NMP/100 ml. Es decir no está dentro del valor cumpliendo con dicho estándar de calidad ambiental para aguas (Tabla 5)

b. Coliformes fecales

Las muestras correspondientes a los puntos PMA 2 Y PMA 3 superan los valores establecidos en el ECA-agua para uso poblacional y bebida de animales y riego con más de 1600 NMP/100 ml, mientras que el PME 1 está dentro del valor cumpliendo con dicho estándar de calidad ambiental para aguas solo para la Categoría 3 para la bebida de animales y riego.

c. Escherichia Coli

Las muestras correspondientes a los puntos PMA 1 y PMA 3 no se establecen dentro de los valores del el ECA-agua para uso poblacional

y bebida de animales y riego. El punto PMA 2 con 920,6 NMP/100 ml se encuentra dentro de los valores establecidos para bebida de animales y riego.

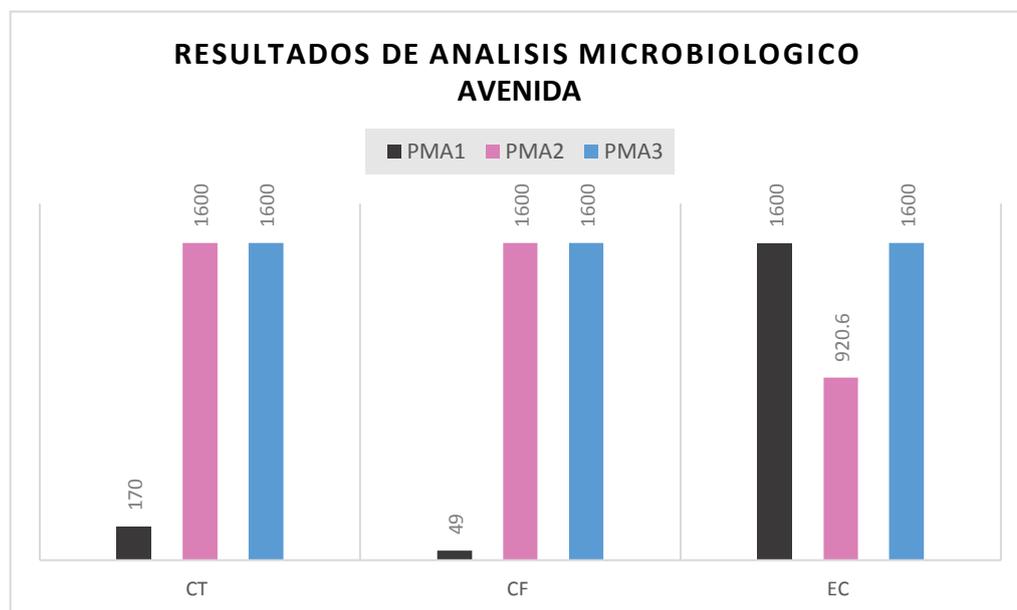


Figura 19. Resultados de análisis microbiológico - Avenida

3.5.2 Análisis Microbiológico:

En los puntos de muestreo **PMA2** y **PMA3**, se alcanzaron los valores más altos con respecto a Coliformes Totales (**CT**) y Coliformes Fecales (**CF**), con más de 1600 NMP/100ml; igual ocurrió con los valores de Escherichia Coli (**EC**) para los puntos **PMA1** Y **PMA3** encontrándose superior a 1600 NMP/100ml (Tabla 6).

Los datos de EC para los puntos **PME1**, **PME2**, **PME3** y **PMA2** de 17, 350, 350 y 920,6 NMP/100 ml respectivamente fueron inferiores, ubicándose dentro de la Categoría III (Riego de vegetales y bebida de animales).

Por una parte, para los valores de **CT** y **CF** obtenidos del punto **PME1** se determinaron aguas aptas para la Categoría I (Poblacional y recreacional) con 17 NMP/100 ml para ambos parámetros, pero por otra parte en el **PMA1**, perteneciente a la misma Estación 1 (**EO-1**) en época de avenida se registraron para los mismo parámetros **CT**(170 NMP/100 ml) y **CF**(49 NMP/100 ml) valores superiores, ubicándose solo en la Categoría III (Riego de vegetales y bebida de animales).

Tabla 19*Resultado de análisis microbiológico del río Olia*

PM/P-MB	CT	CF	EC
PME 1	17	17	17
PME 2	920	1600	350
PME 3	920	1600	350
PMA 1	170	49	>1600
PMA 2	>1600	>1600	920,6
PMA 3	>1600	>1600	>1600

Fuente: Elaboración Propia

Los valores microbiológicos obtenidos en las Estaciones EO-2 y EO-3 son los ubicados más cercanos a las poblaciones de los Distritos de Cheto (EO2) y Daguas (EO3). A su vez, a las tuberías de desagües, filtraciones de los pozos sépticos, uso doméstico y actividad agrícola y ganadera presente en el área de la microcuenca del río Olia. Estos factores se relacionan a los indicadores de contaminación fecal utilizados en este estudio (CT, CF y EC).

Por lo que respecta a la Estación EO1, ubicada en la cabecera o formación de la microcuenca los valores para estos indicadores son presumiblemente bajos, más aún en la época de estiaje. En otras palabras, la ausencia de viviendas y actividad ganadera en esta sección de la formación del río Olia corrobora las consecuencias de mayor contaminación fecal por acción del hombre y sus actividades de beneficio.

3.5.3 Resultado de análisis de los parámetros fisicoquímicos

Tabla 20

Resultado de Análisis In situ y fisicoquímicos

RESULTADOS DE ANÁLISIS IN SITU Y FISCOQUÍMICOS						
PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	ECA- AGUA N°004-2017-MINAM C1	(D.S 6,5 – 8,5) C3	MUESTRA PME 1 (EO-1)	MUESTRA PME 2 (EO-2)	MUESTRA PME 3 (EO-2)
FÍSICO - QUÍMICOS						
pH	<i>pH</i>	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	8,38	8,45	8,49
T°	<i>°C</i>	Δ 3	Δ 3	14,3	16	16
Oxígeno Disuelto	<i>mg/L</i>	≥ 6	≥ 4	8,22	8,30	8,34
Conductividad Eléctrica	<i>(μS/cm)</i>	1 500	2 500	185,0	220,0	248,0
Turbidez	UNT	5	**	1	2	4
Cloruros	<i>mg/L</i>	250		10,800	12,000	14,400
Nitratos	<i>mg/L</i>	50	100	1,035	1,105	1,255
Nitritos	<i>mg/L</i>	3	100	0,009	0,007	0,007
DBO5	<i>mg/L</i>	3	15	14,07	13,00	13,77
DQO	<i>mg/L</i>	10	40	20,08	18,57	19,53
Alcalinidad		**	**	73,150	59,300	58,520
Dureza	<i>mg/L</i>	500	**	104,077	116,030	129,481
Fosfatos	<i>mg/L</i>	0,1	**	0,063	<0,04	<0,04
Amonio	<i>mg/L</i>	1,5	**	< 0,02	0,02	0,02

***El parámetro no aplica para esta categoría*

Fuente: Elaboración propia con datos de informe de resultados del LABSAG de la UNTRUM.

3.5.4 Análisis Físicoquímico

Tabla 21

Análisis físicoquímico de la primera estación de monitoreo

ANÁLISIS DE RESULTADOS IN SITU Y FÍSICOQUÍMICOS REFERENTE A LOS ECA - (EO-1)					
PARÁMETROS	ECA - AGUA		MUESTRA PME 1 Microcuenca alta	Condición para uso poblacional, riego y bebida de animales	DISCUSIÓN
	C1: Poblacional	C3: Animales y Riego			
pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	8,38	Apto	Casi neutro con tendencia a la alcalinidad y permanece constante durante todo el curso del río Oña. Indica buena calidad del agua.
T°	Δ 3	Δ 3	14,3	Apto	El punto de muestreo ubicado a mayor altura registró las temperaturas más bajas. Presencia de truchas (agua fría).
Oxígeno Disuelto	≥ 6	≥ 4	8,22	Apto	Indica buena calidad del agua, procesos de purificación y hábitad de especies hidrobiológicas y organismos de vida.
Conductividad Eléctrica	1 500	2 500	185,0	Apto	Presencia de concentración baja de sales e iones: sodio, calcio, magnesio, bicarbonato, sulfato y/o cloruros. En concentraciones altas puede indicar presencia de flujos domésticos y/o industriales.
Turbidez	5	**	1	Apto	Tendencia a la ausencia de erosiones y de materias en suspensión, arcillas o materias orgánicas e inorgánicas. Indica buena calidad del agua y filtración de la luz.
Cloruros	250		10,800	Apto	Su bajo contenido no impide que el agua sea utilizada para el consumo humano, riego o ganado.
Nitratos	50	100	1,035	Apto	El bajo nivel de nitrato no evidencia presencia de materia orgánica, uso de fertilizantes o excretas humanas en las aguas.
Nitritos	3	100	0,009	Apto	Ausencia de heces de animales y proteínas. No hay acción de bacterias sobre la urea liberando amoníaco.
DBO5	3	15	14,07	No apto / Apto	Escasa presencia de proteínas, carbohidratos y lípidos o sus productos de degradación. Buena calidad química del agua, sin embargo no es apta para la Categoría 1 – poblacional.
DQO	10	40	20,08	No apto / Apto	Muy baja presencia de compuestos orgánicos y sales minerales oxidables, es decir bajo nivel de materia orgánica biodegradable. Sin embargo no es apta para la Categoría 1 – poblacional.
Alcalinidad	**	**	73,150	**	Contenido bajo en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos en el agua.
Dureza	500	**	104,077	Apto	Presencia de magnesio y calcio. En la zona se hace uso de más jabón debido a la tendencia a la dureza del agua. Aguas adecuadas para el consumo humano.
Fosfatos	0,1	**	0,063	Apto	Como nutrientes para las plantas su presencia es muy baja. Ausencia de procesos de eutrofización.
Amonio	1,5	**	< 0,02	Apto	El bajo nivel de amonio no evidencia la presencia de materia fecal de peces, orina de los animales u organismos muertos como plantas.

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría

Tabla 22

Análisis fisicoquímico de la segunda estación de monitoreo

ANÁLISIS DE RESULTADOS IN SITU Y FISICOQUÍMICOS REFERENTE A LOS ECA - (EO-2)

PARÁMETROS	APTO		MUESTRA A PME 2 Microcuenca media	Condición para uso poblacional, riego y bebida de animales	DISCUSIÓN
	C1: Poblacional	C3: Animales y Riego			
pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	8,45	Apto	Casi neutro con tendencia a la alcalinidad y permanece constante durante todo el curso del río Olía. Indica buena calidad del agua.
T°	Δ 3	Δ 3	16	Apto	El punto de muestreo ubicado a mayor altura registró las temperaturas más bajas. Incidencia a favor de la solubilidad del OD en el agua.
Oxígeno Disuelto	≥ 6	≥ 4	8,30	Apto	Indica buena calidad del agua, procesos de purificación y habitat de especies hidrobiológicas y organismos de vida.
Conductividad Eléctrica	1 500	2 500	220,0	Apto	Presencia de concentración baja de sales e iones: sodio, calcio, magnesio, bicarbonato, sulfato y/o cloruros. En concentraciones altas puede indicar presencia de fuentes domésticos y/o industriales.
Turbidez	5	**	2	Apto	Tendencia a la ausencia de erosiones y de materias en suspensión, arcillas o materias orgánicas e inorgánicas. Indica buena calidad del agua y filtración de la luz.
Cloruros	250		12,000	Apto	Su bajo contenido no impide que el agua sea utilizada para el consumo humano, riego o ganado.
Nitratos	50	100	1,105	Apto	El bajo nivel de nitrato no evidencia presencia de materia orgánica, uso de fertilizantes o excretas humanas en las aguas.
Nitritos	3	100	0,007	Apto	Escasa presencia de heces de animales y proteínas. No hay acción de bacterias sobre la urea liberando amoníaco.
DBO5	3	15	13,00	No apto / Apto	Escasa presencia de proteínas, carbohidratos y lípidos o sus productos de degradación. Buena calidad química del agua, sin embargo no es apta para la Categoría 1 – poblacional.
DQO	10	40	18,57	No apto / Apto	Muy baja presencia de compuestos orgánicos y sales minerales oxidables, es decir bajo nivel de materia orgánica biodegradable. Sin embargo no es apta para la Categoría 1 – poblacional.
Alcalinidad	**	**	59,300	**	Contenido bajo en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos en el agua.
Dureza	500	**	116,030	Apto	Presencia de magnesio y calcio. En la zona se hace uso de más jabón debido a la tendencia a la dureza del agua. Aguas adecuadas para el consumo humano.
Fosfatos	0,1	**	<0,04	Apto	Como nutrientes para las plantas su presencia es muy baja. Ausencia de procesos de eutrofización.
Amonio	1,5	**	0,02	Apto	El bajo nivel de amonio no evidencia la presencia de materia fecal de peces, orina de los animales u organismos muertos como plantas.

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría

Tabla 23

Análisis fisicoquímico de la tercera estación de monitoreo

ANÁLISIS DE RESULTADOS IN SITU Y FISCOQUÍMICOS REFERENTE A LOS ECA - (EO-3)

PARÁMETROS	APTO		MUESTRA A PME 3 Microcuenca baja	Condición para uso poblacional, riego y bebida de animales	DISCUSIÓN
	C1: Poblacional	C3: Animales y Riego			
pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	8,49	Apto	Dentro del rango permisible de 6,5 a 8,5 establecido por el ECA agua entrando en todas las Categorías.
T°	Δ 3	Δ 3	16	Apto	T° va aumentando en su trayectoria desde la Estación EO-1 hasta la EO-3
Oxígeno Disuelto	≥ 6	≥ 4	8,34	Apto	OD permanece constante a lo largo del rio Olia con una variación de 8,22 a 8,34 mg/L
Conductividad Eléctrica	1 500	2 500	248,0	Apto	Presencia de concentración baja de sales e iones: sodio, calcio, magnesio, bicarbonato, sulfato y/o cloruros. En concentraciones altas puede indicar presencia de fluentes domésticos y/o industriales.
Turbidez	5	**	4	Apto	Tendencia a la ausencia de erosiones y de materias en suspensión, arcillas o materias orgánicas e inorgánicas. Indica buena calidad del agua y filtración de la luz.
Cloruros	250		14,400	Apto	Su bajo contenido no impide que el agua sea utilizada para el consumo humano, riego o ganado.
Nitratos	50	100	1,255	Apto	El bajo nivel de nitrato no evidencia presencia de materia orgánica, uso de fertilizantes o excretas humanas en las aguas.
Nitritos	3	100	0,007	Apto	Ausencia de heces de animales y proteínas. No hay acción de bacterias sobre la urea liberando amoníaco.
DBO5	3	15	13,77	No apto / Apto	Escasa presencia de proteínas, carbohidratos y lípidos o sus productos de degradación. Buena calidad química del agua, sin embargo no es apta para la Categoría 1 – poblacional.
DQO	10	40	19,53	No apto / Apto	Muy baja presencia de compuestos orgánicos y sales minerales oxidables, es decir bajo nivel de materia orgánica biodegradable. Sin embargo no es apta para la Categoría 1 – poblacional.
Alcalinidad	**	**	58,520	**	Contenido bajo en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos en el agua.
Dureza	500	**	129,481	Apto	Presencia de magnesio y calcio. En la zona se hace uso de más jabón debido a la tendencia a la dureza del agua. Aguas adecuadas para el consumo humano.
Fosfatos	0,1	**	<0,04	Apto	Como nutrientes para las plantas su presencia es muy baja. Ausencia de procesos de eutrofización.
Amonio	1,5	**	0,02	Apto	El bajo nivel de amonio no evidencia la presencia de materia fecal de peces, orina de los animales u organismos muertos como plantas.

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El conjunto de actividades para ejecutar este estudio se llevó a cabo en diez (10) meses.

Tabla 24

Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	MES										
	A 1	S 2	O 3	N 4	D 5	E 6	F 7	M 8	A 9	M 10	
Recopilación de información referente al estudio de interés	X										
Recopilación de información de la microcuenca Olia y Distritos		X									
Entrevista con las autoridades de los Distritos		X	X								
Entrevista a las familias habitantes en la riveras del Río Olia		X	X								
Mapeo y Georreferenciación de los puntos		X	X								
1er Monitoreo del Río Olia		X	X								
Recopilación y análisis de la información obtenida			X	X	X						
Evaluación y análisis de los resultados				X	X						
Elaboración de resultados					X	X					
2do Monitoreo del Río Olia							X				
Evaluación y análisis de los resultados de laboratorio						X	X				
Mapeo y Georreferenciación de los puntos de muestreos realizados								X			
Comprobación de hipótesis y determinación de las conclusiones finales. Edición de aspectos y detalles finales.								X	X	X	

Fuente: Propia

PRESUPUESTO

Las actividades para la evaluación de la contaminación fecal en la microcuenca del río Olla cuentan con presupuesto que será asumido por mi persona en su totalidad para los siguientes aspectos:

Tabla 25

Presupuesto de inversión

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
Materiales	Cooler grande y pequeño	
	Frascos de plástico y vidrio	30.00
	Baldes de plástico	20.00
	Guantes descartables	10.00
	Mascarillas, pizetas, refrigerantes	16.00
Traslados del equipo de trabajo	Combustible	500.00
Viáticos (Para un mes)	Desayuno, almuerzo, cena y hospedaje.	–
Envío de muestras	Envío de muestras a laboratorio	
Laboratorio	Análisis de las muestras (x2)	780.00
Equipos	GPS	
	Cámara fotográfica	–
Soluciones y reactivos	Agua destilada	10.00
	Preservante	–
	Soluciones estándar	
Formatos	Etiquetas, registro de datos de campo, cadena custodia, hoja de encuestas, registro de censo.	30.00
Material cartográfico	Mapa hidrográfico	40.00
Indumentaria de protección	Botas de jebe	30.00
	Lentes	30.00
	Casco	40.00
	Ponchos impermeables	20.00
Otros	Plumones indelebles, lápices, cinta adhesiva, papel secante, libreta de campo, soga, cinta métrica, linterna de mano, etc.	60.00
	TOTAL	1,606

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

- La evaluación de los parámetros microbiológicos de la microcuenca del río Olía determinó la existencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal, siendo identificados los microorganismos pertenecientes al grupo de los coliformes: Coliformes totales, Coliformes fecales y *Escherichia Coli*. Determinando así la presencia de contaminación fecal en la microcuenca Olía.
- Las fuentes de contaminación encontradas en la microcuenca del río Olía son las descargas de efluentes domésticos de algunas viviendas, la presencia de pozos sépticos en las riberas, siendo estos los más perjudiciales para el río por su gran aporte de carga bacteriana demostrado al analizar las concentraciones de los parámetros microbiológicos. La crianza de ganado a lo largo de la microcuenca, es la tercera actividad económica de las poblaciones y sus desechos impactan a la calidad del agua como se muestra en los resultados, siendo la tercera fuente de contaminación importante para este estudio.
- La medición de los parámetros microbiológicos dieron como resultado la presencia de (170 NMP/100 ml) coliformes totales, (>1600 NMP/100 ml) coliformes fecales y (>1600 NMP/100 ml) *Escherichia Coli*
Al contrastar estos resultados en los dos periodos de monitoreo, los valores de indicadores de contaminación fecal más altos se encontraron en las estaciones de monitoreo EO-2 y EO-3, superando los ECA-agua para las Categorías I y III. En lo referente a la Estación EO-1 a pesar de las concentraciones elevadas de coliformes fecales y *Escherichia Coli*, sus aguas pueden ser utilizadas para la bebida de animales y riego, actividad importante en la zona, dentro de la Categoría III.
- La Propuesta de las medidas preventivas y correctivas, se encuentran dentro de tres propuestas principales:
 - Crear una Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y un Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

- La implementación de programas y capacitaciones a funcionarios, servidores y/o autoridades municipales en la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (aguas residuales).
- Crear y fortalecer el conocimiento e integración de los pobladores en su rol como sociedad civil de vigilar y participar en la gestión del agua.

De competencia principal del gobierno regional y local, así como su intervención para impulsar la creación de un Plan de Manejo Integrado de la Subcuenca Sonche.

DISCUSIÓN

- Contrastando los resultados, se comprobó respecto a la encuesta y verificación con la base de datos que es muy probable que solo 497 viviendas del total (1082) cuentan con una red pública de desagüe. Y en lo referente a los pozos sépticos comunales del Distrito de San Francisco de Daguanas ubicados a las riberas del río Olia, se comprobó que estos se encuentran provocando escorrentía al río por haber alcanzado su máxima capacidad ocasionando desbordes de los mismos, como se muestra en las imágenes y se corrobora con los resultados de análisis obtenidos. Además la Municipalidad del distrito es la entidad gestionaora de los pozos sépticos señalados.
- Por lo que respecta a las evaluaciones fisicoquímicas en cuanto a “pH, CE, OD, Turbidez, Alcalinidad, Dureza, Cloruros, Amonio, Fosfatos, Nitritos y Nitratos” para las tres estaciones de muestreo, se encuentran dentro de los límites ECA – agua, apta para consumo poblacional, recreación, para riego y bebida de animales, demostrando la calidad del agua en relación a sus parámetros fisicoquímicos. Por su parte, las concentraciones de DQO y DBO5 en las tres Estaciones superan los límites ECA agua para uso poblacional, sugeriblemente en respuesta a la contaminación por aguas residuales sin tratamiento, excremento y residuos de la actividad ganadera.

- La crianza de ganados vacunos, equinos y porcinos cercana a las fajas marginales de los ríos, por la facilidad de acceso al agua para bebida de estos animales, es una evidencia importante en la presencia de contaminación fecal en fuentes de agua, pero pese a ello, no se debería permitir a los pobladores cuyos potreros están alejados de esas fuentes de agua, canalizar las mismas, para hacerla de su uso ya que al finalizar su recorrido terminan desembocando en la microcuenca del río Olia y alterando el ecosistema aún más.

RECOMENDACIONES

1. Se tiene que tener en cuenta la importancia de realizar un estricto control en la calidad microbiológica de las aguas de la microcuenca Olia, ya que representa un riesgo sanitario para las poblaciones que hacen uso de ella.
2. Se debe proporcionar agua segura o con tratamiento convencional a las familias cuyas viviendas son abastecidas con agua sin tratamiento y de fuentes no seguras hídricamente, principalmente a las alejadas del Distrito.
3. Implementar las medidas preventivas y correctivas descritas en el modelo de solución propuesto para la conservación de la microcuenca Olia y así disminuir los riesgos a la salud por enfermedades hídricas en la población.
4. Es necesaria la continuación de este tipo de estudios en la microcuenca del río Olia, por la ausencia de servicios de desagüe y presencia de aguas residuales variantes a través de los años. Este tipo de estudios facilitará el diagnóstico de soluciones de mitigación para la contaminación presente en el río.
5. Ejecutar proyectos de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, orientado a la recuperación y conservación del servicio ecosistémico hídrico de la microcuenca Olia, en beneficio de las poblaciones de la cuenca baja del Utcubamba y la conservación de las fuentes hídricas naturales pertenecientes a la microcuenca Olia. Siendo los contribuyentes las poblaciones de los distritos de San Francisco de Daguas, Cheto y San Miguel de Soloco; y los retribuyentes las entidades públicas o privadas que se vean beneficiadas por este servicio, así como las poblaciones beneficiadas en seguridad hídrica ubicadas en la cuenca baja del Utcubamba.
6. Para los posteriores estudios se recomienda no solo realizar mediciones de CT, CF y EC sino también de virus y parásitos, ya que los parámetros analizados en este estudio no determinaron su ausencia.
7. Se recomienda realizar el monitoreo en época de estiaje, sobre todo para la estación EO-1 (cabecera de microcuenca) por la presencia de fangos y lodos a raíz de las intensas lluvias que dificultan en un 50% el trabajo de campo, suponiendo un riesgo en la accesibilidad y transporte de las muestras.
8. Se estima dejar este estudio como base para las futuras investigaciones, que busquen preservar y conservar el recurso hídrico de hábitats que contienen

ecosistemas de páramo tan importantes como este, principalmente de la microcuenca del río estudiado.

9. Las comunidades campesinas y nativas deben estar informadas sobre su rol en la participación de la elaboración del Plan de Gestión de Recursos Hídricos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Martínez, P. (2011). *Evaluación de coliformes totales y fecales como indicadores de contaminación fecal en la zona conurbada de la bahía de Chetumal*(Tesis de grado). Quintana Roo: Universidad de Quintana de Roo. Obtenido de <http://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/1050>
- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima: (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).
- Ashbolt N, J., Grabow, W., & M, S. (2001). *Indicators of microbial water quality*. Londres: IWA Publishing.
- B. Barber, L., A. Leenheer, J., E. Pereira, W., I. Noyes, T., K. Brown, G., F. Tabor, C., & H. Writer, J. (1995). *Organic Contamination of the Mississippi River from Municipal and Industrial Wastewater*. Reston: U.S. Geological Survey Circular.
- Bernal Zamudio, H., Hugo Sierra, C., Angulo Tarancón, M., & Onandia Olalde, M. (2009). *Amazonía y Agua: Desarrollo sostenible en el siglo XXI*. España: Unesco Etxea.
- Brwon, K. (30 de 01 de 2019). *Calidad Microbiológica*. Obtenido de Calidad Microbiológica: <http://www.calidadmicrobiologica.com.co/>
- Campaña, A., Gualoto, E., & Chiluisa-Utreras, V. (2017). Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito Metropolitano de Quito. *Latin American journal of Biotechnology and Life Sciences*, 305-310.
- Chaves Campos, A., González, Z., Mora Molina, J., & Rodríguez Barrientos, F. (2002). Contaminación actual de la cuenca del río San Carlos con coliformes fecales y totales. *Tecnología en marcha*, 15(2), 29-35. Obtenido de http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2805
- Chávez Ortiz, J., Leiva Tafur, D., & Corroto, F. (2016). *Caracterización fisicoquímica y mriobiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas*. Chachapoyas: Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva.
- Chávez Ortiz, J., Leiva Tafur, D., Rascón, J., Hoyos, I., & Corroto, F. (2014). Estado trófico del Lago Pomacochas a través de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. *Revista de Investigación para el desarrollo sustentable - INDES*, 2(2), 70-78.
- Chávez Ortiz, J., Rascón, J., & Eneque Puicón, A. (2015). *Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Ventilla, Amazonas*. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoz.
- DIGESA. (2007). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima: Dirección General de Salud Ambiental.

- DIGESA, D. d. (2007). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídrico superficiales*. Lima: Ministerio de Salud.
- Dirección General de Ordenamiento, T. (2016). *Mapa del Distrito de San Francisco de Daguas*. Gobierno Regional de Amazonas, Chachapoyas.
- FAO. (2008). "Apoyo a la rehabilitación productiva y el manejo sostenible de microcuencas en municipios de Ahuachapán a consecuencia de la tormenta Stan y la erupción del volcán Ilamatepec". En O. d. Alimentación, *GCP/ELS/008/SPA* (pág. 2). El Salvador: Tomás Lindemann.
- FAO, P. (2001). *Ecosistemas Acuáticos Continentales*. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Obtenido de Ecosistemas acuáticos continentales.
- García Huamán, F. T., Torres Delgado, J., & Vergara Medrano, S. E. (2011). Calidad ecológica del agua del río Utcubamba en relación a parámetros fisicoquímicos y biológicos. Amazonas, Perú. *Revista de investigaciones aplicadas*, 14(1), 7-19. Obtenido de http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/533/pdf_10
- Hinojoza Cordero, N. B. (2018). *Evaluación de la calidad del agua del río San Sedro, Sector Valle de Los Chillos, mediante el Índice de Calidad de Agua (Tesis de grado)*. Quito: Universidad Central de Ecuador.
- INCOTEC. (21 de 08 de 1996). *Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación*. Obtenido de Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC-ISO5667-6.pdf>
- INEI. (27 de 01 de 2019). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/>
- Lucero, P. V. (2018). *Evaluación de la ecología funcional de ensamble de macroinvertebrados bentónicos y la calidad ecológica del agua en la microcuenca del río Olía, Chachapoyas, Amazonas (Tesis de pregrado)*. Chachapoyas: universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (1997). Brock Biología de los Microorganismos. En M. T. Madigan, J. M. Martinko, & J. Parker, *Brock Biología de los Microorganismos* (pág. 986). Madrid: Prentice Hall.
- MAE. (2003). *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*. Quito: Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador.
- MINAM. (2008). *Estándares de calidad ambiental*. Lima: D.S N° 002-2008-MINAM.
- MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental para Agua*. Perú: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
- Ospina Zúñiga, O. E. (2014). Análisis de la contaminación microbiológica en el río Combeima, Municipio de Ibagué. *Producción+Limpia de la Corporación Universitaria Lasallista*, 92-103.

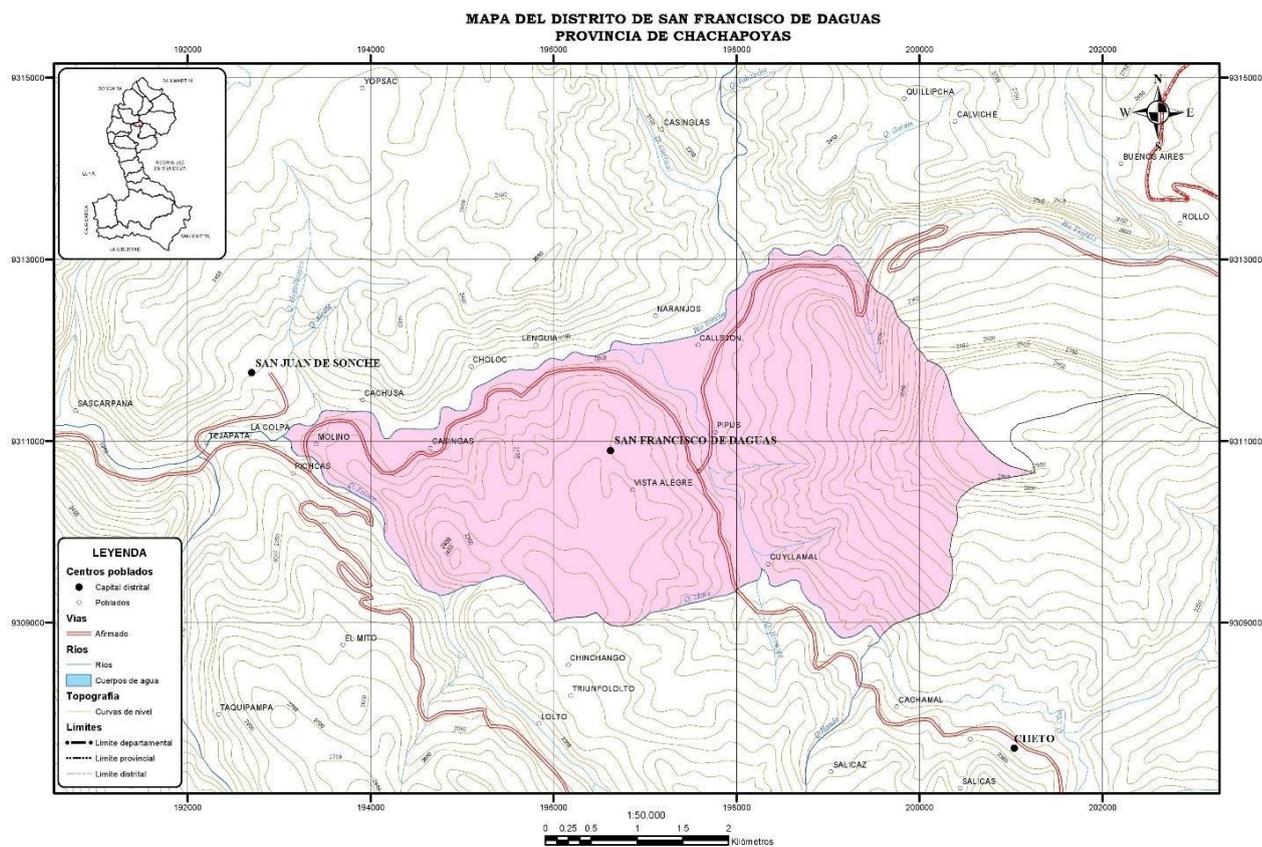
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2016). *Contaminación de agua*. Bogotá: Definiciones.
- Ramírez Lara, E. (2004). *Evaluación de la contaminación fecal en ríos urbanos mediante la determinación de urobilinas. (Tesis de maestría)*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/5076/>
- Reyes Cubas, C. M. (2012). *Estudio de la contaminación de las aguas del río Chillón. (Tesis de maestría)*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1082>
- SENAMHI. (27 de 01 de 2019). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe>
- Sotil Rivera, L. E., & Flores Vásquez, H. I. (2016). *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del Río Mazán - Loreto. (Tesis de grado)*. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4156>
- SUNASS. (2015). *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicio de saneamiento*. Lima: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
- Terleira García, E. (2010). *Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río Shilcayo ubicada entre la bocatomía y el asentamiento humano villa autónoma. (Tesis de maestría)*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/2096>
- UNAL. (15 de 02 de 2015). *La calidad del agua y su control*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo_7/Pages/calidad_agua.htm
- Vargas Lucero, P. J. (2018). *Evaluación de la ecología funcional del ensamble de Macroinvertebrados Bentónicos y la Calidad Ecológica del agua en la microcuenca del río Olia, Chachapoyas, Amazonas, 2018. (Tesis de grado)*. Amazonas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Villa Achupallas, M. A. (2011). *Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca del río Yacuambi. Propuestas de tratamiento y control de la contaminación. (Tesis de maestría)*. Zamora Chinchipe: Universidad de Cádiz. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/322?mode=full>
- Wer Putzeys, R. (2014). *Caracterización de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Morazán, Morazán, El Progreso (Tesis de grado)*. Guatemala de la Asunción: Universidad Rafael Landívar.

World Resource, I. (Agosto de 2015). *Aqueduct projected water stress country rankings*.
Obtenido de Institute:, World Resource: <http://www.wri.org/resources/data-sets/aqueduct-projected-water-stress-country-rankings>.

ANEXOS

ANEXO 1. Mapa del Distrito de San Francisco de Daguas	81
ANEXO 2. Formato de la encuesta realizada	81
ANEXO 3. Mapa de identificación de los focos de contaminación en la Microcuenca Olia ...	83
ANEXO 4. Río Olia en época de estiaje	84
ANEXO 5. Formación del río Sonche (unión del río Olia y el río Ventilla)	84
ANEXO 6. Formato de Cadena Custodia	85
ANEXO 7. Monitoreo en la estación de muestreo EO-1 y análisis de muestras	86
ANEXO 8. Plantas Frutales en el Distrito de San Francisco de Daguas.....	87
ANEXO 9. Ejemplo de agroquímicos más utilizados en los Distritos	87
ANEXO 10. Especies de peces en la microcuenca del río Olia y pesca	88
ANEXO 11. Microcuenca del río Olia	89
ANEXO 12. Recolección de datos de campo	90
ANEXO 13. Informe de resultados del segundo monitoreo de agua.....	91

ANEXO 1. Mapa del Distrito de San Francisco de Daguas



Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial, Chachapoyas 2016

ANEXO 2. Formato de la encuesta realizada

ENCUESTA A AUTORIDAD MUNICIPAL - LOCALIDADES UBICADAS CERCA A LAS RIVERAS
A. INFORMACIÓN
1. ¿Cuál es el área total de la localidad? ¿Tiene anexos?
2. ¿Cuánto es la población actual? ¿Es permanente o se ve incrementada en un mes en especial?
3. ¿De dónde se abastece de agua su localidad para consumo humano? ¿Es potable?
4. ¿Le hicieron pruebas de solubilidad o que la determinen apta para el consumo humano?
5. ¿Se presentaron últimamente enfermedades por consumo de agua contaminada?
B. ACTIVIDADES
6. ¿Qué actividades desarrollan sus pobladores? ¿Cuántos son profesionales?
7. ¿Qué porcentaje de la población se dedica a la agricultura?
8. ¿Qué porcentaje de la población se dedica a la ganadería?

9. ¿Qué es lo que se siembra y produce en esta zona?

10. ¿Qué tipo de sembrío caracteriza a la zona?

11. ¿Los agricultores hacen uso de abonos? ¿De qué tipo?

12. ¿Qué tipo de fertilizantes usan?

13. A su criterio ¿Se hace uso excesivo de fertilizantes químicos en los sembríos?

14. ¿Qué fuentes de agua utilizan para el regadío?

C. RESIDUOS

15. ¿Cada cuánto tiempo se hace el recojo de la basura en la localidad? ¿Quién está a cargo?

16. ¿Cuál es su disposición temporal? ¿Cuál es su disposición final?

17. ¿Se arrojan residuos al Río Olia o fuentes de agua cercana?

18. ¿La población utiliza los residuos orgánicos (cascaras, hojas secas, restos de comida, etc.) como abono?

D. CLIMA, FLORA Y FAUNA

19. ¿Cuáles son los meses de avenida y de estiaje?

20. ¿Con que frecuencia hay helada o granizo?

21. ¿Cuáles son las temperaturas mínimas y máximas en la localidad?*

22. ¿Qué tipos de plantas predominan en la zona? (flora)

23. ¿Qué tipo de animales predominan en la zona? (fauna)

E. RIO OLIA

24. ¿Utilizan el agua del Río Olia? ¿Para qué actividades?

25. ¿Aproximadamente cuántas familias lavan su ropa en este río y cuantas la usan para regadíos?

26. ¿Cuántos puntos de descargas hacia el río Olia existen en su localidad? ¿Dónde están ubicados?

27. ¿Qué tipos y características presentan las descargas o efluentes al Río? ¿Quiénes las producen?

28. ¿Hay presencia de pozos sépticos o pozos negros cerca al río o franja? ¿Dónde se ubican?

29. ¿Hacen uso del tratamiento de aguas residuales?

30. ¿Cree que el Río presenta contaminación? ¿Porque agentes?

31. ¿Se realizan actividades como piscigranjas, acuicultura u otros?

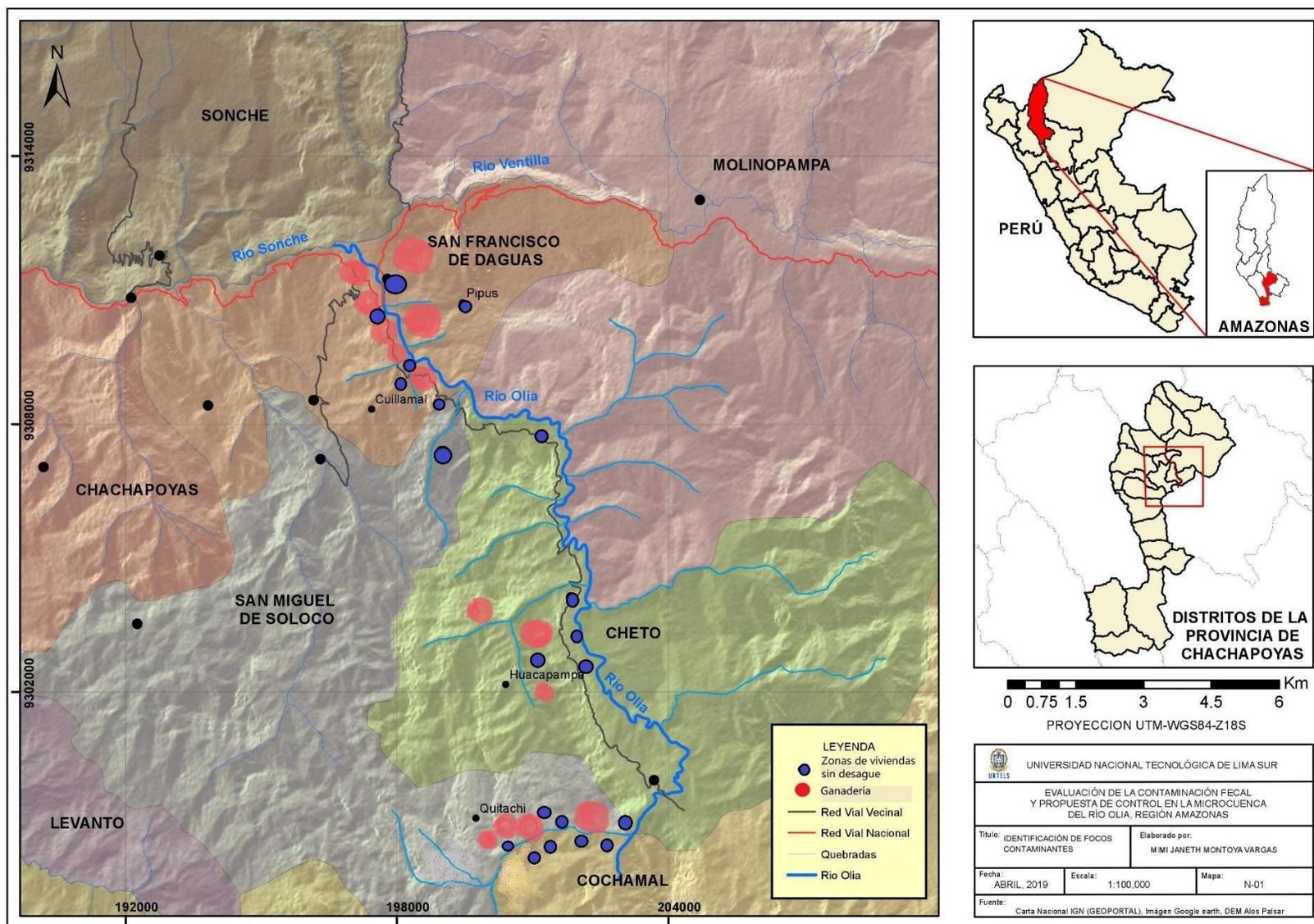
32. ¿Hay proyectos o futuros proyectos para el Río Olia?

33. ¿Existen estudios realizados o por realizar al Río Olia?

34. ¿Cuántas casas de esta localidad están ubicadas en la rivera del Río Olia?

Fuente: Elaboración Propia

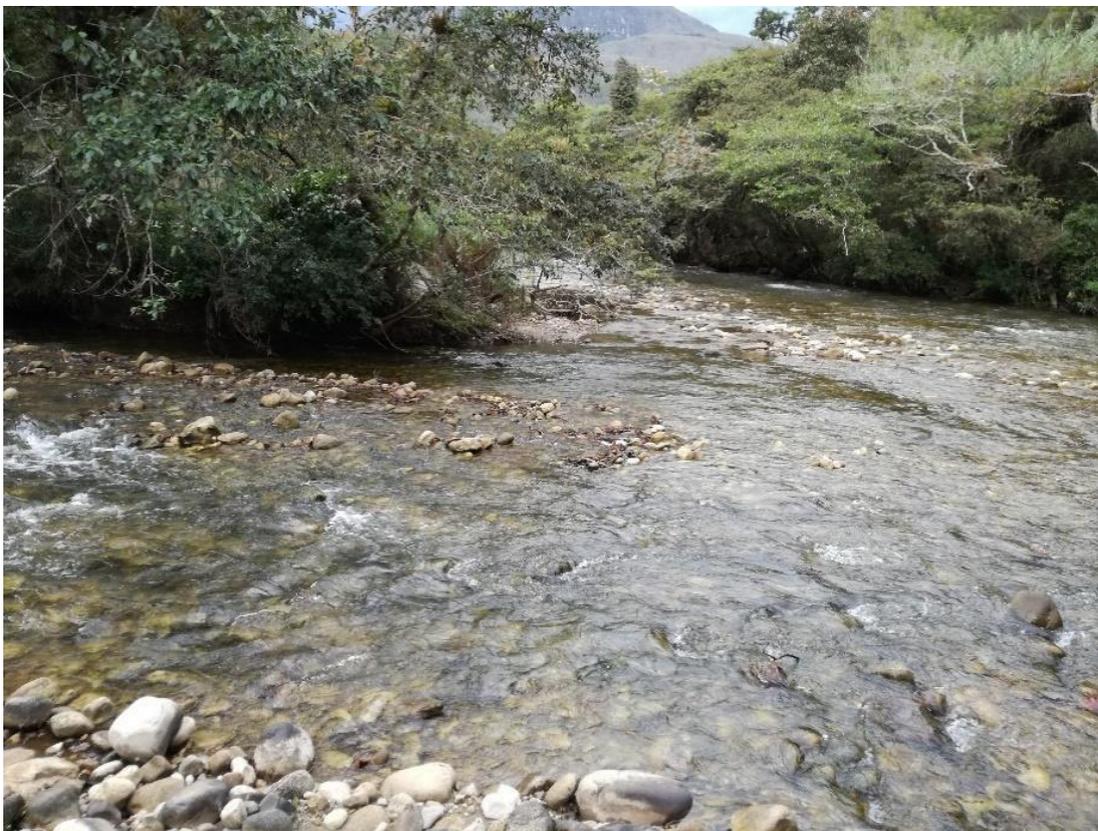
ANEXO 3. Mapa de identificación de los focos de contaminación en la Microcuenca Oña



ANEXO 4. Rio Olia en época de estiaje



ANEXO 5. Formación del río Sonche (unión del río Olia y el río Ventilla)
a 10 metros de la Estación EO-3.



Fuente: Propia (11-08-18).

ANEXO 6. Formato de Cadena Custodia

CADENA DE CUSTODIA - AGUA

N°

TÍTULO: Caracterización del Río Olla, Amazonas						Referencia:										Muestra: Puntual <input checked="" type="radio"/> Composito <input type="radio"/>			
EVALUADOR: Mimi Janeth Montoya Vargas						Cantidad de envases (Plástico / Vidrio / Bolsas)	Análisis requeridos / Preservantes										Observaciones		
Procedencia: Chachapoyas, Amazonas, Perú							C.E	Ph	T°	Conductividad	OD	DBO	Col. Totales	Echr. Coli	Nitritos	Fosfato			Nitritos
Fecha:																			
Muestreo realizado por: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza <input checked="" type="radio"/> Laboratorio de Análisis de Agua y Suelo																			
Item	Estación	Identificación	Fecha	Hora	Matriz*	P	V	B											
1	P1	Inicio del Río (Curso Superior)																	
2	P2	Termino del Río (Curso Inferior)																	
3	P3	Curso Medio																	
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			

(*) Matriz: AR: Agua Residual, AC: Agua de Consumo, ASUB: Agua Subterránea, AS: Agua Superficial, RRLL: Residuos Líquidos, LIX: Lixiviados y Soluciones, LD: Lodos, SL: Suelos, SD: Sedimentos, RRSS: Residuos Sólidos, RRHH: Recursos Hidrobiológicos, O= Otros (especificar).

Inspector responsable:	Fecha:	Hora:	Material enviado: Coolers <input checked="" type="checkbox"/> Botellas <input checked="" type="checkbox"/> Ice packs <input checked="" type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/>
Recibido por laboratorio:	Fecha:	Hora:	Material recepcionado: Coolers <input checked="" type="checkbox"/> Botellas <input checked="" type="checkbox"/> Ice packs <input checked="" type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/>
Total de muestras recibidas: 2			

Hoja: 1 de 1


VILCHEZ CUSTANEDA
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 120286

Fuente: Elaboración, Formato de Cadena Custodia - MINAM

ANEXO 7. Monitoreo en la estación de muestreo EO-1 y análisis de muestras



Fuente: Propia (05-09-18). Análisis de muestras en LABISAG – UNTRUM

ANEXO 8. Plantas Frutales en el Distrito de San Francisco de Daguas



Fotografía 1. Naranja Común



Fotografía 2. Guineo verde, plátanos orgánicos

ANEXO 9. Ejemplo de agroquímicos más utilizados en los Distritos



Fotografía 3. Fungicida agrícola Antracol



Fotografía 4. Fertilizante Nutrifrut

ANEXO 10. Especies de peces en la microcuenca del río Olia



Fotografía 5. Trucha arcoíris
(*Oncorhynchus mykiss*)



Fotografía 6. Carachama de río



Fotografía 5. Trucha arcoíris
(*Oncorhynchus mykiss*)



Fotografía 6. Pesca con anzuelo

ANEXO 11. Microcuenca del río Olia



Fotografía 1. Microcuenca alta del río Olia
Primera estación Olia



Fotografía 2. Quebrada Alto Olia



Fotografía 3. Microcuenca alta del río Olia



Fotografía 4. Microcuenca baja del río Olia.

ANEXO 12. Recolección de datos de campo



Fotografía 5. Medición de caudal



Fotografía 6. Recolección de muestras 1



Fotografía 5. Recolección de muestras 2



Fotografía 6. Medición de parámetros de campo

ANEXO 13. Informe de resultados del segundo monitoreo de agua

		Código: CCTT-0034	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO	

INFORME DE ENSAYO N°	LAB19-AA-016	LAB19-AA-017	LAB19-AA-018
1. DATOS GENERALES			
RAZÓN SOCIAL O NOMBRE	MIMI JHANETH MONTOYA VARGAS		
DIRECCIÓN	NO ESPECÍFICA		
RUC / DNI	70036253		
REFERENCIA	TESIS		
PROCEDENCIA	RIO OLLA - CHIETO	RIO OLLA - CHIETO	RIO OLLA - CHIETO
PRESENTACIÓN	1 FRASCO DE VIDRIO TRANSPARENTE DE 250 ML ESTERILIZADO		
MUESTREADO POR	LABISAG		
FECHA DE COLECTA	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019
HORA DE COLECTA	10:30:00 a.m.	11:30:00 a.m.	12:30:00 p.m.
FECHA DE RECEPCIÓN	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019
HORA DE RECEPCIÓN	03:30:00 p.m.	03:30:00 p.m.	03:30:00 p.m.
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019
HORA DE INICIO DE ENSAYOS	04:00:00 p.m.	04:00:00 p.m.	04:00:00 p.m.
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	04:00:00 p.m.	04:00:00 p.m.	04:00:00 p.m.
HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	04:00:00 p.m.	04:00:00 p.m.	04:00:00 p.m.
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	P1	P2	P3
TIPO DE AGUA	AGUA DE RÍO	AGUA DE RÍO	AGUA DE RÍO
LUGAR DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	FOMB	FOMB	FOMB
AUTORIZADO Y REALIZADO POR:	FUNCIONES:	FIRMA:	
Jesus Rascón Barrios	Responsable del Área de Análisis Físicoquímico de Aguas		

2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.

PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WPCF.	pH	<0.001	#
T° (in situ)	Método 2550B; APHA, AWWA, WPCF.	°C	<0.1	#
TURBIDEZ	-	UNT	<1	#
OXÍGENO DISUELTTO	Método 4500-O ₂ G; APHA, AWWA, WPCF.	mg/L	<0.01	#
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Método 2510 D; APHA, AWWA, WPCF.	µS/cm ²	<0.1	#
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	-	mg/L	-	#
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WPCF.	mg/L	<0.1	#

PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	
ALCALINIDAD	Método 2320B; APHA, AWWA, WPCF.	ppm CaCO ₃	<0.5	#
CLORUROS	Método 4500-Cl-B; APHA, AWWA, WPCF.	ppm Cl ⁻	<0.355	#
DUREZA	Método 2340C; APHA, AWWA, WPCF.	ppm CaCO ₃	<0.5	#
NITRATOS	Método 8030900; HACH.	ppm NO ₃ ⁻	<0.1	#
NITRITOS	Método 8507; HACH.	ppm NO ₂ ⁻	<0.001	#
SULFATOS	Método 3754; EPA.	ppm SO ₄ ²⁻	<1.0	#
FOSFATOS	Método 8190900; HACH.	ppm PO ₄ ³⁻	<0.04	#
AMONIO	Método 4500-NH ₃ C; APHA, AWWA, WPCF.	ppm NH ₄ ⁺	<0.02	#
D.B.O. ₅	Método 8043; HACH; Dilución	mg/L de O ₂	<0.01	#
D.Q.O.	Método 8000; HACH; Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0.7	#

3. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	
-	Número Más Probable	10 ³	-	10-3
COLIFORMES TOTALES	Técnica Estandarizada de Fermentación en Tubo Múltiple (NMP) de CT	NMP/100ml L	NMP	170,0
COLIFORMES FECALES	Método 9000221-C; APHA, AWWA, WPCF; Procedimiento de NMP para CF	NMP/100ml L	NMP	49,0
E. COLI	Método 9000221-E; APHA, AWWA, WPCF; Identificación de Bacterias Coliformes	NMP/100ml L	NMP	>1600

GRUPO ESTREPTOCOCOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ³	-	10-3
ESTREPTOCOCOS	Método 9000230-D; APHA, AWWA, WPCF; Técnica de Tubo Múltiple	NMP/100ml L	NMP	#
ENTEROCOCOS	Método 9000230-E; APHA, AWWA, WPCF; Técnica de Tubo Múltiple	NMP/100ml L	NMP	#

SALMONELLA

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	
SALMONELLA	Método 9000260-B; APHA, AWWA, WPCF; Procedimientos Generales Cualitativos de Aislamiento e Identificación de Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	PA	#

V. CHOLERAEE

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	
V. CHOLERAEE	Método 9000260-B; APHA, AWWA, WPCF; Virus cholerae	PRESENCIA/AUSENCIA	PA	#

L. D. = Límite máximo de detección del método. U.D. = Unidad de Medida. # = Parámetro no solicitado. M=Número de Análisis Microbiológico. P=Área de Análisis Físicoquímico.

* OBSERVACIONES:	SIN OBSERVACIONES	SIN OBSERVACIONES	SIN OBSERVACIONES
------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras enviadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Recibi Conforme:
Nombre:
DNI:
Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Calle Elgoz Ince Nº545-350-356 - Calle Universidad 1879-4 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labisag@rednet.edu.pe / labisag@rednet.edu.pe