

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**Evaluación de la calidad de agua del río Savia, para uso potable  
del distrito de Canayre – Huanta – Ayacucho, 2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTADO POR:  
Abimael Cárdenas Llanccce**

**Ayacucho – Perú**

**2019**

***A Dios:***

*Por darme la sabiduría, inteligencia, salud  
y bienestar.*

***A mi esposa:***

*Por su apoyo incondicional; por ser mi  
fuente de ilusión y lucha en la vida.*

***A mi madre:***

*Que con su demostración de una madre  
ejemplar me ha enseñado a no desfallecer  
ni rendirme ante nada y siempre perseverar  
a través de sus sabios consejos*

***A mi hijo:***

*Smith Abi tu afecto y tu cariño son los  
detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo,  
de mis ganas de buscar lo mejor para ti.  
Aun a tu corta edad, me has enseñado y me  
sigues enseñando muchas cosas de esta  
vida.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater, forjadora de profesionales competentes y de calidad humana al servicio del pueblo.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, especial agradecimiento a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, a la plana docente, por su afán y paciencia en brindarme sus conocimientos y dejarme un ejemplo social humano que ayudaran en el desarrollo de mi vida profesional y personal.

Al Ing. Efraín Chuchón Prado, a quien agradezco por haberme asesorado, orientado y acompañado en la elaboración del presente trabajo de Tesis.

A la Municipalidad Distrital de Canayre, por las facilidades y apoyo prestado en la realización del presente trabajo de investigación.

A todos aquellos profesionales que de una u otra manera, colaboraron en la realización y conclusión del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	viii
Resumen.....	9
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
1.1. Antecedentes .....	13
1.1.1. Enfoque situacional de América Latina .....	14
1.1.2. Enfoque situacional del Perú.....	15
1.1.3. Enfoque situacional de la región Ayacucho.....	15
1.2. Marco conceptual .....	15
1.3. Calidad del agua.....	17
1.3.1. Determinación de la calidad del agua .....	18
1.3.2. Calidad fisicoquímica del agua .....	18
1.3.3. Indicadores o parámetros químicos de la calidad del agua.....	21
1.3.4. Actividades que influyen en la calidad del agua.....	22
1.3.5. Contaminación .....	23
1.3.6. Riesgo de contaminación agraria .....	23
1.4. Valoración y monitorización de la calidad del agua .....	24
1.5. Estándares de calidad del agua.....	24
1.6. Parámetros que rigen la calidad del agua.....	25
1.7. Índice de calidad del agua.....	26
1.7.1. Uso de los índices .....	27
1.8. Marco legal .....	28
1.8.1. Ley general del ambiente (ley N° 28611) .....	28
1.8.2. Ley de recursos hídricos (ley N° 29338).....	28
1.8.3. Reglamento de la ley de recursos hídricos.....	29

1.8.4. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S N° 031-2010 ...	30
1.8.5. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua.....	32
1.8.6. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua parámetros inorgánicos	33
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>37</b>
2.1. Localización del trabajo de investigación.....	37
2.1.1. Ubicación política .....	37
2.1.2. Ubicación geográfica .....	37
2.1.3. Área de estudio.....	39
2.1.4. Microcuenca del río Savia.....	39
2.1.5. Vías de acceso .....	40
2.1.6. Características generales de la localidad.....	41
2.2. Materiales.....	44
2.2.1. Equipos, materiales y reactivos.....	44
2.3. Metodología .....	45
2.3.1. Procedimiento de la investigación .....	45
2.3.2. De la evaluación de las variables físico, químico y microbiológicos de la captación del río Savia para uso potable.....	49
2.3.3. De la evaluación del nivel actual del índice de calidad del agua de uso potable del río Savia .....	51
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>54</b>
3.1. De la evaluación de las variables físico, químico y microbiológicos de una nueva captación del río savia para uso potable.....	54
3.2. De la evaluación del nivel actual del índice de calidad del agua de uso potable del río Savia .....	60
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. Indicadores de la calidad de agua establecidos por la OMS.....	17
Tabla 1.2. Interpretación de la calificación de ICA-PE.....	27
Tabla 1.3. Límites máximos permisibles (LMP) microbiológico.....	31
Tabla 1.4. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.....	31
Tabla 1.5. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua, modificados con el D.S 004-2017-MINAN.....	33
Tabla 2.1. Límites de la localidad de Canayre.....	39
Tabla 2.2. Acceso al distrito de Canayre y zona del proyecto.....	41
Tabla 2.3. Población del distrito de Canayre.....	43
Tabla 2.4. Metodología de análisis de los parámetros físico químico y microbiológicos del agua.....	49
Tabla 2.5. Numero de muestras para la evaluación de la calidad de agua de consumo humano actual.....	51
Tabla 3.1. Análisis de los parámetros físicos químicos y microbiológicos del río Savia 1 para uso potable para la población de Canayre.....	55
Tabla 3.2. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.....	56
Tabla 3.3. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica según D.S.N°031-2010-SA.....	56
Tabla 3.4. Análisis de los parámetros físicos químicos y microbiológicos del río Savia 2 para uso potable de la población de Canayre.....	57
Tabla 3.5. Datos que corresponden a resultado de seis (06) monitoreo de agua del río Savia de consumo actual.....	61
Tabla 3.6. Celdas automatizadas para el cálculo de los excedentes de cada parámetro, factor y valor del ICA.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1. Ubicación geográfica de la investigación.....	38
Figura 2.2. Vista satelital de Canayre.....	39
Figura 2.3. Mapa de la microcuenca del río Savia.....	40
Figura 3.1. Comparación de nivel de turbiedad según estándares de calidad de agua.....	58
Figura 3.2. Comparación de parámetros inorgánicos.....	58
Figura 3.3. pH de las muestras de agua de consumo humano (reservorio y domicilio) en comparación con los LMP del distrito de Canayre, marzo a agosto de 2017.....	63
Figura 3.4. Turbidez de las muestras de agua de consumo humano (reservorio y domicilio) en comparación con los LMP del distrito de Canayre, marzo a agosto de 2017.....	63
Figura 3.5. Solidos totales disueltos de las muestras de agua de consumo humano (reservorio y domicilio) en comparación con los LMP del distrito de Canayre, marzo a agosto de 2017.....	64
Figura 3.6. Presencia de metales en muestras de agua de consumo humano en comparación con los LMP de metales.....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Informe de ensayo de análisis de agua de la nueva captación propuesta (1).....	73
Anexo 2. Hoja de cadena de custodia de monitoreo de agua.....	76
Anexo 3. Informe de ensayo de análisis de agua de la nueva captación propuesta (2).....	77
Anexo 4. Resultados de análisis de agua de uso actual.....	79
Anexo 5. Panel fotográfico.....	85



## RESUMEN

El agua es la fuente de todo progreso y desarrollo económico-social. La escasez del recurso, sumado a la falta de redes de distribución, representa una dependencia continua y un freno a la posibilidad de crecer y avanzar. La nueva captación propuesta de agua para consumo humano de la localidad de Canayre, está ubicada a 1279 msnm en la cabecera del río Savia y cumple con todos los parámetros físico químico y microbiológicas de las aguas superficiales, contrastando con los niveles estándares de las normativas nacionales se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles para agua potable y los que generalmente tienen mayor influencia sobre la calidad de agua, entre ellos por indicarse los sólidos disueltos totales  $< 3\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , la turbiedad  $< 0.70$  UNT, Aluminio  $0.03\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , Hierro  $0.031\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , los coliformes fecales  $130 \times 10^1$  NMP/100mL y los coliformes totales  $23 \times 10^2$  NMP/100mL. Del análisis de agua de consumo humano actual de la población del distrito de Canayre, del índice de calidad del agua tiene un resultado de 36.72 y según la interpretación de la calificación es *malo*, de los análisis de laboratorio de las muestras recolectadas revelan que existe alto grado de contaminación en Hierro  $0.505\text{mg/L}$  y de Aluminio de  $0.46\text{ mg/L}$ . En el presente trabajo se evaluó la calidad del agua para consumo humano, teniendo en consideración del Decreto Supremo N° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad de agua para consumo humano de los LMP y la comparación de resultados del análisis de laboratorio con el D.S N° 004-2017-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

**Palabras clave:** Evaluación, calidad de agua, río Savia y coliformes

## INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre aparece en la tierra su existencia y desarrollo está íntimamente ligado al líquido elemental. El agua es una necesidad primordial para la vida, sin embargo, también puede ser portadora de enfermedades, puesto que el agua puede y suele contener una diversidad de microorganismos contaminantes provenientes del suelo, aire y excretas de humanos y animales convirtiéndose en un importante vehículo de enfermedades.

El desarrollo de la investigación surge a partir de la detección de un problema asociado al recurso del agua, la salud y la falta de acceso de calidad a un servicio que se considera de derecho universal. El principal problema de la población de Canayre es consume agua contaminada con alta presencia de metales pesados, que representa riesgos sanitarios, más aun la localidad de Canayre se encuentra ubicado en la selva ayacuchana específicamente en el valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM).

En los últimos años los sectores competentes como Ministerio de Vivienda Construcción Saneamiento (MVCS), Ministerio Salud (MINSA), y organizaciones de apoyo, realizaron trabajos de instalación y mejoramiento de saneamiento básico en diversas regiones del país y especialmente en la zona valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), la dotación de agua para consumo humano, encargando la responsabilidad de Unidad Ejecutora a los Gobiernos Locales implementando (Área Técnica Municipal); para sensibilizar, capacitar a los miembros (JASS) y beneficiarios que garanticen la sostenibilidad del servicio, adecuado manejo, operación y administración de los sistemas de agua.

El abastecimiento de la calidad de agua contribuye varias e importantes formas al desarrollo económico y social de un país. Es una necesidad básica para uso doméstico,

en la industria, en la agricultura, en la construcción y para contribuir a un ambiente sano.

De acuerdo al informe de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), la DIRESA mediante la Red de Salud San Francisco, viene realizando trabajos de vigilancia y monitoreo de la calidad de agua de consumo humano donde menciona en el ámbito del VRAEM solo el 1.66% consume agua clorada y el distrito de Canayre consume agua no clorada.

El alcance de la investigación es la determinación de la calidad de agua de uso potable para consumo humano, debido a que influye en la salud de las personas, por lo que se plantea los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

Evaluar la calidad del agua del río Savia para uso potable del distrito de Canayre - Huanta - Ayacucho – 2016.

#### **Objetivos específicos**

1. Evaluar las variables físicas, químicas y microbiológicas de la captación del río Savia para uso potable.
2. Evaluar el nivel actual del índice de calidad del agua de uso potable del río Savia.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

Antes de la aparición del cólera en el Perú en el año 1991, casi todos los países de América Latina y el Caribe concentraban su atención en la cantidad antes que en la calidad del agua de consumo humano. Hoy en día, existe un mayor interés de las autoridades en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, prestándose mayor atención a los aspectos de vigilancia y control de los mismos. Muchos países se han visto motivados a ejecutar programas de vigilancia y control de la calidad el agua de consumo humano como parte de las intervenciones de salud ambiental para prevenir la transmisión de las enfermedades del tipo gastro-intestinal incluyendo el cólera (FAO 1991).

La calidad del agua de consumo humano tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, como consecuencia de que sirve como vehículo de muchos microorganismos de orígenes gastro-intestinal y patógenos al hombre. Entre los agentes patógenos de mayor representatividad que pueden estar presentes en el agua se tienen a las bacterias y virus y en menor cuantía a los protozoos y helmintos. Estos microorganismos difieren ampliamente en tamaño, estructura y constitución, lo que explica que su supervivencia en el medio ambiente así como su resistencia a los procesos de tratamiento, difieran significativamente (FAO 1993).

En la reunión regional sobre la calidad del agua realizado en la ciudad de Lima – Perú en el año 1996 en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), una de las recomendaciones formuladas fue la de desarrollar programas de vigilancia y control de la calidad del agua de consumo humano. De esta manera, el Plan Regional para el mejoramiento de la calidad del agua es una respuesta a la necesidad de mejorar la calidad del agua de consumo humano en América Latina y el Caribe.

A fin de contribuir al desarrollo de los programas nacionales de vigilancia y control de las aguas de consumo humano en la región, se propone una metodología dirigida a la evaluación racional e integral de la calidad del agua suministrada por los servicios de abastecimiento de agua.

En el informe presentado por la DIGESA sobre la evaluación de los servicios de agua para consumo humano y saneamiento realizados en la localidad de Canayre, ubicadas en el distrito de Canayre provincia de Huanta de la región Ayacucho, se precisa que se ha identificado presencia de metales pesados en el agua de consumo humano, que representa riesgo sanitario por contaminación del agua de la localidad de Canayre con *Aluminio en 0.46 mg/l y Hierro con 0.505 mg/l* resultados que superan los Límites Máximos Permisibles, establecidos en el D.S. 031-2010-SA.

#### **1.1.1. Enfoque situacional de América Latina**

El agua es la base de la vida en nuestro planeta, cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre, localizada principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total (agua salina) que no puede ser consumida directamente por los seres humanos, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

La calidad de la vida depende directamente de la calidad del agua, una buena calidad del agua sustenta la buena salud de los ecosistemas y en consecuencia, mejora el bienestar de las personas.

La mejora de la calidad del agua de bebida mediante el tratamiento del agua doméstica, por ejemplo con la cloración en el punto de consumo, puede reducir en un 35% a un 39% los episodios de diarrea.

En la mayoría de los países, los principales riesgos asociados al consumo de agua contaminada están relacionados con microorganismos. Como se indica en el capítulo 18 de la “Agenda 21” de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una

tercera parte de las defunciones en los países en desarrollo tienen por causa el consumo de agua contaminada.

### **1.1.2. Enfoque situacional del Perú**

La meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio entre 1990 y 2015 sobre agua potable era de “reducir a la mitad la proporción de la población sin acceso a una fuente de agua mejorada”. Una fuente mejorada de agua potable es aquella que, por la naturaleza de su construcción, está protegida de la contaminación exterior. Proporción de la población usando agua mejorada/agua no mejorada; en Perú la proporción de la población con una fuente de agua mejorada aumentó de 74% a 87%. Perú alcanzó la meta del 87%.

### **1.1.3. Enfoque situacional de la región Ayacucho**

Sólo el 5% de la población de las zonas rurales consumían agua segura en el año 2014 y que de la zona urbana solo el 53 % consumían agua clorada.

En el año 2012, 300 mil habitantes de la región Ayacucho consumían agua no apta para el consumo humano, ocasionando enfermedades gastrointestinales y de otros tipos y que sólo el 43 % de los pobladores de las zonas urbanas y periurbanas consumen agua segura o tratada, mientras que más de la mitad de los sectores urbanos consumen agua que los exponen a enfermarse con facilidad, disminuyendo la calidad de vida de los mismos. De otro lado, el 91 % de las poblaciones de las zonas rurales consume agua que no es apta para el consumo, siendo el punto más vulnerable para la aparición de enfermedades.

## **1.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **a. Agua de consumo humano**

Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual incluida la higiene personal.

### **b. Límite máximo permisible**

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

**c. Parámetros microbiológicos**

Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.

**d. Parámetros organolépticos**

Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial.

**e. Coliformes totales**

Bacterias que forman parte del grupo coliformes, son bacilos Gram negativos no esporulados.

**f. Coliformes termotolerantes**

Bacteria y son definidas como bacilos Gram negativos no esporulados.

**g. Turbidez**

La presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos. Es de importante por tres razones, la estética, la filtrabilidad y la desinfección.

**i. Conductividad**

Es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica, depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas así como de la temperatura de medición.

**j. pH**

Es usado universalmente para determinar si una solución es ácida o básica. El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6.5 y 8.5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina.

### **k. Dureza**

Concentración de compuestos minerales de cationes polivalentes, que hay en una determinada cantidad de agua, principalmente  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ , expresados como mg/L  $\text{CaCO}_3$ .

### **l. Solidos disueltos totales (SDT)**

Comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua.

## **1.3. CALIDAD DEL AGUA**

La OMS (2008), refiere que el agua posee unas características variables que la hacen diferente de acuerdo al sitio y al proceso de donde provenga, estas características se pueden medir y clasificar de acuerdo a características físicas, químicas y biológicas del agua. Éstas últimas son las que determinan la calidad de la misma y hacen que ésta sea apropiada para un uso determinado. En las guías para la calidad del agua potable se muestran los principales parámetros que de acuerdo a sus valores determinan si el agua es de buena calidad para un uso determinado. En la siguiente tabla se puede apreciar los principales parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua.

**Tabla 1.1.** Indicadores de la calidad de agua establecidos por la OMS

<b>PARAMETROS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Parámetros Físico	Solidos o residuos, turbiedad, color, olor, sabor y temperatura.
Parámetros Químicos	Aceites y grasas, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, pH, sodio, sulfatos.
Parámetros Biológicos	Algas, bacterias (coliformes termotolerantes y coliformes totales), recuento heterotrófico, protozoos, virus y helmintos patógenos.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2008.

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua en relación a la calidad natural, efectos humanos, usos propuestos, especialmente usos humanos y acuáticos relacionados con la salud.



Aunado al control de calidad y a las características geoquímicas del terreno se debe de tomar en cuenta el uso que se hace del suelo de la cuenca y las actividades del hombre.

### **1.3.1. Determinación de la calidad del agua**

#### **a. Agua para consumo humano**

Agua de consumo humano es aquella agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal. El reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S 031-2010-SA, lo define como toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos.

El abastecimiento del agua es el suministro en forma individual o colectiva de agua, requerida para satisfacer las necesidades de las personas que integran una localidad, evitando que puedan afectarse en su salud de los consumidores, de la siguiente manera: captación, conducción, tratamiento, almacenamiento, distribución y consumo.

#### **b. Agua potable**

Según la Organización Mundial de la Salud el agua potable es aquella que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes sensibilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida.

#### **c. Calidad microbiológica del agua**

Según la Organización Mundial de la Salud, la verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye sólo análisis microbiológicos. Dichos análisis son de suma importancia, ya que el riesgo para la salud más común y extendido asociado al agua de consumo es la contaminación microbiana. Así pues, el agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores. Algunos de los agentes patógenos cuya transmisión por agua de consumo contaminada es conocida producen enfermedades graves que en ocasiones pueden ser mortales.

### **1.3.2. Calidad fisicoquímica del agua**

OPS (1993). Según la Organización Panamericana de la Salud, la mayoría de los productos químicos sólo constituyen un peligro en la salud de las personas cuando su presencia ocurre en el agua de manera prolongada; mientras que otros pueden producir

efectos peligrosos tras múltiples exposiciones en un periodo corto. Se debe tener muy en cuenta que no todas las sustancias químicas de las cuales se han establecido valores de referencia están presentes en un mismo sistema de abastecimiento, cada uno de estos es único y depende del origen y distribución del agua fuente. Lo mismo sucede a la inversa, para algunos lugares existirán parámetros característicos del agua fuente propia del lugar, pero que no se contemplan en las normas. Por otro lado, en algunos casos se han fijado valores de referencia provisionales para contaminantes de los que se dispone de información sujeta a cierta incertidumbre o cuando no es posible, en la práctica, reducir la concentración hasta los niveles de referencia calculados. Existe una gran cantidad de parámetros químicos los cuales determinan la calidad del agua, sin embargo, son pocas las sustancias de las que se haya comprobado que causan efectos nocivos sobre la salud humana como consecuencia de la exposición a cantidades excesivas de las mismas en el agua de consumo, tales como fluoruro, el arsénico, el nitrato y el plomo.

- **Parámetros físicos**

- a. **Sólidos disueltos totales**

Las corrientes transportan materiales, principalmente sólidos disueltos o sólidos suspendidos. Los primeros se refieren a la materia orgánica en forma iónica y los segundos, a la materia orgánica como detritus y de origen aluvial como restos de rocas, arcilla, arena y similares. Los sólidos suspendidos pueden verse a simple vista como pequeñas partículas y son los que dan turbiedad al agua. Desde el punto de vista ecológico, aguas con elevadas cantidades de sólidos disueltos indican alta conductividad que puede ser un factor limitante para la vida de muchas especies por estar sometidas a una presión osmótica. Por su parte un alto contenido de sólidos en suspensión o alta turbiedad, también es limitante para el ecosistema acuático ya que impide el paso de los rayos solares, daña y tapona el sistema de intercambio gaseoso en los animales acuáticos y destruye su hábitat natural.

La palatabilidad del agua con una concentración de SDT menor que 600 mg/L suele considerarse buena, pero a concentraciones mayores de aproximadamente 1000 mg/L la palatabilidad del agua de consumo disminuye significativa y progresivamente.

## **b. Turbidez**

La turbiedad se origina por partículas en suspensión o coloidales (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.), que pueden proceder del agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado, o debido a la suspensión de sedimentos en el sistema de distribución. Otra posible causa es debido a la presencia de partículas de materia orgánica en algunas aguas subterráneas o el desprendimiento de biopelículas en el sistema de distribución.

Un agua turbia representa la presencia de partículas que pueden proteger durante la desinfección a los microorganismos, e incluso estimular la proliferación de bacterias. Es por ello que, siempre que se someta el agua a un proceso de desinfección, para que éste sea eficaz, la turbiedad del agua debe ser baja. A pesar de todos los problemas que pueden significar un agua turbia, no se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. Lo único que se indica es que el aspecto del agua con una turbidez de 5 UNT suele ser aceptable para los consumidores. A su vez, la turbidez mediana debe ser menor que 0,1 UNT para que la desinfección sea eficaz.

## **c. Color**

En cuanto al color del agua de consumo, lo ideal es que no tenga ningún color apreciable, pues influye mucho en la percepción de las personas sobre la calidad del agua, actuando así como un indicador de aceptabilidad. El color del agua se debe principalmente a la presencia de materia orgánica coloreada, presencia de hierro, manganeso y otros metales, bien como impurezas naturales o como resultado de la corrosión. De igual manera, otra posible causa es la contaminación de la fuente de agua con vertidos industriales. En general, se puede deber a diversas causas, es por ello necesario determinar el origen de la coloración y actuar sobre ello.

Por otro lado, existen dos tipos de color: color verdadero y color aparente. El color verdadero depende sólo del agua y la materia suspendida y disuelta. Una vez eliminado el material suspendido, el color remanente se le conoce como color aparente, producto pues de suspensiones no naturales que a su vez generan turbiedad.

Tal como lo indica la Organización Mundial de la Salud, las personas pueden percibir niveles de color mayores que 15 unidades de color verdadero (UCV) en un vaso de

agua. De tal manera que los consumidores suelen considerar aceptable, niveles de color menor que 15 UCU.

#### **d. Temperatura**

Es uno de los parámetros más importantes de la calidad del agua, pues tal como lo indica la Organización Mundial de la Salud a elevadas temperaturas puede ocurrir la proliferación de microorganismos. Asimismo, puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión. A su vez, la Dirección General de Salud Ambiental, indica que la temperatura tiene una gran influencia sobre otros parámetros como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. De igual manera, puede influir en el retardo o aceleración de la actividad biológica como sobre otras reacciones químicas. He aquí la gran importancia de este parámetro como indicador de la calidad de agua.

### **1.3.3. Indicadores o parámetros químicos de la calidad del agua**

#### **a. pH (potencial de hidrógeno)**

Según la Organización Mundial de la Salud aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua, ya que determinados procesos químicos ocurren tan solo a un determinado pH. Por ejemplo, para que las desinfecciones con cloro sean eficaces es necesario que el pH se encuentre entre un valor de 6,5 y 8. De esta manera, se debe prestar mucha atención al control del pH en todas las fases del tratamiento del agua para garantizar que su clarificación y desinfección sean satisfactorias. Además, el pH de la misma se debe controlar durante su sistema de distribución para evitar la corrosión e incrustaciones en las redes de distribución, ya que el agua con un pH bajo será probablemente corrosiva.

#### **b. Dureza**

La dureza del agua hace referencia a la concentración de compuestos minerales de cationes polivalentes (principalmente bivalentes y específicamente los alcalinotérreos) que hay en una determinada cantidad de agua, principalmente  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ , expresados como mg/L  $\text{CaCO}_3$ , que ingresan al agua en el proceso natural de disolución de las formaciones rocosas presentes en el suelo. La organización Mundial de la Salud indica que el valor del umbral gustativo del ion calcio se encuentra entre 100 y 300 mg/L. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/L; esto

se encuentra en función de las condiciones locales. No obstante, no se propone ningún valor de referencia para la dureza del agua de consumo basado en efectos sobre la salud. Por otro lado, la OMS resalta que es importante determinar este parámetro para determinar la calidad del agua, ya que a elevadas temperaturas y en función de la interacción de otros factores, como el pH y la alcalinidad, puede formar incrustaciones en los equipos mecánicos, instalaciones de tratamiento, el sistema de distribución y las tuberías.

### **c. Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica del agua es la capacidad que tienen las sales inorgánicas presentes en el agua para conducir corriente eléctrica. Es por ello, que la conductividad eléctrica es un perfecto indicador de la cantidad de sales disueltas, pues a mayor cantidad de éstas, mayor será la conductividad del agua. Por otro lado, las personas solo pueden consumir agua con conductividad eléctrica de máximo 1 500  $\mu\text{mho/cm}$ .

#### **1.3.4. Actividades que influyen en la calidad del agua**

Dentro de la problemática de nuestros recursos naturales en una cuenca hidrográfica, se da el deterioro de los suelos, bosques y agua. El daño a las aguas superficiales es tal vez la respuesta inmediata de la cuenca, las alteraciones en la ocurrencia temporal del flujo y el deterioro de la calidad de las aguas de nuestros ríos, son cosas que se contemplan a diario. De igual forma los acuíferos, que son otra fuente de abastecimiento de agua, pueden ser contaminados por las actividades del hombre. La contaminación está conectada inherentemente a las actividades humanas. Además de servir para los requerimientos básicos de los seres vivos y los procesos industriales, el agua también actúa como un cuerpo receptor y un mecanismo de transporte de desechos domésticos, agrícolas e industriales causantes de contaminación.

El deterioro de la calidad del agua causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, reduciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad.

### **1.3.5. Contaminación**

PNUMA, (1987). Contaminación es la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

Otros la definen como la introducción directa o indirecta en el medio ambiente, efectuada por el hombre, de cualquier tipo de desecho peligroso que pueda resultar nocivo para la salud humana o la vida vegetal o animal, dañe los ecosistemas, estorbe el disfrute de los lugares de esparcimiento u obstaculice otros usos legítimos del medio ambiente.

SAGARDOY, (1993). Dado que el agua raras vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua, comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración limite o impida los usos benéficos del agua. En la mayoría de los países casi todos los recursos hídricos son manejados de forma muy disgregada, es decir cada uno de los sectores como agricultura, producción hidroeléctrica, abastecimiento doméstico, industria, etc., planifica, desarrolla y administra la parte del recurso hídrico necesario para su uso.

### **1.3.6. Riesgo de contaminación agraria**

Dependen del tipo de gestión agraria que se esté ejerciendo. De esta forma el riesgo se evalúa en función del tipo de cultivo, prácticas agrarias, deforestación, productos que se añaden, su cantidad, la calidad del manejo que se hace de éstos y/o actividad que se realice alrededor del objetivo en estudio. La peligrosidad integral de contaminación de una región depende de la relación existente entre la vulnerabilidad del medio a ser afectado y el nivel de riesgo debido a la utilización de productos.

Según comité agrario y ambiental del VRAE (COAAM-VRAE); afronta graves problemas que comprometen el futuro de sus pobladores: Reducción alarmante de bosques, fragmentación de bosques, reducción de la biodiversidad, degradación de los suelos, pérdida de recursos genéticos, aumento de plagas y enfermedades, disminución en la calidad y cantidad de agua y alteraciones climáticas.

#### **1.4. VALORACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA**

D.S. 031-2010-SA. La calidad del agua entendida como la condición del agua con respecto a la presencia o ausencia de su contaminación, involucra las acciones de valoración y monitorización. El proceso de la valoración de la calidad del agua, corresponde a la evaluación de la naturaleza química, física y biológica del agua, en relación con su calidad natural, efectos humanos y uso pretendido, incluidos: consumo, recreación, irrigación y pesca y particularmente usos que puedan afectar la salud pública o la salud de los sistemas acuáticos.

además considero el control u monitoreo de calidad del agua para consumo humano de la localidad de Canayre, está para el cumplimiento del artículo 80° de la Ley Orgánica de Municipalidades- Ley 27972, concordante con el artículo 12° del D.S. 031-2010-S.A. y en sujeción al artículo 28° del mismo decreto supremo, queda obligado a implementar el Parámetro de Control Adicional Obligatorio (PACO), implementar las medidas correctivas (Programa de Adecuación Sanitaria-PAS y Plan de Control de Calidad-PCC), Por lo que, también existen normas regionales como la DIRECTIVA SANITARIA- 009 DIRESA/DESC-DSA. Vo1. acciones de vigilancia sanitaria del agua para consumo humano desde los establecimientos de salud; Garantizar que las familias de la región de Ayacucho consuman agua de calidad, libres de contaminantes microbiológicos, parasitológicos, físico-químicos y metales pesados concordantes con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. 031-2010-SA, para proteger la salud de la población.

#### **1.5. ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AGUA**

Al discutir la calidad del agua, se observa que existen diversos conjuntos de estándares, entre los cuales se encuentran:

1. Los relacionados con la preservación de la salud pública, que se refieren a:
  - Calidad del agua bruta (superficial).
  - Calidad del agua tratada (potable).
  
2. Los relacionados con la protección del ecosistema, que se refieren a:
  - Calidad del agua conteniendo peces (protección de la pesca).
  - Calidad del agua de baño.

## **1.6. PARÁMETROS QUE RIGEN LA CALIDAD DEL AGUA**

A continuación se presenta una descripción de los parámetros determinantes más importantes de la calidad del agua, como son:

### **Parámetros físicos**

1. Temperatura
2. Turbidez
3. Sólidos Totales
4. Sólidos Disueltos Totales
5. Sólidos Suspendidos Totales

### **Parámetros químicos**

1. Dureza
2. Alcalinidad
3. pH
4. Oxígeno Disuelto
5. Demanda Bioquímica de Oxígeno
6. Demanda Química de Oxígeno

### **Parámetros microbiológicos**

1. Coliformes Fecales
2. Coliformes Totales

De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

Los límites tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), la Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.), y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar ligeramente de uno a otro.



## **1.7. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Un índice de calidad de agua, consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que caracterizan la calidad del agua. Su ventaja radica en que puede ser más fácilmente interpretado que una lista de valores numéricos. Los usuarios de esta información pueden estar estrechamente relacionados, como: biólogos, ingenieros sanitarios y ambientales, administradores de recursos hídricos; o en su defecto personas apenas familiarizados con la misma, como el caso de usuarios, abogados y público en general; sin embargo, unos y otros podrán rápidamente tener una idea clara de la situación que expresa el índice (contaminación excesiva, media o inexistente, entre otras).

Otro ejemplo de índice es el CCME Water Quality Index (CCME WQI) de Canadá. El mismo es flexible respecto al tipo y número de parámetros que deben ser determinados (CCME WQI, 2003).

El cuerpo de agua al que se le aplicará el índice puede estar definido por un punto de muestreo o por varios. Con un solo punto se obtendrán buenos resultados si se cuenta con suficientes datos para el mismo. Entre más puntos se incluyan, más general será la conclusión a la que se llegue, aunque se perderá la información de la posible variabilidad entre dichos puntos.

Debido a la cantidad de parámetros que participan en el diagnóstico de la calidad del agua y a lo complejo que éste puede llegar a ser, se han diseñado índices para sintetizar la información proporcionada por esos parámetros. Los índices tienen el valor de permitir la comparación de la calidad en diferentes lugares y momentos, de facilitar la valoración de los vertidos contaminantes y de los procesos de auto depuración.

Su ventaja radica, en que la información puede ser más fácilmente interpretada que una lista de valores numéricos. Consecuentemente, un índice de calidad del agua es una herramienta comunicativa para transmitir información.

**Tabla 1.2.** Interpretación de la calificación de ICA-PE

ICA-PE	Calificación	Interpretación
90-100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas y/o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
75-89	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45-74	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables, muchos de los usos necesitan tratamiento.
30-44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas, muchos de los usos necesitan tratamiento.
0-29	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada, todos los usos necesitan previo tratamiento.

Fuente: R.J. N° 068-2018-ANA

### 1.7.1. Uso de los índices

OTT, (1978). Los índices pueden ser usados para mejorar o aumentar la información de la calidad del agua y su difusión comunicativa, sin embargo, no pretenden reemplazar los medios de transmisión de la información existente. De acuerdo con (Ott, W. 1978), los posibles usos de los índices son:

- **Manejo del recurso**

En este caso los índices pueden proveer información a personas que toman decisiones sobre las prioridades del recurso.

- **Clasificación de áreas**

Los índices son usados para comparar el estado del recurso en diferentes áreas geográficas.

- **Aplicaron de la normativa**

En situaciones específicas y de interés, es posibles determinar si está sobrepasando la normativa ambiental y las políticas existentes.

- **Información pública**

En este sentido, los índices pueden tener utilidad en acciones de concientización y educación ambiental.

- **Investigación científica**

Tiene el propósito de simplificar una gran cantidad de datos de manera que se pueda analizar fácilmente y proporcionar una visión de los fenómenos medioambientales.

## **1.8. MARCO LEGAL**

### **1.8.1. Ley general del ambiente (ley N° 28611)**

#### **Artículo 31°**

**31.1** El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

**31.2** El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

**31.3** No se otorga la certificación ambiental establecida mediante la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, cuando el respectivo EIA concluye que la implementación de la actividad implicaría el incumplimiento de algún Estándar de Calidad Ambiental. Los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental también deben considerar los Estándares de Calidad Ambiental al momento de establecer los compromisos respectivos.

### **1.8.2. Ley de recursos hídricos (ley N° 29338)**

Esta Ley en el Artículo 3.-manifiesta la declaración de interés nacional y necesidad pública la gestión integrada de los recursos hídricos con el propósito de lograr eficiencia y sostenibilidad en el manejo de las cuencas hidrográficas y los acuíferos para la

conservación e incremento del agua, así como asegurar su calidad fomentando una nueva cultura del agua, para garantizar la satisfacción de la demanda de las actuales y futuras generaciones. Así mismo en el Artículo 34 sobre las condiciones generales para el uso de los recursos hídricos, este se encuentra condicionado a su disponibilidad y que el uso del agua debe realizarse en forma eficiente y con respeto a los derechos de terceros, de acuerdo con lo establecido en la Ley; promoviendo que se mantengan o mejoren las características físico-químicas del agua, el régimen hidrológico en beneficio del ambiente, la salud pública y la seguridad nacional.

En el Artículo 35°.- Clases de usos de agua y orden de prioridad. La Ley reconoce las siguientes clases de uso de agua: Uso primario, uso poblacional y uso productivo. La prioridad para el otorgamiento y el ejercicio de los usos anteriormente señalados sigue el orden en que han sido enunciados.

#### Artículo 36°.- Uso primario del agua

El uso primario consiste en la utilización directa y efectiva de la misma, en las fuentes naturales y cauces públicos de agua, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias. Comprende el uso de agua para la preparación de alimentos, el consumo directo y el aseo personal; así como su uso en ceremonias culturales, religiosas y rituales.

#### Artículo 37°.- Características del uso primario

El uso primario del agua no requiere autorización administrativa y se ejerce por la sola disposición de la Ley. Es inocuo al ambiente y a terceros, no tiene fin lucrativo y se ejerce en forma gratuita por las personas, bajo su propia responsabilidad, restringido solo a medios manuales y condicionados a que:

1. No altere las fuentes de agua en su cantidad y calidad, y
2. No afecte los bienes asociados al agua.

### **1.8.3. Reglamento de la ley de recursos hídricos**

(DS N° 001-2010-AG y Modificado DS N° 023-2014-MINAGRI)

El reglamento de la ley de recursos hídricos tiene aspectos resaltantes:

- Ratifica que el agua es patrimonio de la Nación y que no hay propiedad privada sobre dicho bien. La Autoridad Nacional del Agua (ANA) ejerce la administración exclusiva de las aguas.
- Define el rol que corresponde a cada uno de los actores que participan en la gestión del agua, ordenando la intervención de todas las entidades públicas y privadas en dicha gestión.
- Establece que la gestión del agua se realiza en base a cuencas hidrográficas y acuíferos.
- Define mecanismos apropiados para que en el mediano plazo el Estado, a través de la ANA (a la que le otorga facultades sancionadoras y coactivas), recupere la calidad de los ríos. Además, la ANA, con participación de los usuarios, ejercerá vigilancia y fiscalización para prevenir y combatir los efectos de la contaminación.
- Fortalece a las Juntas de Usuarios para que presten un eficiente servicio de distribución del agua. Estas Juntas seguirán prestando los servicios de distribución de agua.
- Crea el clima apropiado para la inversión. Crea seguridad jurídica y el marco legal apropiado para el desarrollo de los grandes proyectos hidroenergéticos, irrigaciones y de saneamiento, indispensables para el desarrollo del país.
- Garantiza el derecho de las comunidades campesinas y comunidades nativas de seguir usando las aguas que discurren por sus territorios, según sus costumbres ancestrales.
- Crea un régimen de pagos por el uso del agua atendiendo criterios sociales, económicos y ambientales. Éste se implementará progresivamente.
- Clasifica los cuerpos de agua (Artículo 106), tomando como base la implementación progresiva de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA-Agua, que apruebe el Ministerio del Ambiente de acuerdo con sus características naturales.

#### **1.8.4. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S N° 031-2010-S.A**

Establece límites máximos permisibles a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos.

**a. Límites máximos permisibles de los parámetros microbiológicos**

**Tabla 1.3.** Límites máximos permisibles (LMP) microbiológico

Parámetros	Unidad de medida	LMP
1. Bacterias Coliformes totales	UFC/100mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100mL a 44,5 °C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100mL a 44,5 °C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
6. Virus	UFC/ml	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarias, copépodos, brotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental, 2010

(\*) En caso de analizar por la técnica de NMP por tubos múltiples = 1,8 / 100 m

UFC= Unidad formadora de colonias

**b. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica**

**Tabla 1.4.** Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	...	Aceptable
Sabor	...	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
Solidos totales disueltos	mgL-1	1000
Cloruros	mg Cl -L-1	250
Sulfatos	mg SO4- L-1	250
Dureza total	mg CoCO3 L-1	500
Amoniaco	mg NL-1	1.5
Hierro	mg Fe L-1	0.3
Manganeso	mg Mn L-1	0.4
Aluminio	mg Al L-1	0.2
Cobre	mg Cu L-1	2.0
Zinc	mg Zn L-1	3.0
Sodio	mg Na L-1	200

Fuente: Dirección general de salud ambiental, 2010

### **1.8.5. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua**

(D.S N° 004-2015-MINAN), con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los ECA son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural.

Posteriormente, se modificaron los estándares nacionales de calidad ambiental para agua con el D.S N° 004-2015-MINAN, en la cual se modificaron los parámetros y valores de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA).

- a. Categoría 1. Poblacional y recreacional
- b. Categoría 2. Actividades marino-costeras
- c. Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales
- d. Categoría 4. Conservación del ambiente acuático

#### **Categoría 1. Poblacional y recreacional**

##### **Subcategoría A. Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

###### **A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**

Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

###### **A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional**

Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento convencional, que puede estar conformado para los siguientes procesos: decantación, coagulación, floculación, sedimentación, y/o filtración, o métodos equivalentes; además de la desinfección de conformidad con lo señalado en la normativa vigente.

###### **A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado**

Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano que incluya tratamiento físico y químico avanzado, como precloración, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o método equivalente; que sea establecido por el sector competente.

## Subcategoría B. Aguas superficiales destinadas para recreación:

### B1. Contacto primario

Aguas superficiales destinadas al uso recreativo de contacto primario por la autoridad de salud; incluyen actividades como natación, esquí acuático, buceo libre, surf, canotaje, navegación en tabla a vela, mota acuática, pesca submarina o similares.

### B2. Contacto secundario

Aguas superficiales destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la autoridad de salud, como deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

## 1.8.6. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua de parámetros inorgánicos

**Tabla 1.5.** Estándares nacionales de calidad ambiental para agua, modificados con el D.S 004-2017-MINAN

Parámetro	UNID	Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
Agua que puede ser potabilizadas con desinfección		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento Convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento Avanzado
<b>FÍSICOS-QUÍMICOS</b>				
Aceites y grasas	mg/L	0.5	1.7	1.7
Cianuro Total	mg/L	0.07	0.2	0.2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color(b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15	100(a)	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1500	1600	**
DBO5	mg/L	3	5	10
DQO	mg/L	10	20	30
Dureza	mg/L	500	**	**
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fosforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de origen antropogénico.		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos(NO3)	mg/L	50	50	50



Nitritos (NO <sub>2</sub> )	mg/L	3	3	**
Amoniac-N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥6	≥5	≥4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	3	3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
Hidrocarburos de petróleo emulsionado o disuelto (C10-C28 y mayores a C28)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(c)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodiclorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobence	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de Carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BETX</b>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**

Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromática				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados:				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin – Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
DDT	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro+ Heptacloro epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	Retirado
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamatos				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	0,01
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Termotolerantes(44,5°C)	NMP/100ml	20	5 000	50 000
Coliformes Totales (35 – 37°C)	NMP/100ml	50	3 000	50 000
Escherichia coli	NMP/100ml	0	**	**
Formas parasitarias	Nº Organismo/L	0	**	**
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
Vibrio Cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismo de vida libre(algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	Nº Organismo/L	0	<5x106	<5x106

**Fuente:** Estándares Nacionales de calidad ambiental para agua Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/100 mL. Número más probable en 100 mL.

Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) \*\* Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad Competente determine.

## **CAPÍTULO II METODOLOGÍA**

### **2.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

EL ámbito del presente trabajo de investigación se encuentra en una meseta semiplano, la zona de la toma de agua la topografía es agreste con pendientes del terreno mayor a 45%, característico de la topografía de la selva alta a ceja de selva. La zona del proyecto se emplaza entre las cotas 512.00 msnm a 1315.060 msnm.

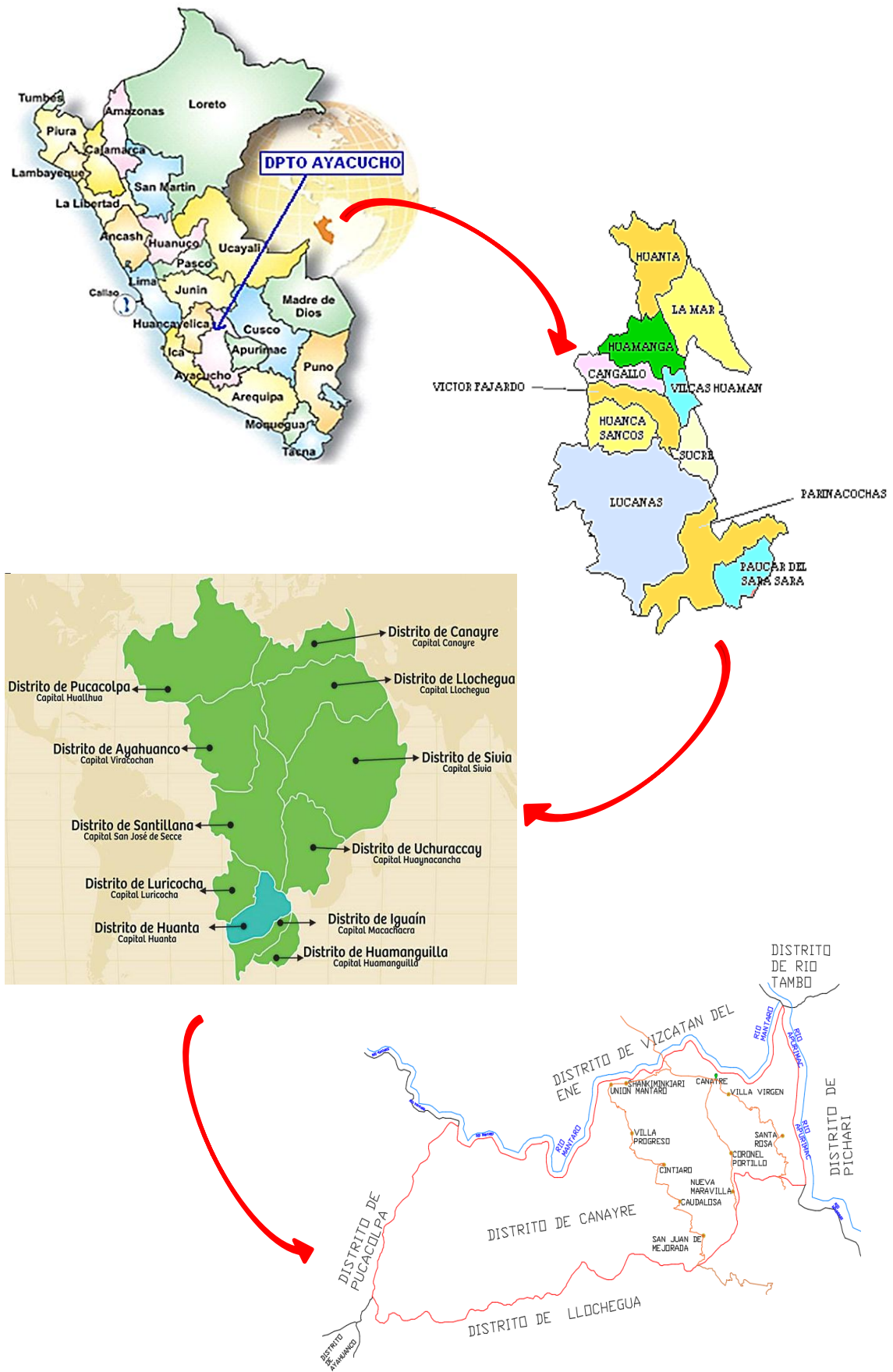
#### **2.1.1. Ubicación política**

Región : Ayacucho  
Provincia : Huanta  
Distrito : Canayre  
Lugar : Canayre

#### **2.1.2. Ubicación geográfica**

El río Savia se encuentra dentro de la región de Ayacucho, ubicada en las siguientes coordenadas:

Este : 615344.54  
Norte : 8592194.59  
Altitud : 512.00 m.s.n.m



**Figura 2.1.** Ubicación geográfica de la investigación



**Figura 2.2.** Vista satelital de Canayre

### 2.1.3. Área de estudio

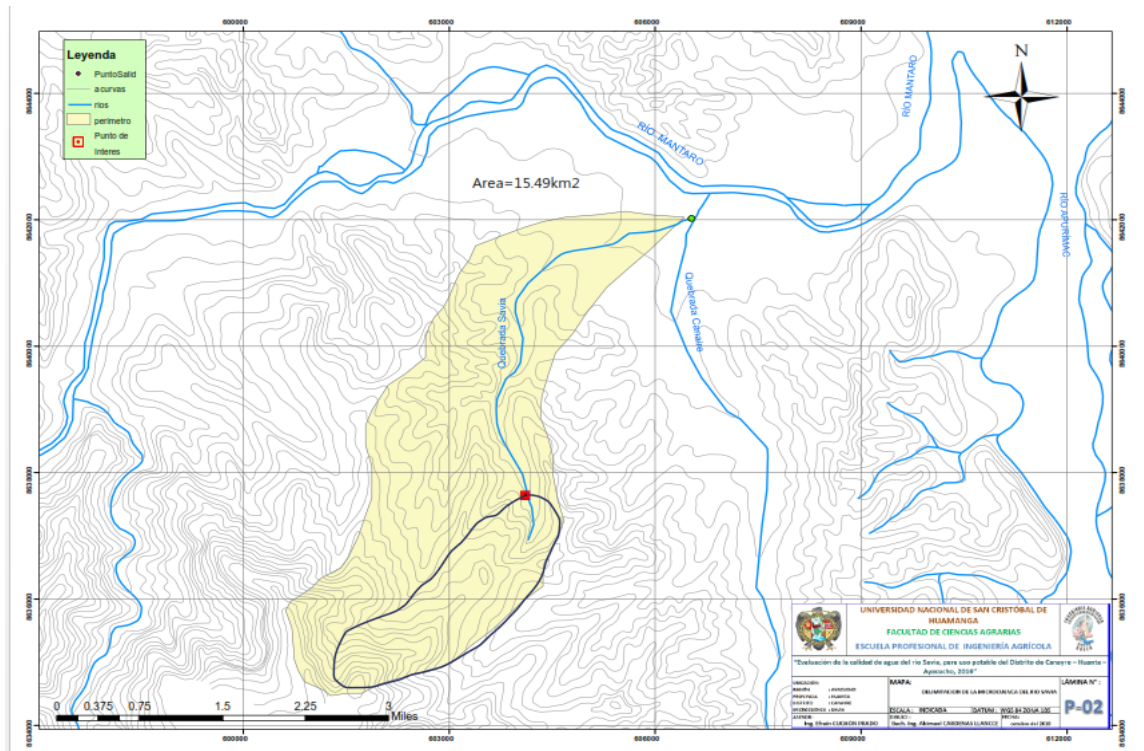
Los límites de la localidad de Canayre: por el norte, al distrito de Vizcatan del Ene (Junín), por el este a Pichari (Cusco), por el sur y oeste a los distritos Ayacuchanos de Llochegua y Ayahuanco, las cuales se detallan en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Límites de la localidad de Canayre

LIMITES	COORDENADAS UTM WGS84-18SUR
Por el norte : San Martín de Pangoa (Junín)	588 375m E y 8639407 m N
Por el este: Pichari (Cusco)	610 894 m E y 8 646 224 m N
Por el sur: Llochegua	612 266 m E y 8 635 868 m N
Por el oeste: Ayahuanco	582 450 m E y 8 629 508 m N

### 2.1.4. Microcuenca del río Savia

La microcuenca del río Savia tiene un área de drenaje que alcanza una superficie de 15.49 Km<sup>2</sup>. Se ubica entre las cotas de 512 a 1315 msnm, cuyo recorrido total del río Savia es de 10.81 Km.



**Figura 2.3.** Mapa de la microcuenca del río Savia

### 2.1.5. Vías de acceso

Para llegar al distrito de Canayre desde la ciudad de Lima se puede optar por: Vía aérea, desde el aeropuerto Internacional Jorge Chávez hasta el aeropuerto Alfredo Mendivil Duarte de la ciudad de Huamanga, capital de la región Ayacucho, con un tiempo aproximado de viaje de 45 minutos; también se puede llegar por vía terrestre a través de la carretera Panamericana Sur y la carretera los Libertadores, totalmente asfaltada, en un tiempo promedio de ocho horas.

A partir de la ciudad de Ayacucho (Huamanga) se tiene rutas alternas para llegar al distrito de Canayre mediante empresas de transporte como combis, camionetas y autos:

- La primera ruta parte del óvalo Magdalena, en ella se encuentran ubicadas las agencias de la mayoría de las empresas de transportes, las unidades parten en horas de la mañana siguiendo la ruta Ayacucho – Quinua – Tambo – Rosario (Ayna) – Sivia – Llochegua – Canayre.
- La segunda parte de Ayacucho – Huanta – Ccano – Rosario (Ayna) – Sivia – Llochegua - Canayre.
- La tercera parte de Ayacucho – Quinua – Tambo – San Francisco – Kimbiri – Pichari – Sivia - Llochegua.



**Tabla 2.2.** Acceso al distrito de Canayre y zona del proyecto

<b>Tramo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Horas</b>	<b>Tipo de Vía</b>
Ayacucho – Quinua – Tambo – Rosario (Ayna) – Sivia – Llochegua - Canayre.	260 km	9 horas	Asfaltada, afirmada y asfaltada
Ayacucho – Huanta – CCano – Rosario (Ayna) – Sivia – Llochegua - Canayre	290 km	9 horas + 30 minutos	Asfaltada, afirmada y asfaltada
Ayacucho – Quinua – Tambo – San Francisco – Kimbiri – Pichari – Sivia - Canayre	272 km	9 horas + 15 minutos	Asfaltada, afirmada y asfaltada

Fuente: elaboración propia

### **2.1.6. Características generales de la localidad**

#### **a) Clima**

Según el mapa de temperatura máxima multianual elaborado por el gobierno regional de Ayacucho (1981-2010). En el que se encuentra los valores máximos alcanzados entre 28 y 32°C en las zonas de menor altitud ubicados hacia la parte de la vertiente oriental de la cordillera de Rasuwillca.

Por su ubicación geográfica en zona de Selva Alta, el clima es semiseco y tropical, las temperaturas medias más elevadas corresponden a la primavera y verano y son del orden de los 26° y 27° C.

#### **b) Características topográficas**

El suelo presenta una topografía mayormente ondulada, con superficies de selva montañosa, en la zona cercana a la localidad se aprecia sembríos de cacao y frutas propias de la zona. A las lejanías de la localidad se aprecia sembríos de hoja de coca y bosques de selva virgen. Dentro del área de estudio también se pueden mencionar a las estribaciones andinas, que por lo general la población están ubicadas en estas zonas lo que dan indicios que se presenten eventos que amenacen a la población por su lugar de ubicación.

#### **c) Recursos hídricos**

Actualmente, la fuente hídrica de abastecimiento para la producción de agua potable para la localidad de Canayre, está conformado por el río “Savia”, que bordea la localidad de Canayre para desembocar en el río Mantaro.

Actualmente, el sistema de captación es mediante una estructura de tipo Barraje, la cual utiliza como fuente al río “Savia” en las coordenadas E. 604438.91 N. 8641331.54 a una cota de 566 msnm. Esta estructura, se encuentra al Oeste del distrito de Canayre, a una distancia aproximada de 2km de la población de Canayre. El caudal aforado en época de estiaje es de aproximadamente de 0.5 m<sup>3</sup>/s.

De la información de la población se tiene que aguas arriba de la captación existen focos de contaminación producto de la elaboración de la pasta básica de cocaína, así como residuos de insecticidas, fungicidas, entre otros, empleados indiscriminadamente en el cultivo de la coca.

Por lo tanto, debido a la contaminación que se presenta en dicha fuente de agua, se propondrá la captación aguas arriba de dicha fuente, en el “ojo del río Savia”, en cuyo punto se esté evitando la contaminación de la fuente por las actividades agrícolas en la localidad.

#### **d) Actividades económicas**

En lo referente al tipo de empleo que encontramos en la zona en estudio, vemos que la mayor actividad es la agricultura. Los cultivos potenciales en el distrito están básicamente constituidos por: coca, cacao y plátano; ya que el clima es el adecuado para su cultivo. Las frutas actualmente se producen sólo para autoconsumo, esto obedece a diversos factores como: los problemas sociales, falta de adecuadas vías de acceso y de mercado, no se le da la real importancia.

Muy a pesar de la intervención del estado a través del PROVRAEM, Ministerio de agricultura y el SENASA y organizaciones de cooperación internacional la agricultura sigue siendo tradicional observándose bajos niveles de producción.

La transformación de la producción se encuentra en fase incipiente, en este rubro se ha observado pequeñas carpinterías que transforman la producción forestal de manera artesanal.

#### **e) Vivienda**

Las casas en la localidad de Canayre se caracterizan por ser en su gran porcentaje de esteras, calaminas y madera; a la fecha se nota el gran avance que el distrito ha tenido



en la construcción de viviendas con material noble. Teniendo una antigüedad entre 20 - 40 años por lo que muchos de estas viviendas no cuentan con servicios básicos de saneamiento.

#### f) Sistema de agua potable actual

Actualmente 338 viviendas cuentan con conexiones de agua entubada, no potable, 75 viviendas de la localidad se abastecen de agua a través de riachuelos y a través de canales de riego. El sistema de agua para consumo humano tiene una antigüedad de más de 20 años captado del río Savia y distribuido sin tratamiento a la población. Además de ello la fuente agua actual se encuentra contaminada debido a la actividad agrícola aguas arriba de la captación. El agua captada es conducida hacia un desarenador y filtro lento para que posteriormente sea conducido mediante tuberías de PVC a un reservorio de 40 m<sup>3</sup> ubicado en una cota de 545.40 msnm. Se puede verificar que el desarenador y el filtro lento no logran retener las partículas en suspensión del agua captada y además el material filtrante se encuentra saturado. Las redes de distribución del sistema de agua no tienen una buena distribución de presiones encontrando en ellas puntos con baja presión, así mismo se presentan fugas constantes, ya sean por instalaciones clandestinas y/o una inadecuada instalación de las tuberías.

#### g) Población

La población que se hace referencia se ha tomado como fuente la información obtenida del INEI de los resultados censales 2017.

**Tabla 2.3.** Población del distrito de Canayre

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	Población 2016 (proyectada)	GRUPO NECESIDADES	Porcentaje de Población que no tiene agua potable	Porcentaje de Población sin servicio higiénico
Ayacucho	Huanta	Huanta	41571	Muy Alta Necesidad	20.62	38.37
Ayacucho	Huanta	Ayahuanco	6285	Muy Alta Necesidad	93.7	100.00
Ayacucho	Huanta	Huamanguilla	5135	Muy Alta Necesidad	3.7	66.30
Ayacucho	Huanta	Iguain	3228	Muy Alta Necesidad	21.78	61.57
Ayacucho	Huanta	Luricocha	5147	Muy Alta Necesidad	27.55	83.89
Ayacucho	Huanta	Santillana	4777	Muy Alta Necesidad	67.99	87.43
Ayacucho	Huanta	Sivia	13247	Muy Alta Necesidad	40.15	67.45
Ayacucho	Huanta	Llochegua	11148	Alta Necesidad	74.95	72.77
Ayacucho	Huanta	Canayre	3031	Muy Alta Necesidad	78.57	70.58
Ayacucho	Huanta	Uchuraccay	5625	Muy Alta Necesidad	59.91	95.71
Ayacucho	Huanta	Pucacolpa	8432	Muy Alta Necesidad	90.82	98.89
Ayacucho	Huanta	Chaca	2511	Muy Alta Necesidad	16.06	63.05

Fuente: INEI – 2018

## **2.2. MATERIALES**

Al iniciar el proyecto, se ha efectuado una recopilación de la información cartográfica existente, más que todo lo concerniente a la microcuenca del río Savia y cuencas colindantes, entre las más importantes detallo a continuación:

- Mapa físico político del Perú, escala 1/100000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Carta Nacional, a escala 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional.

### **2.2.1. Equipos, materiales y reactivos**

- GPS Montana 650
- Computadora portátil
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Tablero
- Libreta de campo
- Etiqueta para la identificación de frascos
- Plumón indeleble
- Guantes descartables
- Caja térmica (cooler)
- Gel refrigerante
- 11 Frascos de plástico de 1 litro
- 01 frasco de plástico ámbar de ½ litro
- 02 Frascos de plástico de ½ litro
- 02 Frascos de plástico de ¼ litro
- 04 frascos colilert de 100ml
- Gotero
- Reactivos para preservar muestras:
  - $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico)
  - $\text{HCl}$  (ácido clorhídrico)
  - $\text{HNO}_3$  (ácido nítrico)
  - $\text{NaOH}$  (hidróxido de sodio)

## **2.3. METODOLOGÍA**

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó los diversos procedimientos.

### **2.3.1. Procedimiento de la investigación**

El Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA, del Ministerio de Salud, define los lineamientos a partir de los cuales la Autoridad Sanitaria, determina la ubicación de los puntos de muestreo, toma de muestras y frecuencias, en el marco de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

#### **A. Ubicación de puntos de muestreo**

Se programó la ubicación y número de muestras a tomar, previo estudio de las facilidades de acceso y medio de transporte hasta el punto de muestreo y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a) **Puntos fijos.** Se localizó los siguientes puntos fijos de muestreo:

- **Captación propuesta N° 1**

El punto de muestreo se localizó obligatoriamente en el punto de captación futura propuesta en el presente trabajo de investigación.

- **Captación propuesta N° 2**

Existe punto de muestreo dos del año 2013 se considera esta muestra como referencial aproximadamente un kilómetro abajo del punto de captación futura propuesta en el presente trabajo de investigación.

- **A la salida de la infraestructura de almacenamiento reservorio existente**

El punto de muestreo se localizó en el grifo de la tubería de salida del reservorio existe para la toma de muestras; el punto se ubicó en un grifo de la vivienda más cercana al reservorio, que se abastece de la red de distribución.

#### **B. Toma de muestras**

##### **a) Consideraciones generales**

- La toma de muestra se realizó con apoyo del personal de Salud autorizado para la actividad, a fin de asegurar que las muestras sean representativas del agua que está

siendo suministrada a los consumidores y que durante el muestreo y transporte su composición no se modifique.

- El punto de muestreo se identificó, y para la ubicación se utilizó el sistema de posicionamiento Satelital (GPS), la misma que se registrará en coordenadas UTM y utilizará para el registro de información.
- Se Consideró un espacio de 2,5cm aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión, adición de preservantes y homogenización de la muestras.

#### **b) Consideraciones para la medición de parámetros de campo**

- Se utilizó guantes al momento de la toma de muestra.
- La información recabada de la medición de parámetros de campo, así como la ubicación y descripción del punto de monitoreo se ingresó en la ficha de datos del campo (ver Anexo 3), deberá estar llenada con letra imprenta legible, sin borrones ni enmendaduras consignando la información de la toma de muestras (tener en cuenta el mantenimiento, calibración de equipos de campo, revisión de los equipos de campo antes del muestreo).

#### **c) Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas**

- Se utilizó guantes al momento de la toma de muestra.
- Evitar tocar el interior del frasco, sujetando esta con la mano mientras se realiza el muestreo, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar.
- Mientras se mantenía la tapa en la mano, se puso inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y se llenó dejando un pequeño espacio para facilitar la agitación durante la etapa de análisis
- Se colocó la tapa en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel kraft en su lugar mediante el cordón.

#### **d) Consideraciones para la toma de muestras físico - químico**

##### **Parámetros inorgánicos**

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra
- Enjuagar de dos a tres veces los frascos de muestreo con el agua a ser recolectada, con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.

- Llenar hasta el límite del frasco (no dejar espacio vacío), luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade el preservante adecuado y cerrar herméticamente.

### **Parámetros orgánicos**

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra
- La toma de la muestra deberá realizarse de manera directa sin enjuagar el frasco, en la superficie del cuerpo de agua, es decir no introducir totalmente la boca del frasco de la botella.

## **C. Acondicionamiento preservación y traslado de muestras**

### **a. Rotulado e identificación de la muestras de agua**

Los frascos deben ser identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible, de preferencia utilizar plumón de tinta indeleble, sin borrones ni enmendaduras, la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente datos con precisión:

- Código de identificación de campo.
- Coordenadas.
- Localidad, distrito, provincia, región.
- Punto de Muestreo.
- Matriz.
- Fecha y hora de muestreo.
- Tipo de análisis requerido.
- Preservada, nombre del preservante.

### **b. Acondicionamiento y preservación de muestras**

- Debe asegurarse que las muestras para el análisis de cada parámetro considerado, cumplan con los requisitos (tiempo de vigencia y temperatura); para la recepción de muestras por el laboratorio de control ambiental.
- Una vez tomada la muestra de agua, se procedió a adicionar el reactivo de preservación requerido, cuando sea necesario.
- Una vez preservada la muestra, se cerró herméticamente el frasco y para mayor seguridad se selló la tapa para evitar cualquier derrame del líquido y se agito para uniformizar las muestras.

**c. Conservación y envío de muestras**

- Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (coolers) a temperatura indicadas en el listado de requisitos para la recepción de muestras.
- Los recipientes de vidrio se embalo con cuidado para evitar roturas, derrames y contaminación.
- Las muestras se enviaron en cajas térmicas, aisladas de la influencia de la luz solar y con disponibilidad de espacio para la colocación del material refrigerante.

**d. Medio de transporte**

- Se transportó en cajas adecuadas (coolers) con refrigerantes tan pronto como sea posible; No se debe transportar las muestras de agua en mochilas, maletines, cajas de cartón, bolsas etc.
- Para el ingreso de las muestras al laboratorio, se entregó debidamente rotulado y con la solicitud de ensayo debidamente completada.

**e. Control de calidad de muestreo**

Aseguramiento y control de calidad, son parte esencial de todo sistema de monitoreo. Comprende un programa de actividades (capacitación, calibración de equipos y registro de datos) que garantizan que la medición cumple normas definidas y apropiadas de calidad con un determinado nivel de confianza o puede ser visto como una cadena de actividades diseñadas para obtener datos fiables y precisos.

Las funciones de control de calidad influyen directamente en las actividades relacionadas con la medición en campo, la calibración de los equipos de campo, registro de datos y la capacitación. Para garantizar el éxito del programa, es necesario que cada componente del esquema del aseguramiento y control de calidad se implemente de manera adecuada, para lo cual debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Es fundamental que el personal de campo sea competente para aplicar las metodologías estandarizadas y aprobadas.
- Asegurarse que los frascos de muestreos cumplan con los requisitos para la recepción de muestras.
- Mantener los registros de control de los equipos actualizados, para asegurar el mantenimiento y calibración de los mismos (bitacoras).

- Enviar toda la documentación (ficha de campo, etiquetas, solicitud de ensayo, etc.) de las muestras asegurando que los datos de campo no varíen en su descripción.

### 2.3.2. De la evaluación de las variables físico, químico y microbiológicos de la captación del río Savia para uso potable

#### a. Análisis de la calidad del agua de la captación propuesta

La calidad del agua es dependiente de factores naturales, tales como los estratos geológicos, el ciclo hidrológico, así como de factores externos como la contaminación de que es objeto con los desechos provenientes de las actividades humanas que alteran sus características físicas, químicas, bacteriológicas y biológicas, con impactos negativos para la economía y la salud humana al afectar aspectos intangibles o de difícil valoración, y al principal elemento de una sociedad sus recursos humanos.

#### b. Metodología de análisis - procedimiento metodológico

La metodología de análisis se siguió de acuerdo al parámetro a analizar según las normas técnica peruana referida a calidad del agua. Se detalla en la tabla 2.4. De la misma manera algunas especificaciones del desarrollo del análisis de aguas del rio savia se adjunta en el anexo.

**Tabla 2.4.** Metodología de análisis de los parámetros físico químico y microbiológicos del agua

Parámetro	Tipo	Monitoreo	Métodos y técnicas aplicadas	Presentación de resultados
pH	Química	Laboratorio	Espectrofotometría, mediante un electrodo selectivo (pH metro).	Unid. pH
Oxígeno disuelto	Química	Laboratorio	Electrometría mediante un electrodo de membrana	mg/L
Nitratos	Química	Laboratorio	Espectrofotometría (reducción de cadmio)	mg/L
Turbiedad	Físico	Laboratorio	Turbidímetro (Nefelometría -Unidad Nefelométrica de Turbidez)	UNT
Sólidos disueltos	Físico	Laboratorio	Filtración y desecación (gravimetría)	mg/L
Coliformes totales y fecales	Bacteriológico	Laboratorio	Fermentación en tubos múltiple (pruebas presuntivas y confirmativas Número más probable en 100mL)	NMP

### **c. Características del agua**

Para garantizar que el agua sea verdaderamente potable, es necesario determinar en el laboratorio sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

- **Características físicas**

Las características físicas son las que más impresionan al pueblo consumidor; sin embargo, tienen menor importancia desde el punto de vista sanitario. Ellas son: turbiedad, color, olor, sabor y temperatura.

- **Características químicas**

La calidad química se ve directamente afectada por el movimiento lento que tiene en el subsuelo; es así como mantiene un contacto directo y prolongado con los minerales, los cuales se van disolviendo en el agua; entre estos se tiene: sulfatos, nitritos, nitratos, cloruros, hierro, pH, dureza, etc.

- **Características microbiológicas**

Las condiciones microbiológicas del agua son fundamentales. Para que el agua sea potable debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario intestinal, que son las que pueden transmitir enfermedad

### **d. Investigaciones de laboratorio**

Las muestras obtenidas de la fuente propuesta para el abastecimiento de agua: del río Savia fueron realizadas por un laboratorio certificado por INACAL conforme lo prescriben los Métodos Estándares para el análisis de Agua.

### **e. Análisis de laboratorio**

Para suministrar el tratamiento adecuado del agua, es indispensable conocer cuáles son las características de la misma en el orden físico - químico y microbiológico. Razón por la cual, se ha tomado una muestra en el mes Julio, y de esta manera conocer el grado de contaminación de acuerdo a los reportes de laboratorio SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C se indica en la tabla 3.1, se presenta los resultados de los análisis de la fuente elegida para el Sistema de Agua Potable de Canayre y como dato referencia cuenta con un análisis más del mes de octubre 2013 se indica en la tabla 3.4.



Los resultados de laboratorio fueron contrastados con los parámetros establecidos por las Normas las cuales se detallan en la tabla 3.2 y 3.3

### 2.3.3. De la evaluación del nivel actual del índice de calidad del agua de uso potable del río Savia

#### Muestreo

- **Reservorio**

Se muestrearon agua de consumo humano de la capital del distrito de Canayre.

- **Grifos domiciliarios**

Se muestreo un grifo domiciliario del distrito de Canayre, ubicados distantes del reservorio.

**Tabla 2.5.** Numero de muestras para la evaluación de la calidad de agua de consumo humano actual

Punto de muestreo	Meses de muestreo	Nº de muestras
Reservorio	Marzo	01
Domicilio	Marzo	01
Reservorio	Abril	01
Domicilio	Abril	01
Reservorio	Mayo	01
Domicilio	Mayo	01
Reservorio	Junio	01
Domicilio	Junio	01
Reservorio	Julio	01
Domicilio	Julio	01
Reservorio	Agosto	01
Domicilio	Agosto	01
Total		12

#### Para el cálculo del índice son necesarios tres factores

**F1** (alcance) representa el porcentaje de parámetros que no cumplen con lo normado (“parámetros fallidos”), al menos una vez en el periodo que se analiza, con respecto al número total de parámetros que se escogieron:

$$F1 = \left( \frac{\text{parámetros} \cdot \text{fallidos}}{\text{total} \cdot \text{de} \cdot \text{parámetros}} \right) \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

**F2** (frecuencia) representa el porcentaje de ensayos individuales que dieron resultados diferentes a lo normado (ensayos fallidos) del total de ensayos que se realizaron. Con ensayos se refiere a análisis de laboratorio que se realizan para cada parámetro.

$$F2 = \left( \frac{\text{ensayos} \cdot \text{fallidos}}{\text{total} \cdot \text{de} \cdot \text{ensayos}} \right) \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

**F3** (amplitud) representa cuan diferente dio el resultado del ensayo con respecto al valor establecido. Este factor se calcula en tres etapas:

**1** El número de veces por el cual cada valor fallido es mayor (o menor, en el caso de que lo normado sea un valor mínimo) que el valor establecido se denomina “excursión”. En el caso de que el valor calculado no deba exceder lo normado se calcula de la siguiente forma:

$$\text{excursión}_i = \left( \frac{\text{valor} \cdot \text{fallido}_i}{\text{valor} \cdot \text{normado}_j} \right) - 1 \dots\dots\dots (3)$$

En caso de que el valor calculado no deba ser menor que lo normado se calcula de la siguiente forma:

$$\text{excursión}_i = \left( \frac{\text{valor} \cdot \text{normado}_j}{\text{valor} \cdot \text{fallido}_i} \right) - 1 \dots\dots\dots (4)$$

**2** A continuación se calcula la suma normalizada de las excursiones (nse, siglas en inglés), dividiendo la sumatoria de las excursiones entre el total de ensayos realizados (tanto los que dieron valores que no cumplen con lo normado como aquellos que si cumplen):

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excursión}_i}{\text{total} \cdot \text{de} \cdot \text{ensayos}} \dots\dots\dots (5)$$

3 Finalmente el factor F3 se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$F3 = \left( \frac{nse}{0.01nse + 0.01} \right) \dots\dots\dots (6)$$

Una vez que se tienen los tres factores, el índice puede calcularse, sumándose los tres valores como si fueran vectores. La suma de los cuadrados de cada factor es igual al cuadrado del índice. Esta aproximación trata al índice como un espacio tridimensional donde los factores se colocan a lo largo de cada eje (x, y, z). Con este modelo, el índice cambia de manera directamente proporcional con los cambios que se produzcan en los valores de los factores.

$$CCME \cdot WQI = 100 - \left( \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732} \right) \dots\dots\dots (7)$$

El resultado del valor debe de estar entre 0 y 100, donde 0 representa la “peor” calidad y 100 la “mejor” calidad de agua.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. DE LA EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICOS DE UNA NUEVA CAPTACIÓN DEL RÍO SAVIA PARA USO POTABLE.**

##### **3.1.1. Captación 1**

###### **Parámetros físicos químicos y microbiológicos**

En la Tabla 3.1, se evalúa los resultados del laboratorio con la norma de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobado mediante D.S N° 002-2008 – MINAN, modificado D.S N° 015-2015 – MINAM y modificado D.S N° 004-2017 – MINAM donde se observa que los parámetros evaluados están dentro del límite máximo permisible y cumpliendo de esta manera apto para el consume humano.

**Tabla 3.1.** Análisis de los parámetros físicos químicos y microbiológicos del río Savia 1 para uso potable para la población de Canayre.

Parámetro	Unidad	Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable			Río SAVIA 1	Evaluación
		A1	A2	A3		
<b>FÍSICOS-QUÍMICOS</b>						
Cianuro Total	mg/L	0.07	0.2	0.2	<0.005	Cumple
Cloruros	mg/L	250	250	250	<2.00	Cumple
Color	CU	15	100(a)	**	<5	Cumple
Dureza	mg/L	500	**	**	33.13	Cumple
Fluoruros	mg/L	1.5	**	**	<0.10	Cumple
Nitratos	mg/L	50	50	50	0.479	Cumple
Olor		Aceptable				Cumple
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥6	≥5	≥4	8.52	Cumple
pH	Unid. pH	6.5 – 8.5	5.5 – 9.0	5.5 - 9.0	7.75	Cumple
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500	<3	Cumple
Sulfatos	mg/L	250	500	**	1.33	Cumple
Turbiedad	UNT	5	100	**	<0.70	Cumple
<b>INORGÁNICOS</b>						
Aluminio	mg/L	0,9	0,02	**	0.03	Cumple
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15	<0.001	Cumple
Bario	mg/L	0,7	1	**	0.003	Cumple
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1	<0.0003	Cumple
Boro	mg/L	2.4	2.4	2.4	<0.002	Cumple
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01	<0.0004	Cumple
Cobre	mg/L	2	2	2	<0.0007	Cumple
Hierro	mg/L	0,3	1	5	0.031	Cumple
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5	0.0584	Cumple
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	<0.001	Cumple
Níquel	mg/L	0,07	**	**	<0.0006	Cumple
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05	<0.003	Cumple
Zinc	mg/L	3	5	5	<0.002	Cumple
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termo tolerantes(44,5°C)	NMP/100 ml	20	2 000	20,000	130x10 <sup>1</sup>	Cumple
Coliformes Totales (35 – 37°C)	NMP/100 ml	50	5 000	50,000	23x10 <sup>2</sup>	Cumple

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/100 mL. Número más probable en 100 mL.

Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

\*\* Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad Competente determine.

A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección

A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento Convencional

A3: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento Avanzado

La evaluación de los resultados se tiene en la Tabla 3.2 de los parámetros microbiológicos y parasitológicas, en la Tabla 3.3 los parámetros organolépticos, encontrándose en ambos cuadros que dichos parámetros están dentro de los límites máximos permisibles considerados el río Savia de buena calidad para el consumo humano.

**Tabla 3.2.** Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	L.M.P.	Rio Savia	Evaluación
Coliformes totales	UFC/100 ml a 35°C	0 (*)	ND (<1.8)	cumple
Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 ml a 44.5°C	0 (*)	ND (1.8)	cumple

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples  $\leq 1.8/100$  ml

**Tabla 3.3.** Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica según D.S.N°031-2010-SA

Parámetros	Unidad de medida	L.M.P.	Rio Savia	Evaluación
Olor	---	Aceptable	Inodoro	Cumple
Sabor	---	Aceptable	Insípido	Cumple
Color	UCV	15	ND (<4)	Cumple
Turbiedad	UNT	5	ND(<0,1)	Cumple
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5	7.8	Cumple
Solidos totales disueltos	mg/L	1000	<3.00	Cumple
Cloruros	mg Cl-/L	250	<2.00	Cumple
Sulfatos	mg SO4/L	250	1.33	Cumple
Dureza total	mg CaCO3/L	500	31.13	Cumple
Hierro	mg Fe/L	0.3	0.031	Cumple
Manganeso	mg Mn/L	0.4	0.0584	Cumple
Aluminio	mg Al/L	0.9	0.03	Cumple
cobre	mg Cu/L	2.0	<0.0007	cumple
Zinc	mg Zn/L	3.0	<0.002	cumple
Sodio	mg Na/L	200	3.20	cumple

Por tanto los parámetros evaluados cumplen o están dentro del límite máximo permisible de la calidad de agua.

Los resultados del análisis de muestras de agua, fueron reportados en el laboratorio de ensayo acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL - DA con Registro N° LE-047 – SAC.

### 3.1.2. Captación 2

**Tabla 3.4.** Análisis de los parámetros físicos químicos y microbiológicos del río Savia 2 para uso potable de la población de Canayre.

Parámetro	UNID	Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable			Rio SAVIA 2	Evaluación
		A1	A2	A3		
<b>FÍSICOS-QUÍMICOS</b>						
Cianuro Total	mg/L	0.07	0.2	0.2	N.D	Cumple
Cloruros	mg/L	250	250	250	N.D.	Cumple
Color	CU	15	100(a)	**	<5	Cumple
Dureza	mg/L	500	**	**	34.8	Cumple
Fluoruros	mg/L	1.5	**	**	0.07	Cumple
Nitratos	mg/L	50	50	50	0.16	Cumple
@Olor		Acceptable				Cumple
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥6	≥5	≥4	R 8.0	Cumple
pH	Unid. pH	6.5 – 8.5	5.5 – 9.0	5.5 - 9.0	R 7.3	Cumple
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500	N.D.	Cumple
Sulfatos	mg/L	250	500	**	N.D.	Cumple
Turbiedad	UNT	5	100	**	0.4	Cumple
<b>INORGÁNICOS</b>						
Aluminio	mg/L	0,2	0,02	**	0.295	No cumple
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15	N.D.	Cumple
Bario	mg/L	0,7	1	**	0.004	Cumple
Boro	mg/L	2.4	2.4	2.4	N.D.	Cumple
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01	N.D.	Cumple
Cobre	mg/L	2	2	2	N.D.	Cumple
Hierro	mg/L	0,3	1	5	0.369	No cumple
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5	0.016	Cumple
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	N.D.	Cumple
Plomo	mg/L	0,07	**	**	0.003	Cumple
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05	N.D.	Cumple
Zinc	mg/L	3	5	5	0.009	Cumple
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
*Coliformes Termo tolerantes(44,5°C)	NMP/100 ml	20	2 000	20,000	R 14	Cumple
*Coliformes Totales (35 – 37°C)	NMP/100 ml	50	5 000	50,000	R 490	Cumple
*Nitrogeno total (NTK)	NH2+ -N mg/L	1.00	**	**	N.D.	Cumple

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/100 mL. Número más probable en 100 mL.

“N.D.” significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

“R” Resultado referencial, tiempo de vida vencido

NOTA:

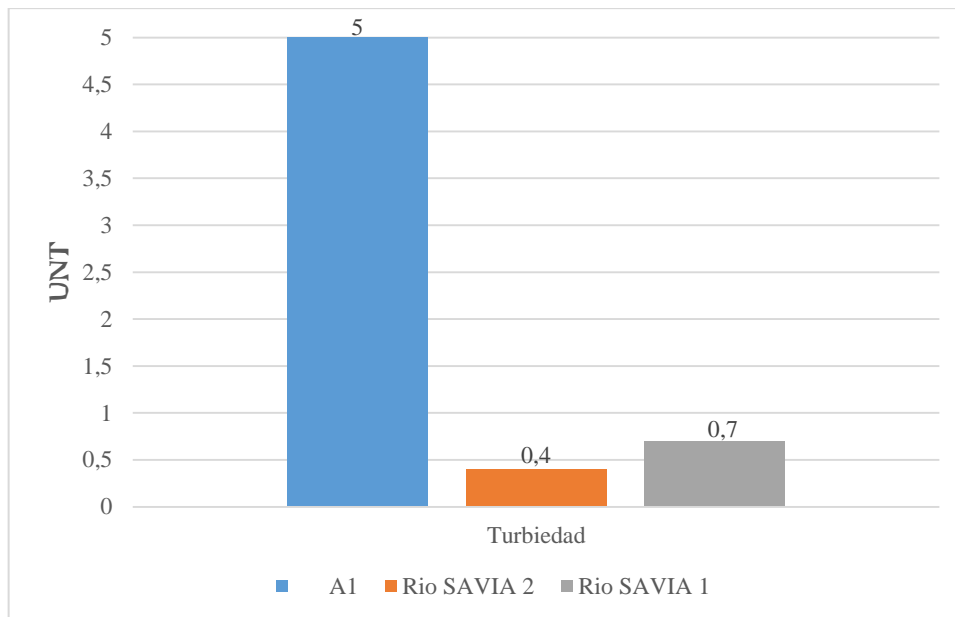
@ Los métodos en la matriz indicada no han sido acreditados por el SNA

\* Los métodos subcontratados en la matriz indicada son acreditados por el SNA

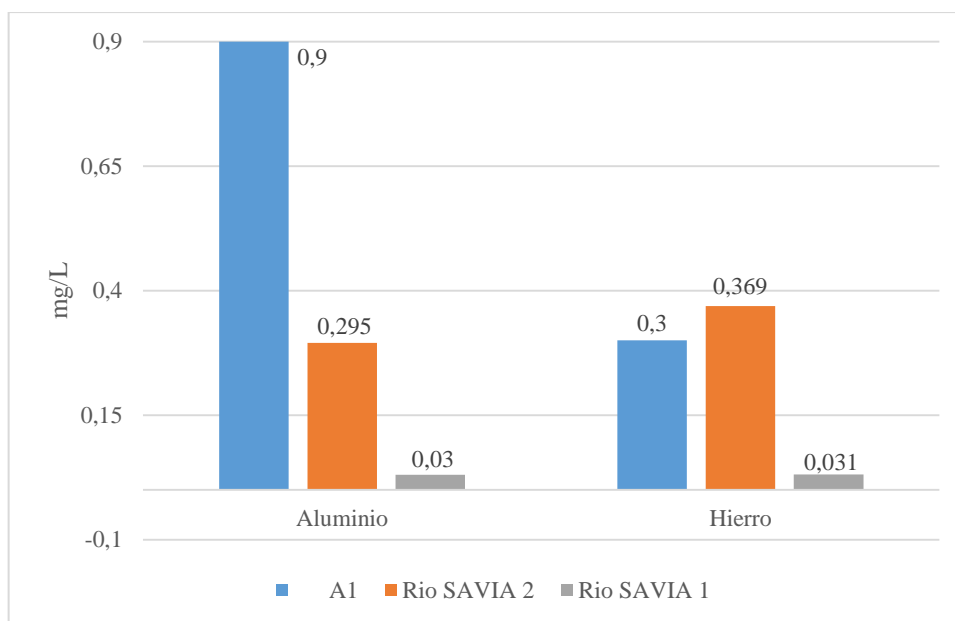
A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección

A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento Convencional

A3: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento Avanzado



**Figura 3.1.** Comparación de nivel de turbiedad según estándares de calidad de agua



**Figura 3.2.** Comparación de parámetros inorgánicos

### **Discusiones de la evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la captación del río Savia para uso potable.**

#### **Coliformes fecales**

El resultado obtenido del análisis de agua del río Savia es de  $130 \times 10^1$  NMP/100 ml, la misma que según el D.S. N° 004-2017-MINAM se encuentra dentro de los límites establecidos en la categoría 2 y sub categoría A (aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable).



(Michaud, 2001) menciona que las concentraciones de Coliformes fecales no es fácil de predecir puesto que dependen de condiciones específicas para su desarrollo y éstas cambian rápidamente, dicho esto los resultados se encuentran menor a  $< 3000$  NMP/100mL propuesto por el autor.

### **pH**

Los valores para la nueva captación de agua del rio savia de 7.75 están dentro del rango teóricamente permisible de 6.5 a 8.5 Establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

### **Nitratos**

La concentración de nitratos es de 0.479 mg/L estando dentro de los límites máximos permisibles de 50 mg  $\text{NO}_3\text{L}^{-1}$  Establecidos en el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAN. En la Tabla 1.4 Estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

### **Turbiedad**

La turbiedad o turbidez es la materia o material en suspensión que interfiere con el paso de la luz a través del agua (Sawyer 1978). Las causas para una gran variedad de materiales suspendidos son, entre otras, el grado de turbulencia del cuerpo de agua, por ejemplo los ríos bajo condiciones de inundación, la turbidez que se presenta será debido a la dispersión relativamente burda. Los resultados de laboratorio muestran que la turbiedad es  $<0.70$  NTU y que se encuentra dentro de lo establecido por en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. En el Anexo II de límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

### **Sólidos totales disueltos**

En general, las cantidades de los sólidos totales presentaron valores relativamente muy insignificantes de  $<3$  mg/L a los límites permisibles de la clase de aguas A1 de 1000 mg/L, y que se encuentra dentro de lo establecido por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. En el Anexo II de límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

### **3.2. DE LA EVALUACIÓN DEL NIVEL ACTUAL DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA DE USO POTABLE DEL RIO SAVIA**

Los resultados de las muestras de agua del río Savia que consume la población actualmente fueron analizados y proporcionados por el laboratorio de control ambiental de la Dirección Regional de Salud de Ayacucho – Gobierno Regional Ayacucho (2017). Estos resultados se evaluaron y se determinó el índice de Calidad del agua de usos potable del río Savia realizando el cálculo y como resultando del ICA es 36.72 cuya calificación según el rango es MALO (30-44).

**Tabla 3.5.** Datos que corresponden a resultado de seis (06) monitoreo de agua del rio Savia de consumo actual

PUNTO DE MONITOREO				(01) Reservorio					
PARAMETROS A EVALUAR-CCME WQI			ECA Cat.1-A2	1°MP	2°MP	3°MP	4°MP	5°MP	6°MP
PARAMETROS FISICOS - QUIMICOS	pH		6.5 8.5	6.95	7.19	7.29	6.95	7.78	7.45
	Temperatura	°C	Δ3	21	20	20.9	19.5	20.8	19.8
	Conductividad (uS/cm)	uS/cm	1500	5139	89.7	735	633	380	665
	Turbiedad	NTU	5	13.05	297	58	204	10.99	4.9
	Solidos Totales Disueltos	Mg/L	1000	3340.4	58.3	N/R	411.5	247	432
PARÁMETROS INORGÁNICOS	Aluminio (Al)	mg/L	0.2		0.46				
	Hierro (Fe)	mg/L	0.3		0.505				
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Termo tolerantes(44,5°C)	UFC/100mL	2000	3500	88	972	94	210	68
	Coliformes Totales (35 – 37°C)	UFC/100mL	5000	6000	280	1860	216	460	210
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen						7		
	Número Total de Parámetros a Evaluar						9		
	Número de datos que No cumplen el ECA						11		
	Número Total de Datos						44		

$$F1 = \left( \frac{\text{parámetros} \cdot \text{fallidos}}{\text{total} \cdot \text{de} \cdot \text{parámetros}} \right) \times 100$$

$$F1 = \frac{7}{9} \times 100$$

$$F1 = 77.78$$

$$F2 = \left( \frac{\text{ensayos} \cdot \text{fallidos}}{\text{total} \cdot \text{de} \cdot \text{ensayos}} \right) \times 100$$

$$F2 = \frac{11}{44} \times 100$$

$$F2 = 25.00$$

**Tabla 3.6.** Celdas automatizadas para el cálculo de los excedentes de cada parámetro, factor y valor del ICA

PUNTO DE MONITOREO				(01) Reservorio					
PARAMETROS A EVALUAR-CCME WQI			ECA Cat.1-A2	1°MP	2°MP	3°MP	4°MP	5°MP	6°MP
PARAMETROS FISICOS - QUIMICOS	pH	Unid. pH	6.5 8.5						
	Temperatura	°C	Δ 3						
	Conductividad (uS/cm)	uS/cm	1500	2.426					
	Turbiedad	NTU	5	1.61	58.40	10.60	39.80	1.20	
	Solidos Totales Disueltos	Mg/L	1000	2.34					
PARÁMETROS INORGÁNICOS	Aluminio (Al)	mg/L	0.2		1.30				
	Hierro (Fe)	mg/L	0.3		0.68				
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Termotolerantes(44,5°C)	UFC/100mL	2000	0.75					
	Coliformes Totales (35 – 37°C)	UFC/100mL	5000	0.20					
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen							7	
	Número Total de Parámetros a Evaluar							9	
	Número de datos que No cumplen el ECA							11	
	Número Total de Datos							44	

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excursión}_i}{\text{total} \cdot \text{de} \cdot \text{ensayos}}$$

$$nse = \frac{119.31}{44}$$

$$nse = 2.71$$

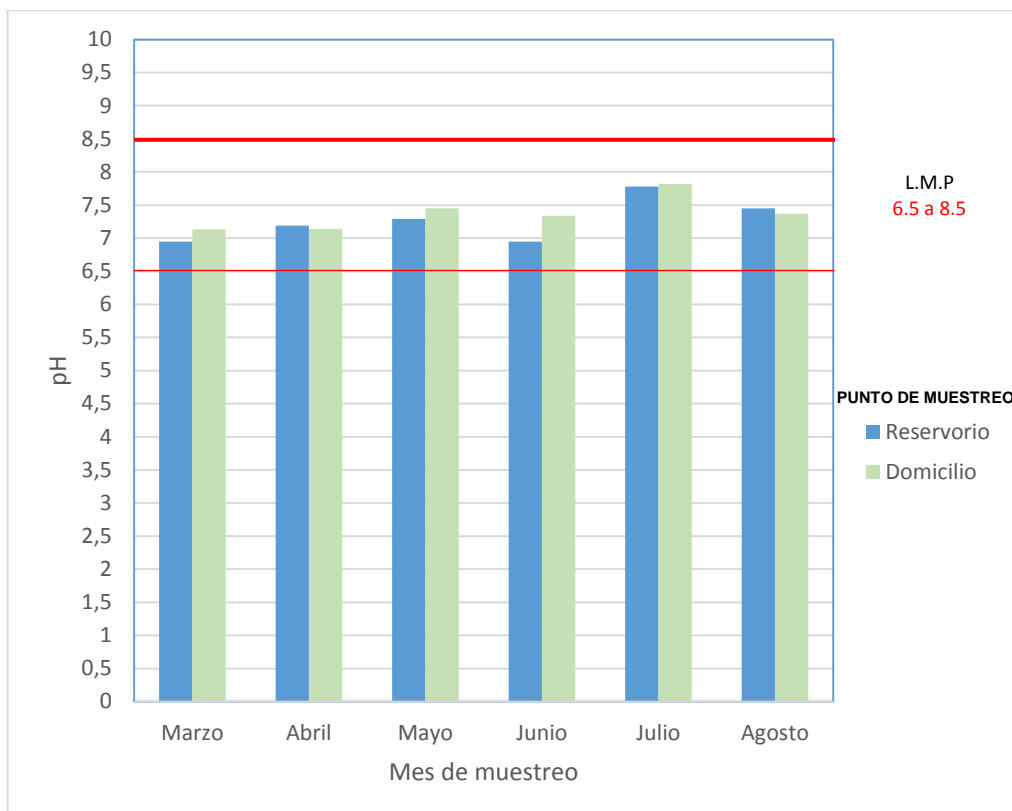
$$F3 = \left( \frac{nse}{0.01nse + 0.01} \right)$$

$$F3 = \frac{2.71}{0.0371}$$

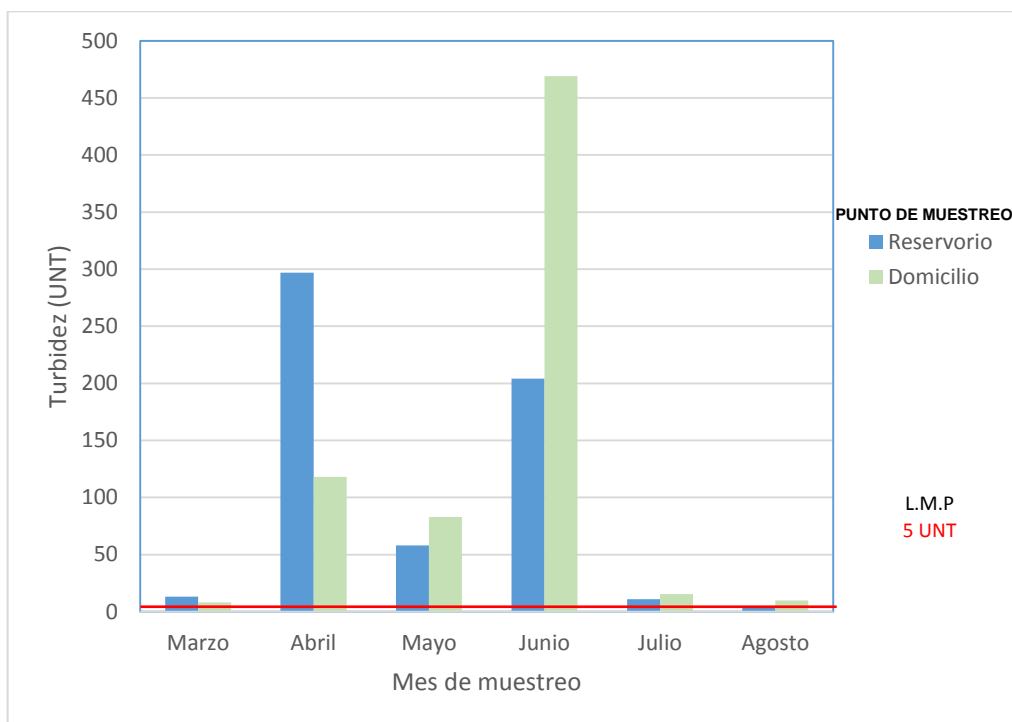
$$F3 = 73.06$$

$$CCME \cdot WQI = 100 - \left( \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732} \right)$$

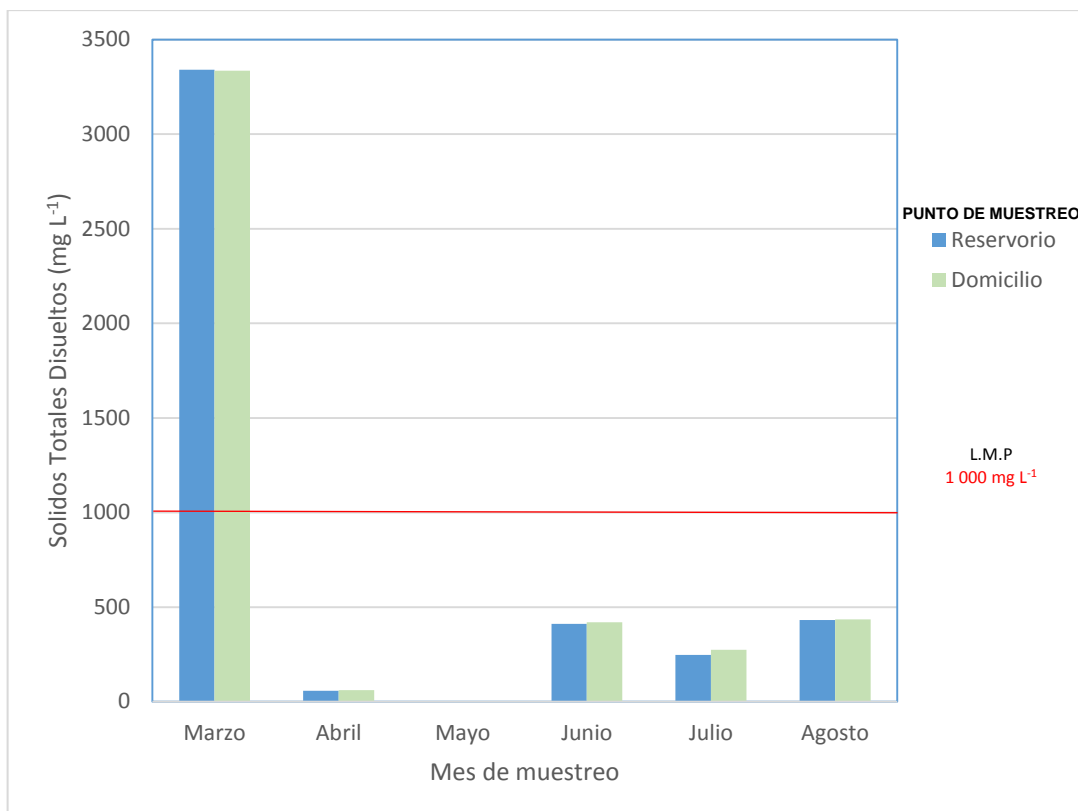
**CCME.WQI= 36.72**  
**Malo**



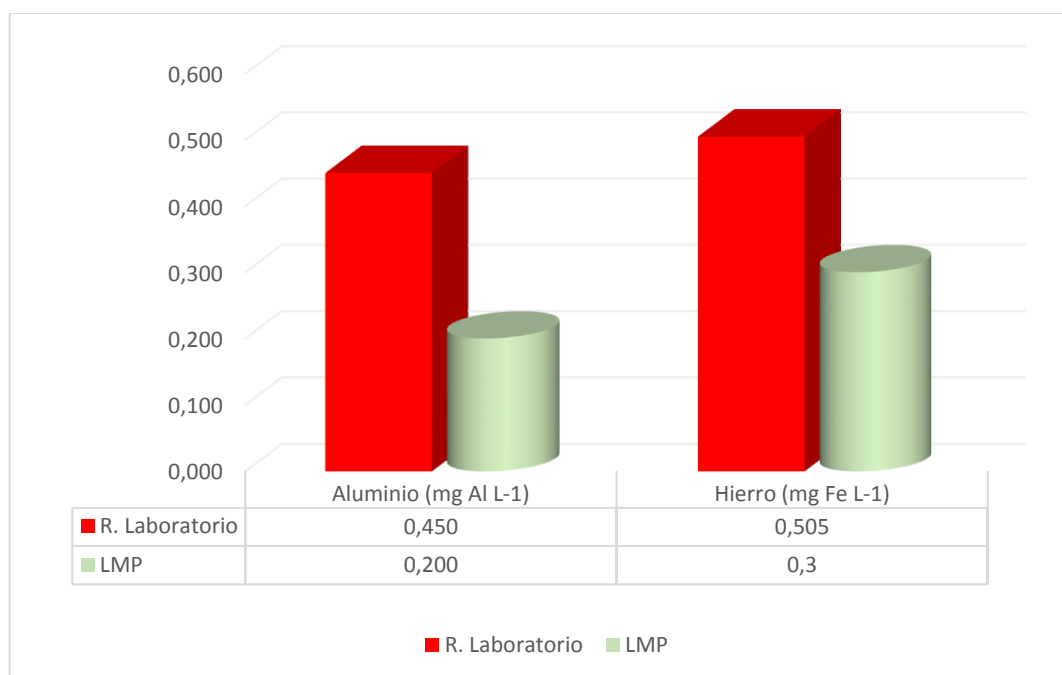
**Figura 3.3.** pH de las muestras de agua de consumo humano (reservorio y domicilio) en comparación con los LMP del distrito de Canayre, marzo a agosto de 2017



**Figura 3.4.** Turbidez de las muestras de agua de consumo humano (reservorio y domicilio) en comparación con los LMP del distrito de Canayre, marzo a agosto de 2017.



**Figura 3.5.** Solidos totales disueltos de las muestras de agua de consumo humano (reservorio y domicilio) en comparación con los LMP del distrito de Canayre, marzo a agosto de 2017.



**Figura 3.6.** Presencia de metales en muestras de agua de consumo humano en comparación con los LMP de metales.

## **Discusiones de la evaluación del índice de calidad del agua de uso potable del río Savia.**

- Las aguas clasificadas como excedentes y buenas pueden soportar un alta diversidad de vida acuática y son apropiadas para todo tipo de recreación y para la toma de agua para potabilización.  
Las de las características medias o promedio generalmente poseen menos diversidad de organismos acuáticos y frecuentemente manifiestan un crecimiento anormal de algas. Aquellas aguas que caen dentro de la clasificación regular pueden soportar una baja diversidad de vida acuática y probablemente experimenten problemas de contaminación. Las aguas dentro de las categorías de pobre solo pueden soportar un número limitado de organismos acuáticos, pudiendo esperarse que tengan grandes problemas de calidad. Normalmente no se consideran aceptables para actividades que involucren el contacto directo con el agua.
- Figura 3.4 se muestra los resultados de la Turbidez de agua de consumo humano del Reservorio donde los resultados para los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto son 13.05, 297, 58, 204, 10.99, 4.9 UNT respectivamente; según el Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano aprobado por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Establece los Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica; según los resultados de laboratorio se encuentra por encima del límite máximo permitido de 5UNT.
- Figura 3.5 se muestra los resultados de Sólidos totales disueltos de las muestras de agua de consumo humano en el domicilio donde los resultados para los meses de marzo, abril, junio, julio y agosto son 3335.8, 60.7, 419.9, 274 y 435 mgL<sup>-1</sup> respectivamente; según el Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano aprobado por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Establece los Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica; según los resultados de laboratorio en el mes de marzo se encuentra por encima del límite máximo permitido de 1000 mgL<sup>-1</sup>, los meses de abril, junio, julio y agosto se encuentra dentro del límite máximo permisible.
- El Decreto Supremo N° 031-2010-SA, en el Anexo II de límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica establece el límite máximo en

Aluminio  $0.2\text{mgL}^{-1}$ , Hierro  $0.3\text{mgL}^{-1}$ , los resultados reportados por el laboratorio se encuentran por encima del LMP siendo en Aluminio  $0.46\text{mgL}^{-1}$ , Hierro  $0.505\text{mgL}^{-1}$ , indicándonos la presencia de metales pesados, que representa riesgos sanitarios por contaminación del agua.



## CONCLUSIONES

### 1. De la evaluación de las variables físico, químico y microbiológicos de la captación del río Savia para uso potable.

- La nueva captación propuesta de agua para consumo humano, se encuentra en la cabecera del río Savia y cumple con todos los parámetros físico químico y microbiológicos de las aguas superficiales, contrastando con los niveles estándares de las normativas nacionales e internacionales se encuentra debajo de los límites máximos permisibles para agua potable y los que generalmente tienen mayor influencia sobre la calidad de agua, entre ellos por indicarse los sólidos disueltos totales  $<3\text{mg.Lt}^{-1}$ , la turbiedad  $<0.70$  UNT, Aluminio  $0.03\text{mgL}^{-1}$ , Hierro  $0.031\text{mgL}^{-1}$ , los coliformes fecales  $130 \times 10^1$  NMP/100mL y los coliformes totales  $23 \times 10^2$  NMP/100mL.

### 2. De la evaluación del nivel actual del índice de calidad del agua de uso potable del río Savia.

- El ICA del río Savia es de 36.72 que de acuerdo a la clasificación es MALO, el ICA es una herramienta muy útil para comunicar la información sobre la calidad del agua a las autoridades y al público; puede darnos rápidamente una imagen general del estado del recurso y es muy útil para propósitos comparativos.
- El resultado de los análisis de laboratorio realizados de las muestras recolectadas del consumo de agua en la capital del distrito de Canayre, revelan que existe contaminación por varios factores y que es necesario realizar tratamiento avanzado del agua previa al consumo humano.
- El número de coliformes totales en muestras de agua de consumo humano están por encima de los LMP establecidos en el D.S N° 004-2017-MINAM.
- Con respecto a la turbidez y los sólidos disueltos totales se encuentran por encima de los LMP establecidos en las normas para calidad de agua de consumo humano en el D.S N° 031-2010 SA y D.S N° 004-2017-MINAM.

- Se ha identificado presencia de metales pesados en el agua de consumo humano, que representa riesgos sanitarios por contaminación del agua: Aluminio 0.46 mg/l y Hierro 0.505 mg/l; resultados que superan los límites máximos permisibles, establecidos en el D.S 031-2010 SA.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda al gobierno local del distrito de Canayre tomar en cuenta el presente estudio; como referencia a la zona de captación propuesta y realizar un proyecto de ampliación y mejoramiento del servicio de saneamiento básico de la localidad de Canayre.
2. Se puede elaborar una iniciativa de ordenanza municipal que apruebe la protección de bosques y ojos de agua, para su conservación; debido a que existe demasiada tala y contaminación a los ojos de agua en la jurisdicción del distrito de Canayre.
3. Se sugiere la constitución de unidad de gestión municipal de agua y la contratación de un operador especializado para su permanente monitoreo de la calidad del agua en la fuente de la captación, realizando análisis periódicos de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
4. En la actualidad es necesario que exista un plan operativo anual (POA) elaborado por el establecimientos de salud y la municipalidad distrital de manera conjunta; son responsables directos de cumplir acciones dirigidas a la mejora de la calidad de agua para consumo humano, en el marco de su competencia.
5. Un aspecto que se debería tomar en cuenta es el cumplimiento de las normas nacionales, regionales y locales.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Autoridad Nacional del Agua. RJ-202-2010-ANA. Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales: Ríos, Lagos, Lagunas. 2010.
- Barrenechea Martel A. Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. En: Tratamiento de agua para consumo humano. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; 2004. p. 1-56.
- El Peruano (2008). D.S. N° 002-2008-MINAM. Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Lima, Perú
- El Peruano (2003). Ley 27972, Ley orgánica de municipalidades. Lima, Perú
- El Peruano (2009). Ley 29338, Ley de recursos hídricos. Lima, Perú
- El Peruano (2010). D.S. N° 002-2010-MINAM. Aprueban límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de aguas residuales domésticos o municipales. Lima, Perú.
- El Peruano (2010). D.S. N° 031-2010-SA. Aprueban reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Lima, Perú.
- El Peruano (2011). R.J. N° 182-2011-ANA. Protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial. Lima, Perú.
- El Peruano (2015). D.S. N° 015-2015-MINAM. Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Lima, Perú
- Ministerio de Salud (MINSa) 2007. Dirección General de Salud Ambiental. “DIGESA”. Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales. Lima –Perú.
- Ministerio del Ambiente. Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. 2017.
- Organización panamericana de la salud 1987. Guías para la calidad del agua potable vol. 2, criterios relativos de la salud, publicación científica N° 506. Washington D.C.
- Organización panamericana de la salud 1993. Agua, nuestro planeta y nuestra salud informe de la comisión de salud y medio ambiente de la organización mundial de la salud. Washington, D.C.
- OMS 1985. Guías OMS para la Calidad del Agua de Bebida. Volumen 1. Publicación Científica OPS N° 481.

- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1995. Guías Para la Calidad del Agua Potable. Ginebra.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1998. Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Ed. 2. V. 3. OMS, Ginebra, 255 p. 74
- Ott W, (1978). Índice de calidad del agua: una encuesta de índices utilizada en los Estados Unidos. Serie de Monitoreo Ambiental.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1991. Metodología para la evaluación aproximada de la carga contaminante
- Resolución Ministerial N° 650-2014-MINSA Directiva sanitaria PAS 055-MINSA-DIGESA-V.01
- Resolución Ministerial N° 908-2014- MINSA Directiva sanitaria PCC 058-DIGESA-V.01
- Resolución Ministerial N° 160-2015-Directiva sanitaria protocolo toma de muestras
- Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE.
- Sagardoy, J. 1994. Irrigation management transfer; selected paper. FAO. Roma, IT. 499p
- UNESCO / OMS / PNUMA, 1992. Evaluaciones de la calidad del agua: una guía para el uso de Biota, sedimentos y agua en el monitoreo ambiental - Segunda edición.

# ANEXOS

# Anexo 1. Informe de ensayo de análisis de agua de la nueva captación propuesta (1)



**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



## INFORME DE ENSAYO N° 105189-2016 CON VALOR OFICIAL

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANAYRE
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: NRO. 198 C.P. CANAYRE (PLAZA PRINCIPAL CANAYRE NRO 198JAYACUCHO - HUANTA - CANAYRE)
<b>SOLICITADO POR</b>	: ANDREA BARBA CARRILLO
<b>REFERENCIA</b>	: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO BÁSICO EN LA LOCALIDAD DE CANAYRE, DISTRITO DE LLOCHEGUA, PROVINCIA DE HUANTA, AYACUCHO.
<b>PROCEDENCIA</b>	: DISTRITO DE CANAYRE - PROVINCIA DE HUANTA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>	: 2016-08-15
<b>FECHA DE INICIO DE ENSAYOS</b>	: 2016-08-15
<b>MUESTRADAS POR</b>	: EL CLIENTE

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Aceites y grasas (HEM)	EPH-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry. 2010	0.5 <sup>(a)</sup>	mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno (DRO <sub>5</sub> )	SM 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(a)</sup>	mg/L
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SM 5220 D. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	O <sub>2</sub> mg/L
Alcalinidad total	SM 2320 B. Alkalinity. Titration Method.	1.00	CaCO <sub>3</sub> mg/L
Claruro Total	SM 4500 Cl <sup>-</sup> C.E. Cyanide. Total Cyanide after Distillation. Colorimetric Method.	0.005	mg/L
Cloruros	SM 4500-Cl <sup>-</sup> B. Chloride. Argentometric Method.	2.00	Cl <sup>-</sup> mg/L
Color	SM 2120 C. Spectrophotometric - Single-Wavelength Method (PROPOSED)	5	CU
Dureza Total	SM 2340 C. Hardness. EDTA Titrimetric Method.	0.73	CaCO <sub>3</sub> mg/L
Fluoruros ( F <sup>-</sup> )	SM 4500-F <sup>-</sup> B, D. Fluoride. SPADNS. 2012	0.10	F <sup>-</sup> mg/L
Nitratos	SM 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.030	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L
Nitrógeno total (NTK)	SM 4500-N <sub>org</sub> <sup>-</sup> B. Nitrogen (Organic). Nacro-Kjeldahl Method.	1.00	NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L
Oxígeno Disuelto (OD)	SM 4500-O <sub>2</sub> C. Oxygen (Dissolved). Azide Modification.	0.5 <sup>(a)</sup>	O <sub>2</sub> mg/L
pH	SM 4500 H <sup>+</sup> B. pH Value. Electrometric Method	---	Unid. pH
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SM 2540 D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
Sulfatos	SM 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E. Sulfate. Turbidimetric Method.	1.00	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/L
Sulfuros	SM 4500 SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> B. Sulfite. Iodometric Method.	1.00	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> mg/L
Turbiedad	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. 2012	0.70	NTU
Numeración de Coliformes Fecales	SM 9221 E. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.g <sup>(a)</sup>	NMP/100mL
Numeración de Coliformas Totales	SM 9221 B. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.g <sup>(a)</sup>	NMP/100mL
Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Boro, Sodio, Berilio, Cadmio, Calcio, Cero, Cromo, Cobalto, Cobres, Hierro, Flomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Silicio, Sodio, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, Titanio, Vanadio, Zinc).	EPA Method 200.7, Rev.4.4. ENMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativos.

(b) Expresado como límite de detección del método.

*Roger Aparicio Estrada*  
**Blgo. Roger Aparicio Estrada**  
**C.B.P. N° 7403**  
**Servicios Analíticos Generales S.A.C.**

*Belbeth Y. Fajardo León*  
**Quim. Belbeth Y. Fajardo León**  
**Director Técnico**  
**C.Q.P. N° 648**  
**Servicios Analíticos Generales S.A.C.**

**EXPERTS  
WORKING FOR YOU**

Doc. FI 027465/01. 05/FE. 03/2015

\* El método utilizado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEHW) 191A-191A-WF, 2015 Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana de Ensayos. Este protocolo de laboratorio es propiedad de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Solo es válido para los nuestros métodos y el presente informe. Los resultados obtenidos de acuerdo al protocolo de procedimiento de análisis se expresan en forma de promedio de 20 días consecutivos de trabajo siempre que la muestra al momento de ser analizada no haya sido utilizada como una muestra de control o como un resultado de prueba o como resultado del sistema de control de calidad de la muestra que lo produce.

Página 1 de 3

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1561 - Urb. Chama Ricos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-5585 - 425-5564 - 425-6047 | MÓVIL 994 976 442  
WebSite www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Región 312-07

## INFORME DE ENSAYO N° 105189-2016 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado		Agua superficial	Agua superficial	Agua residual
Matriz analizada		Agua natural	Agua natural	Agua residual
Fecha de muestreo		2016-08-14	2016-08-14	2016-08-14
Hora de inicio de muestreo (h)		18:00	15:45	17:30
Condiciones de la muestra		Refrigerada / preservada	Refrigerada / preservada	Refrigerada / preservada
Código del Cliente		Río Mantaro Cuerpo receptor	Río Savia Pto. de Captación	Descarga de agua residual doméstica
Código del Laboratorio		16081038	16081039	16081040
Ensayos	Unidades	Resultados		
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	29.8	////	34.1
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	107.0	////	317.5
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O <sub>2</sub> mg/L	425.0	////	845.8
Alcalinidad total	CaCO <sub>3</sub> mg/L	////	30.53	////
Cloruro Total	mg/L	////	<0.005	////
Cloruros	Cl <sup>-</sup> mg/L	////	<2.00	////
Color	CU	////	<5	////
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub> mg/L	////	31.13	////
Fluoruros ( F <sup>-</sup> )	F <sup>-</sup> mg/L	////	<0.10	////
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/L	////	0.479	////
Nitrógeno total (NTK)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/L	////	<1.00	////
Oxígeno Disuelto (OD)	O <sub>2</sub> mg/L	////	8.52	////
**pH	Unid. pH	6.72	7.75	////
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	163.0	<1.00	273.10
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/L	////	1.33	////
*Sulfitos	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> mg/L	<1.00	////	////
Turbiedad	NTU	////	<0.70	////
Numeración de Coliformes Fecales*	NMP/100ml	130 x 10 <sup>3</sup>	130 x 10 <sup>3</sup>	929 x 10 <sup>3</sup>
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100ml	23 x 10 <sup>3</sup>	23 x 10 <sup>3</sup>	1600 x 10 <sup>3</sup>

\* El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL-DA.

\*\*El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo, por haber superado el tiempo de perecibilidad.

Medición de pH realizada a 25°C.

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

Nota: CU expresados en unidades de color.

////: Ensayo no solicitado.

*Aparicio Estrada*  
Blgo. Róger Aparicio Estrada  
C.B.P. N° 7403  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

*Quim. Belbeth Y. Fajardo León*  
Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.B.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Ord-FI-10/Versión: 06/F.E/26/2015

\* El estado indicado no ha sido acreditado por el INACAL-DA.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (19th Edition) 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana OBSERVACIONES: Esta prueba de laboratorio produce o utiliza el producto que muestra, a menos que sea otro la información provista por Servicios Analíticos Generales S.A.C. Este es válido para las muestras recibidas en el laboratorio. Los resultados de las pruebas de ensayo se expresan en unidades de concentración de los productos y como porcentaje del sistema de unidades de medida que le precede.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser tomados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificación del sistema de unidades de medida que le precede.

Página 2 de 3

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chaca Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-0305 - 425-0564 - 425 - 0047 | MÓVIL 994 976 442  
Website [www.sagperu.com](http://www.sagperu.com) Contacto Electrónico [sagperu@sagperu.com](mailto:sagperu@sagperu.com) | [laboratorio@sagperu.com](mailto:laboratorio@sagperu.com)

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU



**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



## INFORME DE ENSAYO N° 105189-2016 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado			Agua superficial	Agua superficial
Matriz analizada			Agua natural	Agua natural
Fecha de muestreo			2016-08-14	2016-08-14
Hora de inicio de muestreo (h)			18:00	15:45
Condiciones de la muestra			Refrigerada / preservada	Refrigerada / preservada
Código del Cliente			Río Mantaro Cuerpo receptor	Río Savia Pto. de Captación
Código del Laboratorio			16081038	16081039
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados	Resultados
<b>Metales totales</b>				
Plata (Ag)	0.0007	mg/L	<0.0007	<0.0007
Aluminio (Al)	0.01	mg/L	0.95	0.93
Arsénico (As)	0.001	mg/L	<0.001	<0.001
Boro (B)	0.002	mg/L	0.010	<0.002
Bario (Ba)	0.002	mg/L	0.043	0.093
Berilio (Be)	0.0003	mg/L	<0.0003	<0.0003
Calcio (Ca)	0.05	mg/L	18.95	8.12
Cadmio (Cd)	0.0004	mg/L	<0.0004	<0.0004
Cerio (Ce)	0.002	mg/L	0.005	<0.002
Cobalto (Co)	0.0005	mg/L	<0.0005	<0.0005
Cromo (Cr)	0.0004	mg/L	0.0005	<0.0004
Cobre (Cu)	0.0007	mg/L	0.0089	<0.0007
Hierro (Fe)	0.002	mg/L	1.214	0.031
Mercurio (Hg)	0.001	mg/L	<0.001	<0.001
Plata (K)	0.04	mg/L	13.75	0.53
Litio (Li)	0.003	mg/L	<0.003	<0.003
Magnesio (Mg)	0.04	mg/L	4.62	2.36
Manganeso (Mn)	0.0005	mg/L	0.0694	0.0584
Polibromo (Mo)	0.002	mg/L	<0.002	<0.002
Sodio (Na)	0.02	mg/L	32.18	3.20
Níquel (Ni)	0.0006	mg/L	0.0017	<0.0006
Fósforo (P)	0.003	mg/L	5.127	0.082
Plomo (Pb)	0.0005	mg/L	0.0016	<0.0005
Antimonio (Sb)	0.002	mg/L	<0.002	<0.002
Selenio (Se)	0.003	mg/L	<0.003	<0.003
Silicio (SiO <sub>2</sub> )	0.03	mg/L	43.38	41.88
Estaño (Sn)	0.001	mg/L	<0.001	<0.001
Estroncio (Sr)	0.001	mg/L	0.095	0.018
Titanio (Ti)	0.0003	mg/L	0.0449	<0.0003
Talio (Tl)	0.003	mg/L	<0.003	<0.003
Vanadio (V)	0.0004	mg/L	0.0014	0.0023
Zinc (Zn)	0.002	mg/L	0.138	<0.002

L.D.M.: Límite de detección del método

  
Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Lima, 24 de Agosto del 2016

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod. FI 02/Revisión: 05/FEB/2015

\*El método indicado se ha sido certificado por INACAL-DA

SN: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (S&W) 19/99-AWWA-WEF, 22nd Edition 2012 EPA: U.S. Environmental Protection Agency, ASTM: American Society for Testing and Materials, NTP: Norma Técnica Peruana  
OBSERVACIONES: Este informe es la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea lo contrario por escrito de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Siempre referirse para los muestreos referidos en el presente informe.  
Los ensayos fueron realizados de acuerdo al protocolo de procedimientos del método analítico con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados se han expresado en unidades de concentración de concentración de productos a corto del tiempo del sistema de control de la calidad que se aplica.

Página 2 de 2

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1555 - Urb. Chacarita Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-1985 - 425-5564 - 425 - 6047 | Móvil 994 976 442  
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

Anexo 2. Hoja de cadena de custodia de monitoreo de agua



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

09/163000  
FR-005  
Versión: 04  
F.E. 16/02/13  
Página: 26

Cliente: MUNICIPALIDAD DISTR. DE CANAYRE Contacto: Ing. ANDREA BARBA E-mail: \_\_\_\_\_ Telef.(s) 991972976

Lugar: \_\_\_\_\_ Empresa \_\_\_\_\_ Planta \_\_\_\_\_ Proyecto: \_\_\_\_\_

Carta/Cotización: 2016-08VJ-4-1-X-2 MUESTRADO POR SAG MUESTRADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO O CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU																ANÁLISIS DE LABORATORIO																N° Informe: 105189-2016	
	FECHA	HORA		TSS	DBO5	AMG	M.T.	Sulfatos	PO4	PH	Cl-/Cl-	Ca. total	NTE	Cl F	NO3-SD4	D.T.	M.C.T.	Turbid.	Color	O.D.	CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES															
Río Maribon Cerro Receptor	14/08	18:00	A-SUP.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	16081038																
Río Savia Ph de captación	14/08	15:45	A-SUP.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	16081039																
Buena Vista de Dinagui	14/08	17:30	A-RES.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	16081040																
Dinagui																																					

PH no ido neo por Superar el tiempo de perecibilidad.



Impreso 24/08/2016

Observaciones de Muestreo: \_\_\_\_\_  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Eber Godoy Obregón Firma(s): Recibido en laboratorio: Marco  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: \_\_\_\_\_ Firma(s): \_\_\_\_\_ Dia/Hora: 11h 15 min.

Anexo 3. Informe de ensayo de análisis de agua de la nueva captación propuesta (2)



# ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
CON REGISTRO N° LE-011



INFORME DE ENSAYO N° 1310491

**Solicitante:** MOGOLLON ESCOBAR ELIAS  
**Domicilio Legal:** Jr. Las Ciruelas N° 165 Urb. Entel Perú  
Lima - San Juan de Miraflores  
**Tipo de Muestra:** Agua Superficial  
**Plan de Muestreo:** Muestra proporcionada por el Cliente  
**Solicitud de Análisis:** OCT-491  
**Procedencia de la Muestra:** Canayre - Ayacucho  
**Fecha de Ingreso:** 2013-10-18  
**Código ENVIROLAB PERU:** 1310491  
**Referencia:** Cadena de custodia de fecha: 2013-10-18

Código de Lab.:	1310491-01		Fecha de Muestreo:	2013-10-17	
Análisis	Método de Referencia	Límite de Cuantificación	Descripción:	Unidad	Fecha de Análisis
pH	EPA 150.1	...	R 7.3	...	2013-10-18
Turbiedad	EPA 180.1	0.1	0.4	N.T.U	2013-10-18
Alcalinidad Total	SM 2320-B	0.1	31.3	mg/L	2013-10-25
Cianuro Total	EPA 335.2	0.004	N.D.	mg/L	2013-10-22
Cloruros	EPA 325.3	0.25	N.D.	mg/L	2013-10-21
*Color verdadero	EPA 110.2	5	<5	UC	2013-10-18
Dureza Total	EPA 130.2	1.0	34.8	mg/L	2013-10-28
Fluoruros	EPA 340.2	0.01	0.07	mg/L	2013-10-25
N - Nitrito	EPA 352.1	0.05	0.16	mg/L	2013-10-23
Oxígeno Disuelto (Winkler)	EPA 360.2	0.1	R 8.0	mg/L	2013-10-18
Sólidos Totales en Suspensión	SM 2540-D	1	N.D.	mg/L	2013-10-22
Sulfatos	EPA 375.4	0.5	N.D.	mg/L	2013-10-23
*Coliformes Termotolerantes	SM 9221 E1	...	R 14	NMP/100mL	2013-10-18
*Coliformes Totales	SM 9221 B	...	R 490	NMP/100mL	2013-10-18
*Nitrógeno Total (NTK)	SM 4500 Norg-B	1.00	N.D.	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/L	2013-10-19

"N.D." significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

La muestra llegó preservada al Laboratorio.

Nota: La fecha de muestreo es dato proporcionado por el Cliente.

"R" Resultado referencial, tiempo de vida vencido.

  
MELINA GRANADOS CHUCO  
C.I.P. N° 101700  
Lima, Perú,  
2013-11-11



  
ENRIQUE QUEVEDO BACIGALUPE  
Jefe de Laboratorio

Nota: -Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

\* Los métodos en la matriz indicada no han sido acreditados por el SNA.

\* Los métodos subcontratados en la matriz indicada, son acreditados por el SNA.

-Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

-Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.

Page 1 / 4

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU

Tel: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5418 E-mail: [envirolab@envirolabperu.com.pe](mailto:envirolab@envirolabperu.com.pe) Web: [www.envirolabperu.com.pe](http://www.envirolabperu.com.pe)





# ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
CON REGISTRO N° LE-011



## INFORME DE ENSAYO N° 1310491

**Solicitante:** MOGOLLON ESCOBAR ELIAS

**Domicilio Legal:** Jr. Las Ciruelas N° 165 Urb. Entel Perú  
Lima - San Juan de Miraflores

**Tipo de Muestra:** Agua Superficial

**Plan de Muestreo:** Muestra proporcionada por el Cliente

**Solicitud de Análisis:** OCT-491

**Procedencia de la Muestra:** Canayre - Ayacucho

**Fecha de Ingreso:** 2013-10-18

**Código ENVIROLAB PERU:** 1310491

**Referencia:** Cadena de custodia de fecha: 2013-10-18

Código de Lab.:	1310491-01	Fecha de Muestreo:	2013-10-17		
Análisis	Método de Referencia	Límite de Cuantificación	Descripción:	Unidad	Fecha de Análisis
Aluminio Total	EPA 200.7	0,002	0.295	mg/L	2013-10-19
Arsénico Total	EPA 200.7	0,002	N.D.	mg/L	2013-10-19
Boro Total	EPA 200.7	0,008	N.D.	mg/L	2013-10-19
Bario Total	EPA 200.7	0,001	0.004	mg/L	2013-10-19
Cadmio Total	EPA 200.7	0,001	N.D.	mg/L	2013-10-19
Cromo Total	EPA 200.7	0,001	N.D.	mg/L	2013-10-19
Cobre Total	EPA 200.7	0,002	N.D.	mg/L	2013-10-19
Hierro Total	EPA 200.7	0,003	0.369	mg/L	2013-10-19
Manganeso Total	EPA 200.7	0,001	0.016	mg/L	2013-10-19
Plomo Total	EPA 200.7	0,001	0.003	mg/L	2013-10-19
Selenio Total	EPA 200.7	0,002	N.D.	mg/L	2013-10-19
Zinc Total	EPA 200.7	0,002	0.009	mg/L	2013-10-19
Mercurio Total	EPA 245.7	0,0001	N.D.	mg/L	2013-10-22

\*\*\*  
"N.D." significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

La muestra llegó preservada al Laboratorio.

Nota: La fecha de muestreo es dato proporcionado por el Cliente.

  
MELINA GRANADOS CHUCO

C.I.P. N° 101700

Lima, Perú,



2013-11-11

  
ENRIQUE QUEVEDO BACIGALUPO

Jefe de Laboratorio

Nota: -Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

-Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

-Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.

Page 2 / 4

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU  
Telf: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5418 E-mail: [envirolab@envirolabperu.com.pe](mailto:envirolab@envirolabperu.com.pe) Web: [www.envirolabperu.com.pe](http://www.envirolabperu.com.pe)

## Anexo 4. Resultados de análisis de agua de uso actual



**GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO  
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL**



"Año del buen servicio al ciudadano"

### INFORME DE ENSAYO 33 H - 2017 RESULTADOS POR LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

<b>Solicitante</b>	Puesto de salud Canayre		
Localidad	Canayre	Resp. de Muestreo	Cossio Martínez E. Sandy
Departamento	Ayacucho	Fecha de Muestreo	15/03/17
Provincia	huanta	Fecha de Recepción	17/03/17
Distrito	Canayre	Fecha de Análisis	17/03/17
Origen fuente	Agua de manantial		

#### RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Nº de referencia de Laboratorio	Punto de Muestreo	UFC/100 ml. termotolerantes	UFC/100 ml. Coliformes totales	LDM
	Captación	-	-	<2
	Reservorio	3500	6000	<2
	Domicilio	1200	2800	<2


Método de Ensayo	Método estandarizado de filtro de membrana para coliformes – 9222 B. D. Método de detección < 2
Documento de la Referencia	Método Normalizado para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF 20 Edition.

#### RESULTADO FÍSICO QUÍMICO

Parámetros	PUNTO DE MUESTREO		
	Captación	Reservorio	Domicilio
PH		6.95	7.13
Temperatura °C		21.0	21.2
Conductividad (uS/cm)		5139	5132
Turbidez (NTU)		13.05	8.13
Cloro Libre (mg/l)		0.0	0.0
Sólidos Totales disueltos		3340.4	3335.8
Cloruros			
Nitratos (mgNO <sub>3</sub> /L)	-	-	-
Dureza total (Mg CaCO <sub>3</sub> /L)	----	----	----
Sulfato	----	----	----

El presente informe se refiere únicamente a la muestra tipo analizada. Válido exclusivamente para los requisitos señalados, para el programa de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano (PVICA). No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.  
Resultado Validos a la fecha de la toma de muestra

Ayacucho, 27 de Marzo de 2017

  
 Empezar Sandy Cossio Martínez  
**Bióloga**  
 CRP: 12222



**GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO  
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL**



"Año del buen servicio al ciudadano"

00000077

**INFORME DE ENSAYO 70 H - 2017  
RESULTADOS POR LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Solicitante	Puesto de Salud Canayre		
Localidad	CANAYRE	Resp. de Muestreo	COSSIO MARTINEZ EMERCA SANDY
Departamento	Ayacucho	Fecha de Muestreo	29/05/17
Provincia	HUANTA	Fecha de Recepción	29/05/17
Distrito	CANAYRE	Fecha de Análisis	29/05/17
Origen fuente	RIOL		

**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

Nº de referencia de Laboratorio	Punto de Muestreo	UFC/100 ml. termotolerantes	UFC/100 ml. Coliformes totales	LDM
	RESERVORIO	972	1860	
	DOMICILIO	1472	2040	
	DOMICILIO	1781	2760	

Método de Ensayo	Método estandarizado de filtro de membrana para coliformes – 9222 B. D. Método de detección < 2
Documento de la Referencia	Método Normalizado para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF 20 Edition.

**RESULTADO FÍSICO QUÍMICO**

Parámetros	PUNTO DE MUESTREO		
	RESERVORIO	DOMICILIO	DOMICILIO
PH	7.29	7.37	7.45
Temperatura °C	20.9	20.9	20.1
Conductividad (uS/cm)	735	667	733
Turbidez (NTU)	58	28	83
Cloro Libre (mg/l)	0.0	0.0	0.0
Sólidos Totales disueltos			
Cloruros	-	-	-
Nitratos (mgNO <sub>3</sub> /L)	-	-	-
Dureza total (Mg CaCO <sub>3</sub> /L)	----	----	----
Sulfato	----	----	----

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizada. Válido exclusivamente para los requisitos señalados, para el programa de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano (PVCA). No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad. Resultado Válido a la fecha de la toma de muestra.

Ayacucho, 30 de Mayo de 2017

*(Firmas manuscritas)*



**GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO  
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL**



"Año del buen servicio al ciudadano"

**00000076**

**INFORME DE ENSAYO 077 A- 2017  
RESULTADOS POR LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Solicitante	Centro de Salud Canayre		
Localidad	Canayre	Resp. de Muestreo	Cosimartinez Emerica Sandy
Departamento	Ayacucho	Fecha de Muestreo	25/06/17
Provincia	Huanta	Fecha de Recepción	26/06/17
Distrito	Canayre	Fecha de Análisis	26/06/17
Origen fuente	Manantial		

**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

Nº de referencia de Laboratorio	Punto de Muestreo	UFC/100 ml. termotolerantes	UFC/100 ml. Coliformes totales	LDM
	Reservorio	94	216	<2
	Domicilio 1	164	368	<2
	Domicilio 2	213	460	<2

Método de Ensayo	Método estandarizado de filtro de membrana para coliformes - 9222 B. D. Método de detección < 2
Documento de la Referencia	Método Normalizado para el Análisis de Agua Potable y Residuos APHA, AWW, WPCF 20 Edición.

**RESULTADO FÍSICO QUÍMICO**

Parámetros	PUNTO DE MUESTREO		
	Reservorio	Domicilio 1	Domicilio 2
PH	6.95	7.38	7.34
Temperatura °C	19.5	19.9	19.8
Conductividad (uS/cm)	633	533	646
Turbidez (NTU)	204	229	469
Cloro Libre (mg/l)	0.0	0.0	0.0
Sólidos Totales disueltos	411.5	346.5	<b>419.9</b>
Cloruros	-	-	-
Nitratos (mgNO <sub>3</sub> /L)	-	-	-
Dureza total (Mg CaCO <sub>3</sub> /L)	----	----	----
Sulfato	----	----	----

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizada. Válido exclusivamente para los requisitos señalados, para el programa de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano (PVCA). No se puede vincular implícito o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad. Resultado Validos a la fecha de la toma de muestra

Ayacucho, de 26 de junio de 2017

*(Firmas manuscritas)*





**GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO  
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL**

30  
00000063

"Año del buen servicio al ciudadano"

**INFORME DE ENSAYO 082 A- 2017  
RESULTADOS POR LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Solicitante	Puesto de Salud Canayre		
Localidad	Canayre	Resp. de Muestreo	Cosimo Martinez emericia -Sandy
Departamento	Ayacucho	Fecha de Muestreo	25/07/17
Provincia	huanta	Fecha de Recepción	26/07/17
Distrito	Canayre	Fecha de Análisis	26/07/17
Origen fuente	Rio		

**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

Nº de referencia de Laboratorio	Punto de Muestreo	UFC/100 mL termotolerantes	UFC/100 ml. Coliformes totales	LDM
	Captación	376	729	<2
	Reservorio	210	460	<2
	Domicilio	330	580	<2

Método de Ensayo	Método estandarizado de filtro de membrana para coliformes – 9222 B. D. Método de detección < 2
Documento de la Referencia	Método Normalizado para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF 20 Edición.

**RESULTADO FÍSICO QUÍMICO**

Parámetros	PUNTO DE MUESTREO		
	Captación	Reservorio	Domicilio
PH	7.72	7.78	7.82
Temperatura °C	20.5	20.8	20.4
Conductividad (uS/cm)	588	380	422
Turbidez (NTU)	8.99	10.99	15.42
Cloro Libre (mg/lit)	0.0	0.0	0.0
Sólidos Totales disueltos	382	247	274
Cloruros	-	-	-
Nitratos (mgNO <sub>3</sub> /L)	-	-	-
Dureza total (Mg CaCO <sub>3</sub> /L)	---	---	---
Sulfato	---	---	---

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizada. Válido exclusivamente para los requisitos señalados, para el programa de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano (PVCA). No se puede visular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra entidad.  
Resultado Válidos a la fecha de la toma de muestra

Ayacucho, de 26 de julio de 2017

*(Firmas manuscritas)*





**GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO  
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL**

38  
0000055

"Año del buen servicio al ciudadano"

**INFORME DE ENSAYO 158 F 2017  
RESULTADOS POR LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Solicitante	P.S Canayre		
Localidad	Canayre	Resp. de Muestreo	Cosío Martínez Sandy
Departamento	Ayacucho	Fecha de Muestreo	15/08/2017
Provincia	Huanta	Fecha de Recepción	15/08/2017
Distrito	Canayre	Fecha de Análisis	15/08/2017
Origen fuente	Superficial		

**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

Nº de referencia de Laboratorio	Punto de Muestreo	UFC/100 mL termotolerantes	UFC/100 mL Coliformes totales	LDM
	Reservorio	68	210	<2
	Domicilio 1	12	32	<2
	Domicilio 2	26	56	<2

Método de Ensayo	Método estandarizado de filtro de membrana para coliformes – 9222 B. D. Método de detección < 2
Documento de la referencia	Método Normalizado para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF 20 Edition.

**RESULTADO FÍSICO QUÍMICO**

Parámetros	PUNTO DE MUESTREO		
	Captación	Reservorio	Establecimiento
PH	7.38	7.45	7.37
Temperatura °C	19.5	19.8	19.1
Conductividad (uS/cm)	645	665	670
Turbidez (NTU)	35.29	4.9	9.85
Cloro Libre (mg/l)	0.0	0.0	0.0
Sólidos Totales disueltos	419	432	435
Cloruros	-	-	-
Nitratos (mg/NO <sub>3</sub> /L)	-	-	-
Dureza total (Mg CaCO <sub>3</sub> /L)	----	----	----
Sulfato	----	----	----

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizada. Válido exclusivamente para los requisitos señalados, para el programa de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano (PVCA). No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.  
Resultado Validos a la fecha de la toma de muestra:

Ayacucho, de 12 de Setiembre de 2017

00000040

METALES  
AYACUCHO 2011 METALES AYACUCHO 2013

	L.D.	L.M.P.	A-14 (Canayre)	A-15 (Taca)
1 Aluminio Total mg/L	0.02	0.2	0.88	0.02
2 Antimonio Total mg/L	0.0008	0.02	<0.0008	<0.0008
3 Arsénico Total mg/L	0.001	0.01	<0.001	<0.001
4 Bario Total mg/L	0.002	0.7	0.025	0.042
5 Berilio Total mg/L	0.0001		<0.0001	<0.0001
6 Bismuto Total mg/L	0.00005		<0.00005	<0.00005
7 Boro Total	0.01	1.5	<0.01	<0.01
8 Cadmio Total mg/L	0.0002	0.003	<0.0002	<0.0002
9 Calcio Total mg/L	0.003		13.697	50.809
10 Cerio Total mg/L	0.00008		0.00043	<0.00008
11 Cesio Total mg/L	0.0001		<0.0001	0.0002
12 Cobalto Total mg/L	0.00007		0.00023	<0.00007
13 Cobre Total mg/L	0.001	2	0.001	<0.001
14 Cromo Total mg/L	0.002	0.05	<0.002	<0.002
15 Estaño Total mg/L	0.0014		<0.0014	<0.0014
16 Estroncio Total mg/L	0.0003		0.0804	0.0499
17 Fósforo Total mg/L	0.2		<0.2	<0.2
18 Galio Total mg/L	0.00004		0.00016	7E-05
19 Germanio Total mg/L	0.0002		<0.0002	<0.0002
20 Hafnio Total mg/L	0.00005		<0.00005	<0.00005
21 Hierro Total mg/L	0.001	0.3	0.507	0.024
22 Lantano Total mg/L	0.0005		<0.0005	<0.0005
23 Litio Total mg/L	0.0009		0.0012	<0.0009
24 Lutecio Total mg/L	0.00002		<0.00002	<0.00002
25 Magnesio Total mg/L	0.001		3.447	8.829
26 Manganeso Total mg/L	0.0006	0.4	0.0173	<0.0006
27 Mercurio Total mg/L	0.0001	0.001	<0.00004	<0.00004
28 Molibdeno Total mg/L	0.00014	0.07	<0.00014	0.0003
29 Niobio Total mg/L	0.0005		<0.0005	<0.0005
30 Niquel Total mg/L	0.001	0.02	0.001	<0.0004
31 Plata Total mg/L	0.0002		<0.0002	<0.0002
32 Plomo Total mg/L	0.001	0.01	0.0025	<0.0004
33 Potasio Total mg/L	0.2		1.5	0.6
34 Rubidio Total mg/L	0.0003		0.0016	0.0006
35 Selenio Total mg/L	0.002	0.01	<0.002	<0.002
36 Silicio Total mg/L			6.64	3.32
37 Sodio Total mg/L	0.02	200	4.68	0.83
38 Talio Total mg/L	0.00003		<0.00003	<0.00003
39 Tantalio Total mg/L	0.0007		<0.0007	<0.0007
40 Teluro Total mg/L	0.001		<0.001	<0.001
41 Torio Total mg/L	0.00006		<0.00006	<0.00006
42 Titanio Total mg/L	0.01		<0.01	<0.01
43 Uranio Total mg/L	0.00004	0.015	<0.00004	7E-05
44 Vanadio Total mg/L	0.002		0.003	<0.002
45 Wolframio Total mg/L	0.0002		<0.0002	<0.0002
46 Yterbio Total mg/L	0.00002		0.00002	<0.00002
47 Zinc Total mg/L	0.001	3	0.004	0.0077
48 Zirconio Total mg/L	0.00015		<0.00015	<0.00015

	L.D.	L.M.P.
1 Aluminio Total mg/L	0.02	0.2



## Anexo 5. Panel fotográfico



Fotografía 1. Ubicación de futura captación de agua del rio Savia



Fotografía 2. Seccionamiento para el aforo de la futura captación





Fotografía 3. Aforo en la futura captación de agua del rio Savia



Fotografía 4. Contaminación del agua con restos de pozos de coca.





Fotografía 5. Recolección de muestras en domicilios



Fotografía 6. Recojo de muestras aguas para el análisis en laboratorio.





Fotografía 7. Verificación de reactivos para utilizar en la recolección de muestras.



Fotografía 8. Llenado de ficha y etiquetado de muestras



Fotografía 9. Contaminación aguas arriba de la captación existente.





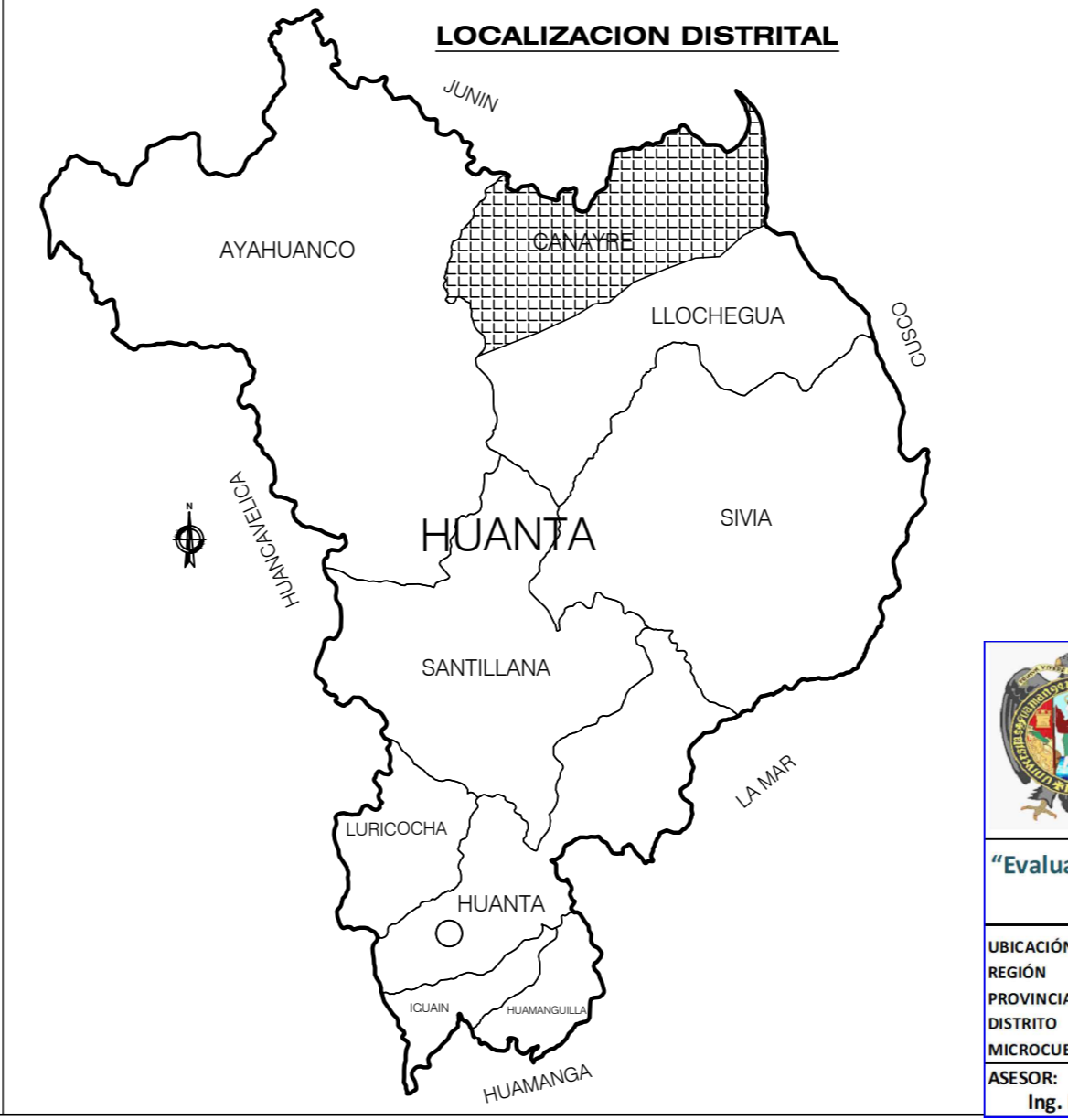
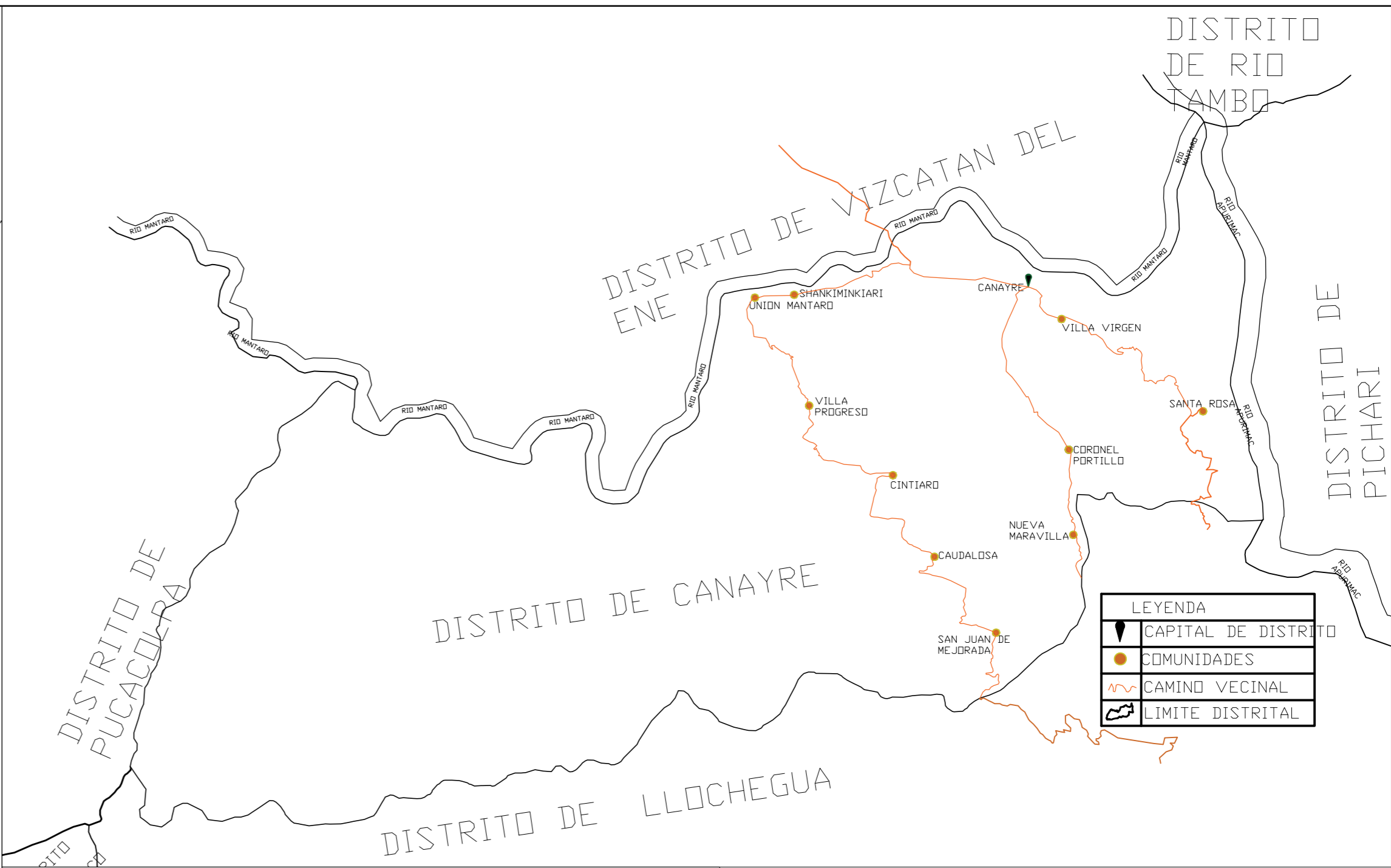
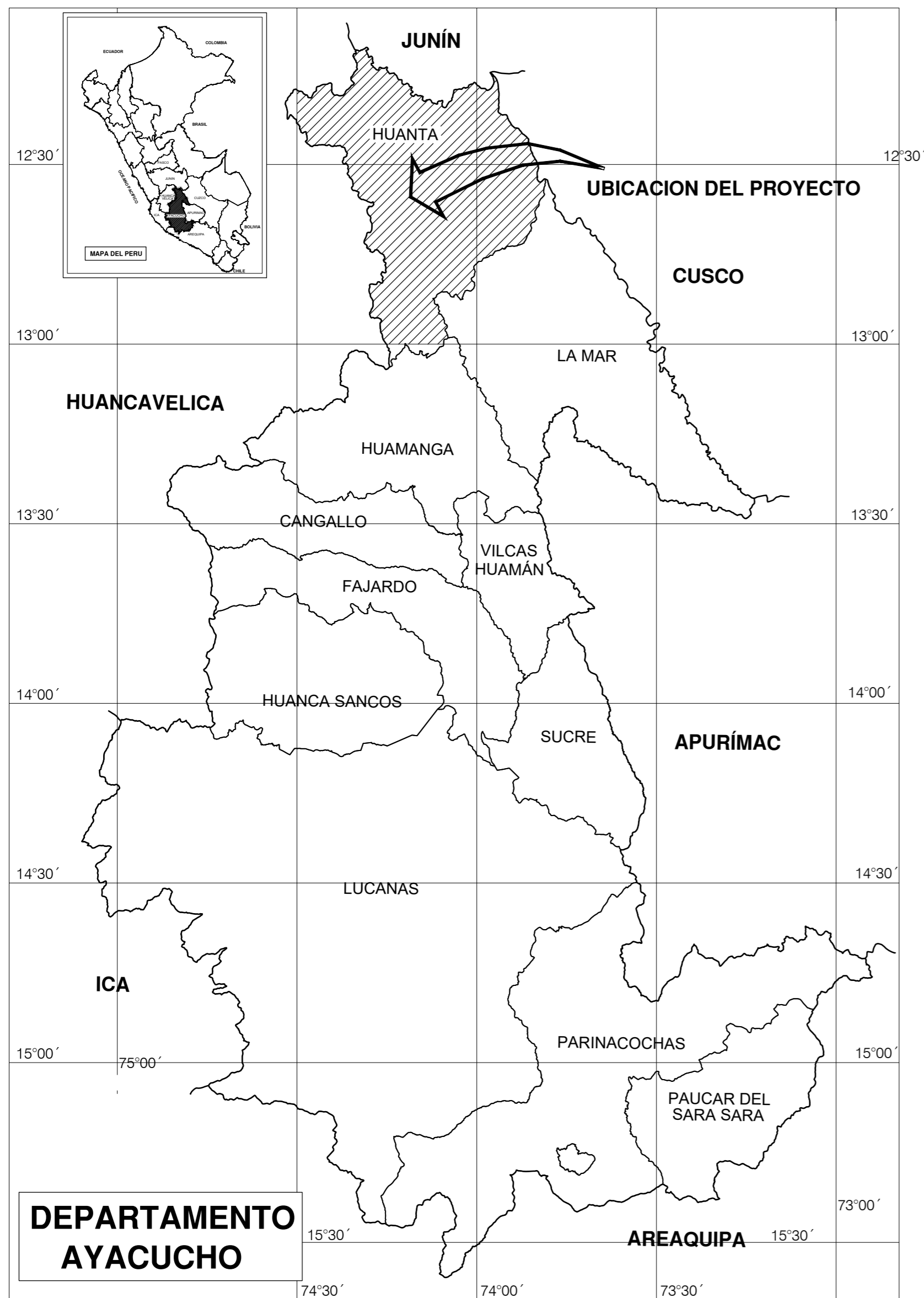
Fotografía 10. Captación de agua potable para Canayre.



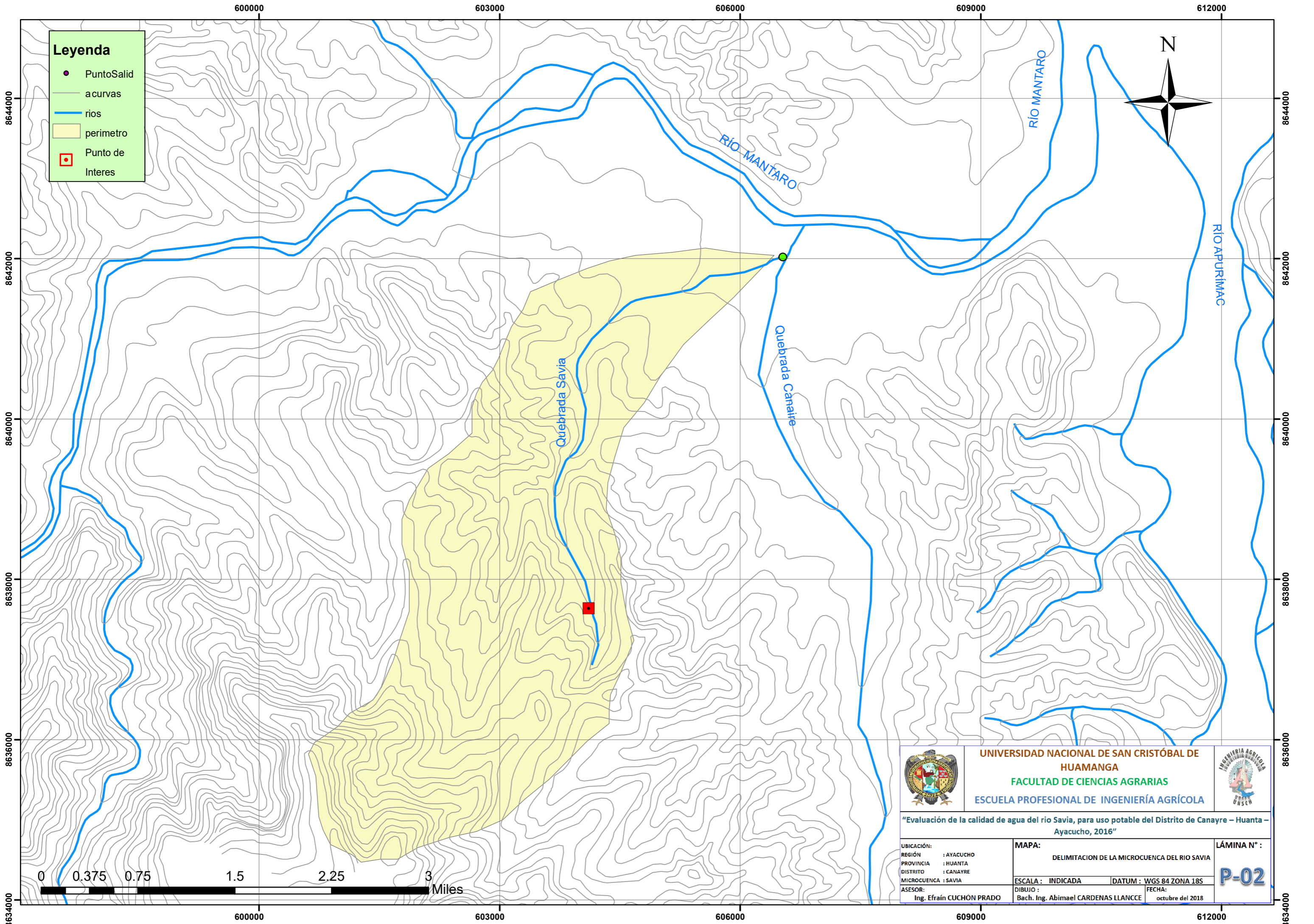
Fotografía 11. Captación tipo barraje en mal estado.



# PLANOS

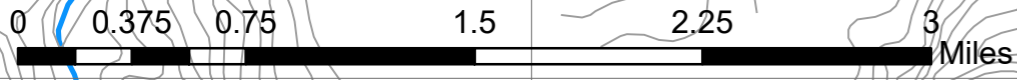
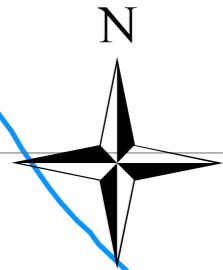


	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</b>		
	<p>“Evaluación de la calidad de agua del río Savia, para uso potable del Distrito de Canayre – Huanta – Ayacucho, 2016”</p>		
<b>UBICACIÓN:</b> REGIÓN : AYACUCHO PROVINCIA : HUANTA DISTRITO : CANAYRE MICROCUENCA : SAVIA	<b>MAPA:</b> UBICACIÓN ESCALA : INDICADA DATUM : WGS 84 ZONA 18S	<b>LÁMINA N°:</b> <b>P-01</b>	
<b>ASESOR:</b> Ing. Efraín CUCHÓN PRADO	<b>DIBUJO:</b> Bach. Ing. Abimael CARDENAS LLANCCE	<b>FECHA:</b> octubre del 2018	



**Leyenda**

- PuntoSalid
- a curvas
- ríos
- perímetro
- Punto de Interes



	<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b></p> <p><b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS</b></p> <p><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</b></p>	
<p>“Evaluación de la calidad de agua del río Savia, para uso potable del Distrito de Canayre – Huanta – Ayacucho, 2016”</p>		
<p>UBICACIÓN:</p> <p>REGIÓN : AYACUCHO</p> <p>PROVINCIA : HUANTA</p> <p>DISTRITO : CANAYRE</p> <p>MICROCUCNENIA : SAVIA</p> <p>ASESOR:</p> <p>Ing. Efraín CUCHÓN PRADO</p>	<p>MAPA:</p> <p style="text-align: center;">DELIMITACION DE LA MICROCUENCA DEL RIO SAVIA</p> <p>ESCALA : INDICADA      DATUM : WGS 84 ZONA 18S</p> <p>DIBUJO :                      Bach. Ing. Abimael CARDENAS LLANCCE</p> <p>FECHA:                      octubre del 2018</p>	<p>LÁMINA N° :</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: blue;">P-02</p>