UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y PROPUESTA DE LA TECNOLOGÍA APROPIADA PARA SU DESINFECCIÓN A ESCALA DOMICILIARIA, DE LAS FUENTES DE AGUA DE MACASHCA, HUARAZ, ANCASH - 2016 - 2018”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO

AUTOR:
Bach. **RAFAEL CAMILO GONZALES CAURURO**

ASESOR:
Ing. **MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS**

Huaraz, Ancash, Perú

Diciembre, 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el auditórium de la FCAM-UNASAM, para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta el señor Bachiller: **RAFAEL CAMILO GONZALES CAURURO.**

Tesis Titulada: **"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y PROPUESTA DE LA TECNOLOGÍA APROPIADA PARA SU DESINFECCIÓN A ESCALA DOMICILIARIA, DE LAS FUENTES DE AGUA DE MACASHCA, HUARAZ, ANCASH – 2016 - 2018"**

En seguida, después de haber atendida la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

Aprobado

Con el calificativo de:

15 (Quince)

En consecuencia, queda en condiciones de ser **APROBADO** por el Consejo de Facultad y recibir el Título Profesional de:

INGENIERO SANITARIO

De conformidad con el Art. 113° numeral 113.9 del reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario Nº 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario – Rector Nº 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario – Rector Nº 432-2016-UNASAM del 28-12-2016).

Huaraz, 17 de Diciembre del 2018.

Ing. Gregorio Santiago Saenz Pohl
Presidente

Msc. Rosario Adriana Polo Salazar
Secretaria

Msc. Judith Isabel Flores Albornoz
Vocal

Quim. Mario Vladimir Leyva Collas
Asesor

Av. Universitaria S/N Shancayan-Huaraz-Ancash-Perú Telefax 043-421431 e-mail: epis.unasam@gmail.com

Scanned by CamScanner

DEDICATORIA

Dedico este trabajo producto de todo mi esfuerzo a la fe de mi madre, por su apoyo incondicional en mi vida entera y a la memoria de mi padre.

A mis hermanos, tíos y amigos quienes estuvieron presentes en los momentos felices y adversos para concretar mi objetivo; y con especial estima a la persona que está a mi lado por siempre junto al nuevo integrante de nuestro hogar. // **Rafael Camilo.**

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", por acogerme durante todo el periodo de estudios y por los conocimientos adquiridos a través de las enseñanzas de ilustres profesionales de esta Facultad.

A mis docentes durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

A mi asesor de tesis, Ing. Mario Vladimir Leyva Collas por sus consejos, su enseñanza, por sus aportes para el desarrollo de esta tesis y sobre todo por su amistad.

A la JASS y pobladores del Centro Poblado de Macashca, quienes me brindaron su apoyo para la realización de la presente tesis.

A mi querida familia, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas, aconsejándome y celebrando mis triunfos.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida, a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en las fuentes de agua de la microcuenca de Pariac, cercanas al Centro Poblado de Macashca, ubicada en la Provincia de Huaraz - región Ancash, en el período de Mayo a Setiembre del 2016, con el objetivo de hacer una evaluación de la calidad del agua para consumo humano y determinar la percepción local del uso de tecnologías apropiadas para la desinfección del agua escala domiciliaria.

El desarrollo de la investigación comprendió un diagnóstico del manejo de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Macashca, para lo cual se identificaron las fuentes de agua y sus posibles fuentes de contaminación a lo largo de la microcuenca Pariac mediante recorridos y encuestas a familias de la zona, se realizó el balance de oferta y demanda a través de métodos participativos y finalmente se llevó a cabo la inspección sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable con el apoyo de algunas autoridades del C.P de Macashca y miembros de la JASS.

Para evaluar la calidad de las fuentes de agua identificadas, se realizó el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las muestras de agua tomadas, en el laboratorio NKAP S.R.L. Los resultados obtenidos fueron comparados con el ECA sub categoría A1 y A2, según el D.S. N°004-2017-MINAM.
En cuanto a la determinación de la percepción de la población frente a las tecnologías de desinfección de agua a escala domiciliaria, se consultó la literatura para realizar la propuesta de dichas tecnologías y en los talleres programados se determinó la aceptación de estas por parte de la población.
Para la aplicación de encuestas, el tamaño de la muestra fue de 687 viviendas, las cuales se ajustaron a ciertas restricciones.

Los resultados del diagnóstico de las fuentes de agua y administración del servicio de agua potable en el Centro Poblado de Macashca realizado muestran que la gestión del recurso hídrico no es adecuada debido a la presencia de fuentes contaminantes de origen antropogénico (ganadería, agricultura insostenible, gestión inadecuada de residuos sólidos y ausencia de infraestructura para la disposición de excretas humanas), escaso compromiso y participación de los usuarios en el tema de uso racional del agua , infraestructura deteriorada del sistema de abastecimiento de agua potable, incumplimiento de funciones de

la JASS de Macashca y desinterés en la aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano.

Los resultados del análisis de parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes) en las muestras de agua tomadas de las fuentes identificadas fueron comparados con el ECA sub categoría A2 y sub categoría A1, lo cual evidenció una contaminación microbiológica de las fuentes de agua, al sobrepasar los valores recomendados.

Por otra parte el 45 % de las familias consideraron que la cloración es el método de desinfección más efectivo y practico, mientras que el 28% de la población consideró como efectivo el método coagulación y floculación. Mientras que el 15% de las familias encuestadas consideraron como adecuado el método de filtración y solo el 12 % aseveró que el hervido es un buen método de desinfección del agua.

Palabras clave: Fuentes de agua, calidad de agua, desinfección, aceptación y contaminación.

ABSTRACT

The present study was carried out in the water sources of the Pariac micro-watershed, near the Macashca Town Center, located in the Province of Huaraz - Ancash region, from May to September 2016, with the objective of making an assessment of water quality for human consumption and determine the local perception of the use of appropriate technologies for disinfection of water at home.

The development of the investigation included a diagnosis of water management for human consumption in the Populated Center of Macashca, for which the water sources and their possible sources of contamination along the Pariac micro-basin were identified through surveys and surveys of families of the area, the balance of supply and demand was carried out through participatory methods and finally the sanitary inspection of the drinking water supply system was carried out with the support of some authorities of the C.P of Macashca and members of the JASS.

To evaluate the quality of the identified water sources, the analysis of physical, chemical and microbiological parameters of the water samples taken was carried out in the laboratory NKAP S.R.L. The results obtained were compared with the ECA sub category A1 and A2, according to D.S. No. 004-2017-MINAM.
Regarding the determination of the perception of the population regarding water disinfection technologies at home, the literature was consulted to make the proposal of said technologies and in the scheduled workshops the acceptance of these was determined by the population.
For the application of surveys, the sample size was 687 households, which were adjusted to certain restrictions.

The results of the diagnosis of the water sources and administration of the drinking water service in the Macashca Town Center show that the management of the water resource is not adequate due to the presence of polluting sources of anthropogenic origin (livestock, unsustainable agriculture, management inadequate solid waste and lack of infrastructure for the disposal of human excreta), scarce commitment and participation of users in the subject of rational use of water, deteriorated infrastructure of the potable water supply system, failure of functions of the JASS of Macashca and disinterest in the application of water disinfection technologies for human consumption.

The results of the analysis of microbiological parameters (total coliforms and thermotolerant coliforms) in the water samples taken from the identified sources were compared with the ECA sub category A2 and sub category A1, which evidenced a microbiological contamination of the water sources, exceed the recommended values.

On the other hand, 45% of the families considered that chlorination is the most effective and practical disinfection method, while 28% of the population considered the coagulation and flocculation method to be effective. While 15% of the families surveyed considered the filtration method as adequate and only 12% said that boiling is a good method of water disinfection.

Keywords: Water sources, water quality, disinfection, acceptance and contamination.

ÍNDICE

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTOS ii
RESUMEN iii
ABSTRACT v
ÍNDICE vii
LISTA DE TABLAS xii
LISTA DE CUADROS xii
LISTA DE FIGURAS xiii
LISTA DE GRÁFICOS xiii
LISTA DE IMÁGENES xiv
LISTA DE MAPAS xiv
ABREVIATURA Y SÍMBOLOS xv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 1
1.1. Fundamentación 2
1.2. Objetivos 3
1.2.1. Objetivo general 3
1.2.2. Objetivos específicos 3
1.3. Planteamiento del problema 4
1.4. Hipótesis 5
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO 6
2.1. Antecedentes 6
2.1.1 A nivel internacional 6
2.1.2 A nivel nacional 8
2.2. Marco teórico 10
2.2.1. Escases de agua 10
2.2.2. Calidad del agua 10
2.2.3. Agua potable 12
2.2.4. Fuentes de agua 13
a. Fuentes superficiales 13
b. La protección de las fuentes 13
2.2.5. Contaminación del agua 14

2.2.6. Parámetros de calidad del agua 15
a. Parámetros físicos 15
b. Parámetros químicos 16
c. Parámetros biológicos 18
2.2.7. Sistemas convencionales de abastecimiento de agua 19
2.2.8. Efectos en la salud: agentes patógenos 19
2.2.9. Tecnologías apropiadas para desinfección del agua 20
a. Desinfección física 21
b. Desinfección química 23
2.3. Ámbito de estudio 24
2.3.1. Descripción del área de estudio 24
a. Ubicación geográfica 24
b. Geología 26
c. Suelos 26
d. Hidrografía 26
e. Recursos Naturales 27
f. Población 27
g. Actividades económicas 28
h. Recursos turísticos 29
i. Instituciones 30
j. Servicios básicos 30
2.4. Marco legal 30
2.4.1. Constitución Política del Perú 31
2.4.2. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente 31
2.4.3. D.S. N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua 31
2.5. Definición de términos 33
a. Acidez 33
b. Cloruros 33
c. Dureza total 33
d. Nitratos 33
e. Agentes contaminantes biodegradables 34
f. Aguas residuales 34
g. Caudal 34

h. Hipoclorito 34
i. Coagulantes 34
j. Microcuenca 34
k. Estándar de calidad ambiental 34
l. JASS 35
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 36
3.1. Materiales y métodos 36
3.1.1. Materiales 36
a. Materiales de campo 36
b. Materiales de campo 37
3.1.2. Servicios 37
3.1.3. Recursos humanos 37
a. Tesista 37
b. Asesor 37
3.2. Diseño de investigación 37
3.3. Tipo de investigación 38
3.4. Diseño estadístico 38
3.4.1. Población 38
3.4.2. Muestra 38
a. Muestra para el análisis de la calidad del agua 38
b. Muestra para la aplicación de encuestas 39
3.4.3. Operacionalización de variables 40
3.5. Plan de recolección de la información 40
3.5.1. Diagnóstico del manejo de agua para consumo humano en el C.P de Macashca 40
a. Identificación de fuentes de agua 40
b. Balance de oferta y demanda 41
c. Inspección sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable 42
d. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de las fuentes del Centro Poblado de Macashca 44
e. Determinación de la percepción de la población frente al uso de tecnologías para la desinfección adecuada del agua de consumo humano a escala domiciliaria 47
3.6. Instrumento de recolección de la información 47
3.6.1 Encuesta 47

3.6.2 Formatos de Campo 48
3.6.3 Entrevistas 48
3.6.4 Observación 48
3.7 Método de Cloración y Desinfección 48
CAPÍTULO IV: RESULTADOS 60
4.1. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano 60
4.1.1. Parámetros físicos 60
4.1.2. Parámetros Químicos 63
4.1.3. Parámetros Microbiológicos 67
4.2. Diagnóstico del manejo de agua para consumo humano 69
4.2.1. Identificación de las fuentes de agua 69
4.2.2. Posibles fuentes de contaminación del agua 70
4.2.3. Balance de oferta y demanda 74
a. Oferta 74
b. Demanda 74
4.2.4. Inspección sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable 76
a. Fuente 76
b. Área de recarga 76
c. Zona de captación 76
d. Obra física de captación 77
e. Línea de conducción 77
f. Reservorio 78
g. Hipoclorador 78
h. Red de distribución 79
i. Muestreos e inspecciones 79
j. Administración del sistema 79
4.3. Determinación de la percepción de la población frente al uso de tecnologías para la desinfección del agua a escala domiciliaria 81
4.3.1. Métodos de desinfección propuestos 81
a. Cloración 81
b. Coagulación y floculación 81
c. Filtración lenta 82
d. Hervido 84
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN 86

Diagnóstico del manejo de agua para consumo humano 86
Evaluación de la calidad del agua para consumo humano 87
Determinación de la percepción de la población frente a las tecnologías para la desinfección del agua 88
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 90
6.1. Conclusiones 90
6.2. Recomendaciones. 91
CAPITULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 94
7.1. Bibliografía: 94
ANEXOS 98

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla N°01: Organismos y enfermedades comunes del agua contaminada 20
Tabla N°02: ECA para Agua Categoría 1: Poblacional y Recreacional 31
Tabla N°03: Indicadores considerados en la inspección del sistema de abastecimiento de agua en el C.P Macashca..... 44
Tabla N°04: Codificación de los tipos de riesgos 44
Tabla N°05: Frecuencia de tomas de muestra de agua 45
Tabla N°06: Descripción y ubicación de los puntos de muestreo..... 45
Tabla N°07: Ubicación de las fuentes de agua 70
Tabla N°08: Fuentes de contaminación del agua en la microcuenca de Pariac..... 72
Tabla N°09: Área ocupada de acuerdo al uso de suelos en la microcuenca de Pariac73
Tabla N°10: Indicadores del sistema de abastecimiento para la inspección sanitaria80

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro N°01: Resultado del análisis de parámetros físicos de las fuentes de agua identificadas 60
Cuadro N°02: Resultado del análisis de parámetros físicos de la fuente de agua que actualmente abastece a Macashca..... 61
Cuadro N°03: Resultado del análisis de parámetros químicos de las fuentes de agua identificadas 63
Cuadro N°04: Resultado del análisis de parámetros químicos de la fuente de agua que actualmente abastece a Macashca..... 64
Cuadro N° 05: Resultado del análisis de parámetros microbiológicos de las fuentes de agua identificadas 67
Cuadro N°06: Resultado del análisis de parámetros microbiológicos de la fuente de agua que actualmente abastece a Macashca 67

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura N°01: Causas y efectos de la contaminación del agua en la microcuenca Pariac 71

Figura N°02: Elementos básicos de un filtro lento de arena 83

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico N°01: Comparación con el con el ECA de los valores de conductividad en las fuentes de agua identificadas 61
Gráfico N°02: Comparación con el ECA de los valores de pH en las fuentes de agua identificadas 61
Gráfico N°03: Comparación con el ECA de los valores de sólidos totales disueltos en las fuentes de agua identificadas 62
Gráfico N°04: Comparación con el ECA de los valores de turbiedad en las fuentes de agua identificadas 63
Gráfico N°05: Comparación con el ECA de la concentración de nitratos en las fuentes de agua identificadas 64
Gráfico N°06: Comparación con el ECA de la concentración de hierro en las fuentes de agua identificadas 65
Gráfico N°07: Comparación con el ECA de la concentración de manganeso en las fuentes de agua identificadas 65
Gráfico N°8: Comparación con el ECA de la concentración de aluminio en las fuentes de agua identificadas 66
Gráfico N°9: Comparación con el ECA de la concentración de arsénico en las fuentes de agua identificadas 66
Gráfico N°10: Comparación con el ECA de la concentración de plomo en las fuentes de agua identificadas 67
Gráfico N°11: Comparación con el ECA de la cantidad de coliformes totales en las fuentes de agua identificadas 68
Gráfico N°012: Comparación con el ECA de la cantidad de coliformes termotolerantes en las fuentes identificadas 69
Gráfico N°013: Posibles causas de contaminación del agua manifestada por los pobladores de la microcuenca Pariac 73
Gráfico N°014: Oferta vs Demanda 75
Gráfico N°15: Porcentaje de aceptación de los métodos de desinfección del agua por la población de la localidad de Macashca 85

LISTA DE IMÁGENES

Pág.

Imagen N°01: Captación centro poblado de Macashca 77

Imagen N°02: Reservorio centro poblado de Macashca 78

LISTA DE MAPAS

Pág.

Mapa N°01: Ubicación del C.P de Macashca..... 25

ABREVIATURA Y SÍMBOLOS

ANA	Autoridad Nacional del Agua
ATM	Autoridad Técnica Municipal
APHA	Asociación Americana de Salud Pública
Cl	Cloro
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria
C.P	Centro Poblado
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EDAs	Enfermedades Diarreicas Agudas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación
IRAs	Enfermedades Respiratorias Agudas
JASS	Junta Administradora de Servicios de Saneamiento
NTP	Norma Técnica Peruana
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
ONERN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
PM-01	Punto de muestreo 01
PM-02	Punto de muestreo 02
PM-03	Punto de muestreo 03
PM-04	Punto de muestreo 04
PM-05	Punto de muestreo 05
PM-06	Punto de muestreo 06
PNSR	Programa Nacional de Saneamiento Rural
Qmd	Caudal medio diario
WGS84	Sistema Geodésico Mundial 1984
UNASAM	Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”
UTM	Universal Transversal de Mercator

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para la vida y todos somos conscientes que es necesaria para todos los seres vivos, para la producción de alimentos, electricidad, mantenimiento de la salud. También es requerida en el proceso de elaboración de muchos productos industriales, medios de transporte y es esencial para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de la tierra. (OMS, Agua, saneamiento e higiene. Clidad del agua potable, 2017)

El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también el agua es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo. (Mejia, 2005)

En el Centro Poblado de Macashca no todas las viviendas tienen acceso a un abastecimiento seguro de agua potable, lo cual los hace vulnerables a numerosas enfermedades gastrointestinales trasmitidas por el consumo de agua contaminada. La situación del suministro es precaria no por cantidad de agua, sino por su calidad; cuya fuente de agua proviene de la microcuenca y actualmente no se utiliza ningún método de desinfección. Esta problemática está ligada a problemas vinculados con la pobreza, desigualdad de oportunidades y servicios básicos, dependiendo en gran medida del nivel de educación.

El estudio comprende los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se abordan los aspectos generales sobre el planteamiento del problema, hipótesis, fundamentación y objetivos a alcanzar.

En el capítulo II, se presentan los antecedentes y fundamentos teóricos relacionados a la calidad del agua, parámetros de calidad del agua, tipos de fuentes de agua, contaminación y tecnologías de desinfección del agua. Así mismo fueron considerados el ámbito de estudio y marco legal.

En el capítulo III, se describe la metodología utilizada para realizar el diagnóstico del manejo de agua para consumo humano, evaluación de la calidad de agua para cons humano y la determinación de la percepción de la población frente al uso de tecnologías la desinfección adecuada del agua a escala domiciliaria.

En el capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos de la investigación, en cuadros y gráficos.

En el capítulo V, se presenta la discusión de resultados, donde se puso de relevancia los hallazgos de la investigación, como también las similitudes con otros estudios.

En el capítulo VI, finalmente, se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado de la tesis.

1.1. Fundamentación

En la actualidad el recurso hídrico está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo

cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido a personas que viven en condiciones precarias a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua. (Mejia, 2005)

La afectación de la calidad del agua que puede contribuir a trasmitir gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas (EDA) (Otero, 2002). Estas constituyen uno de los principales problemas de salud en la población infantil porque representan la primera causa de muerte en niños de 1 a 5 años de edad, en quienes ocasionan 3,2 millones de defunciones anuales en el mundo. (Prieto, 1997)

Las fuentes de ubicadas en la microcuenca Pariac, cercanas al C.P de Macashca son de gran importancia para el desarrollo de las actividades (pecuarias, turismo, y conservación de ecosistemas, entre otros) de los pobladores y principalmente por el valor que representa al ser usada para consumo humano.
Los pobladores de Macashca hasta la fecha no cuentan con un servicio de agua potable de calidad, lo cual influye en la salud de los pobladores, sobre todo en niños y ancianos.
La presente tesis tiene como finalidad evaluar la calidad de las fuentes de agua para consumo humanos, en base al análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y en función a la percepción de los pobladores de la localidad identificar las tecnologías apropiadas para su desinfección.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua para consumo humano e identificar las tecnologías adecuadas para su desinfección a escala domiciliaria, de las fuentes de agua de Macashca, Huaraz, Ancash.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de las fuentes de agua y administración del servicio de agua potable en el Centro Poblado de Macashca.

- Establecer la calidad del agua para consumo humano de las fuentes del Centro Poblado de Macashca, comparando los resultados de la evaluación con los valores establecidos por la norma nacional vigente.

- Determinar la percepción de la población frente al uso de tecnologías para la desinfección adecuada del agua de consumo humano a escala domiciliaria.

1.3. Planteamiento del problema

El recurso hídrico en la actualidad está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población por lo que la demanda actual se encuentra insatisfecha en el Centro Poblado de Macashca, que se encuentra ubicado geográficamente en la parte media y alta de la Subcuenca del Río Pariac, Cuenca Hidrográfica del río Santa. A ello se le suma el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable, que amenaza la salud de los usuarios, ya que cuenta con infraestructura deteriorada y con una tecnología de desinfección (uso de hipoclorador) suspendida como se pudo apreciar en campo y que probablemente no podrían garantizar la calidad del agua.

El sistema de abastecimiento de agua potable fue construido en 1998 por Foncodes y se abastece de una fuente tipo quebrada y cuenta con 450 conexiones. Su administración es realizada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS).

La calidad del agua proveniente del reservorio no ha sido analizada según lo manifestaron los miembros de la JASS de Macashca, luego de la construcción del sistema este no recibió alguna clase de monitoreo ni se realizó el seguimiento correspondiente.

Según la (OMS, 2003) cada año se dan 4000 millones de casos de diarrea y 1.8 millones de personas mueren a causa de esa enfermedad, más del 90% (1.6 millones) son niños y niñas menores de cinco años. Así mismo, cuando los menores sufren episodios repetidos de diarrea quedan en estado de mayor vulnerabilidad ante la desnutrición y otras enfermedades. Por otro lado, debe considerarse que mientras un sistema convencional de tratamiento de agua para consumo humano varía entre 5 a 20 dólares mensuales por familia, el sistema de filtro implementado por familia tiene una inversión de 300 dólares y 20 años de garantía y, el mantenimiento de 10 dólares cada

6 meses. Esto justifica largamente la eficiencia y sostenibilidad del sistema de purificación de agua para consumo doméstico.
Las enfermedades relacionadas con el agua causan el 60% de la mortalidad infantil a nivel global. De esta manera, la diarrea y el paludismo ocupan el 3° y 4° lugar respectivamente entre las causas absolutas de muertes de infantes. El indicador de medida de las EDAs es la población menor de 5 años.

De acuerdo a la entrevista que se realizó al personal del Puesto de Salud de Macashca, son preocupante los casos reportados por EDAs en niños menores de 5 años. Dentro de las principales enfermedades que inciden en la población de la localidad de Macashca están las enfermedades diarreicas agudas (EDAs), enfermedades respiratorias agudas (IRAs), parasitosis intestinal, desnutrición, infecciones urinarias, y problemas gastrointestinales.

Por lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente interrogante:

¿El análisis de la calidad del agua de las fuentes del Centro Poblado de Macashca y la percepción de las tecnologías para su desinfección a escala domiciliaria contribuyen a la mejora de la calidad del agua para consumo humano?

1.4. Hipótesis

Si es posible conocer la calidad de las fuentes de agua cercanas al Centro Poblado de Macashca e identificar las tecnologías adecuadas para su desinfección a escala domiciliaria.

CAPÍTULO II:

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Antecedentes

2.1.1 A nivel internacional

En el estudio de "Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Icán, Guatemala", se eligieron tres ríos de la cuenca alta del Sis Icán (Chitá, Ixconá-Sis y Sacobá), vertiente del Pacífico, para evaluar la calidad del agua para consumo humano. En las tres microcuencas hay actividades agropecuarias y poblaciones urbanas y rurales. Se tomaron muestras en dos puntos de cada río, cabecera y desembocadura, en 2012. Las variables medidas fueron: NO_3^-, NO_2=, $SO_4^=$, Fe, Cl, Mn, dureza, coliformes totales y coliformes fecales. Se usó como índice de contaminación el promedio de los cocientes entre el valor observado y su respectivo límite máximo permitido. En los tres ríos existen aportes estadísticamente significativos de contaminantes químicos y coliformes totales y fecales. Aunque los contaminantes químicos no comprometen la calidad del agua para su consumo; los microbiológicos son una amenaza. (Peña & Chan, 2015)

En la investigación “Tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para consumo humano” cuyo ámbito de estudio fue en comunidades rurales de la frontera norte dentro del programa “Agua Limpia en casa en municipios fronterizos” y financiado por la Fundación México Estados Unidos para la Ciencia, se realizó un diagnóstico de las comunidades rurales fronterizas y la elaboraron un compendio de propuestas tecnologías. En este trabajo sólo se presentó una parte de ese compendio. Se exploró en centros de documentación nacionales e internacionales como el Centro de Consulta del Agua (IMTA, México), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias el Ambiente (CEPIS, Perú) e International Water and Sanitation Centre (IRC, Holanda), entre otros, identificando tecnologías adecuadas para pequeñas comunidades; después se propuso una tipificaron las fuentes de agua, algoritmos y esquemas de tratamiento base para selección de la tecnología. En la investigación realizada los autores concluyen que las tecnologías de tratamiento para localidades rurales del país deben tener requerimientos técnicos (mano de obra, instalaciones, insumos energéticos, reactivos químicos, operación y mantenimiento) y económicos (costos de inversión, operación y mantenimiento) acordes a la capacidad de la comunidad y al nivel de apoyo de instituciones regionales responsables del agua y la salud. Además, se debe involucrar a la comunidad en la planeación, selección, diseño, construcción, administración, operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento para que éstos sean apropiados y sustentables. (Figueroa, Gonzáles, & Martín, 2011)

(Mejia, 2005) Desarrolló la tesis “Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras”. El presente estudio fue realizado en la microcuenca El Limón, ubicada en la subcuenca del Río Copán, Honduras, en el período de enero a julio de 2005, con el objetivo de hacer un análisis socio ambiental de la calidad del agua para consumo humano, y determinar la percepción local del uso de tecnologías apropiadas para desinfección de agua.

Los resultados mostraron que la oferta es mayor a la demanda, y la disponibilidad está en su límite máximo ya que el recurso no se está utilizando

de manera sostenible. La calidad del agua se ve afectada por la turbidez y sedimentación en la parte física, y por contaminación biológica con coliformes fecales. Los usuarios muestran poca aceptación al uso de tecnologías de desinfección propuestas debido a la desinformación en cuanto a salud y poca preocupación por su nivel de vida. El análisis de riesgo practicado al acueducto principal muestra un riesgo medio en la mayoría de sus componentes, y las principales deficiencias del sistema de abastecimiento.

2.1.2 A nivel nacional

(Montes Mallqui, 2002) Realizó la tesis de "Evaluación de la calidad del agua de la microcuenca Quebrada Honda". Mayo 2000 – Mayo 2001. Los objetivos del trabajo de investigación fueron: determinar las fuentes de contaminación, los niveles de toxicidad, la contaminación fecal de las aguas superficiales en la microcuenca quebrada Honda y evaluar el sistema de monitoreo comunitario (SMC); desarrollado por los miembros de la Comunidad Campesina de Vicos.

El estudio se realizó en la microcuenca quebrada Honda, entre 3 550 a 6 200 msnm, área dentro del Parque Nacional Huascarán; pese esto, existe pequeña minería, ganadería extensiva, agricultura y turismo. Por otro lado no es perceptible la vida en sus cursos de agua. La investigación transcurrió entre abril del 2000 y Junio del 2001. Se realizó análisis de aguas mediante parámetros físicos, químicos, biológicos y bioensayos con Allium cepa (cebolla común) y Daphnia sp (pulga de agua); considerando los protocolos de la APHA (1992) y del Ministerio de Energía y Minas.

El lugar de mayor contaminación está ubicada, en las coordenadas X 241 809, Y 8 967 840 a una altitud de 4 239 msnm (QH – 10), en la quebrada Minayaku; donde la mayoría de parámetros analizados están por encima de los estándares con respecto a la Ley General de Aguas (LGA) para todas sus Clases, estando el níquel (Ni) en 219 veces más sobre el Límite Máximo Permisible (LMP) para la Clase II. Siendo el río Marcará uno de los afluentes más importantes del río Santa, en las coordenadas UTM 18 X 219 901,0 e Y 8 966 623,0 (QH – 01) a una altitud de 3 055 msnm. El níquel tiene valores promedio que están en 216.5 y 220,5 veces más que LMP de la LGA Clase II

para las épocas sin y con lluvias. El plomo sobrepasa los estándares de calidad de agua en los pequeños efluentes de minas y entre los puntos de muestreo QH – 03 (4 084 msnm) y QH – 01 (3 055 msnm). Arsénico, cadmio y aluminio, tienen valores contaminantes a altitudes mayores de 4 000 msnm, debido a la acción corrosiva del agua a pH entre 6,6 y 3,4. (Minayaku y Yanayaku). Altos niveles de toxicidad se tuvo en Minayaku (QH – 10) y Yanayaku (QH - 21), en ellos el Allium cepa no se desarrolló y las Daphnias murieron rápidamente. En la estación QH – 05 (aguas abajo de la mina Arequipa M.) a pesar de que las aguas estaban dentro de los estándares, se observó alta toxicidad; similarmente en la estación QH – 07 (aguas abajo de la mina Toma la Mano).

Siendo el sustrato de quebrada Honda mineralizado y erosionable (por la formación Chicama en Yanayaku y Minayaku), la depredación de la flora nativa (por los mineros, las quemas y el ganado exótico) hace que las aguas incrementen su contenido de metales pesados, produciéndose toxicidad en las mismas. Además los efluentes de las minas abandonadas (23) y en funcionamiento (06), pese a ser muy pequeños en conjunto pueden aumentar los niveles de contaminación significativamente.

Los SMC son alternativas para concientizar a los pobladores en el cuidado ambiental y su control; siendo necesario antes de su implementación un estudio técnico de capacidades y parámetros según las condiciones del medio.

En la tesis "Nivel de aceptación de servicios básicos ecológicos como estrategia de adaptación al cambio climático en el centro poblado de Macashca, Huaraz, 2012-2013". El propósito de la presente investigación fue la construcción de un sistema de suministro de agua con filtro de arena y arcilla, un baño seco (baño ecológico) para la reutilización de las excretas y orina, un humedal para el tratamiento de las aguas grises provenientes de la orina, lavado, cocina y ducha. Investigación de tipo aplicado de transferencia tecnológica**.** La población de estudio estuvo conformado por los habitantes de los anexos de Nueva Florida, Maravilla baja, Señor de los Milagros, Catupampa, Purushpinahuasi, San Cayetano y el Caserío de Maravilla del Centro Poblado de Macashca, que en su totalidad son 80 familias. El muestreo es no probabilístico, constituido por 20 familias beneficiarias del Centro Poblado Macashca. La técnica utilizada fue a través de entrevistas se aplicó como instrumento un cuestionario de preguntas de

la forma más directa y simple, con el fin de obtener datos de las 20 familias beneficiarias. (De la Cruz, 2013)

2.2. Marco teórico

2.2.1. Escases de agua

Los recursos hídricos se encuentran en peligro, los más importantes y estratégicos están sometidos a un alto grado de vulnerabilidad, por negligencia, falta de conciencia y desconocimiento de la población acerca de la obligación de protegerlos y la carencia de autoridades, profesionales y técnicos, a los que les corresponde cuidarlos y utilizarlos. (Reynolds, 2002)

Cerca de una tercera parte de la población del planeta vive en países que sufren una escasez de agua alta o moderada. Unos 80 países, que representan el 40% de la población mundial, sufrían una grave escasez de agua a mediados del decenio de los noventas, y se calcula que en menos de 25 años las dos terceras partes de la población mundial estarán viviendo en países con escasez de agua.

Se prevé que para el año 2020, el aprovechamiento de agua aumentará en un 40%, y que aumentará un 17% adicional para la producción alimentaria, a fin de satisfacer las necesidades de una población en crecimiento. (CEPAL, 1997)

Para el caso del Perú aún existen grandes brechas pendientes de cierre en el ámbito rural. Por ejemplo; sólo el 38.8 % de los hogares rurales tiene acceso a agua y sólo el 21.3% tiene acceso a Saneamiento Mejorado .Y es que en el país, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006 - 2015. (Larios, Morales, & Gonzáles, 2015)

2.2.2. Calidad del agua

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo, la calidad físico-química del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS, 2006) tras cortos o largos periodos de exposición la evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza

física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (OPS, 2005), el agua destinada a ser consumida por el hombre ha sido, y es, de primordial importancia, interviniendo en el mismo muchos factores que pueden afectarla, siendo las actividades antrópicas una de las principales causas de contaminación del agua. (Terán, 2003)

El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos, así mismo los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de deshechos que son vertidos a las agua para su eliminación (Sáenz, 1999). Por consiguiente la contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. Por lo cual muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. (OMS, 2006)

Por lo anterior, la calidad del agua es un parámetro importante que afecta a todos los aspectos de los ecosistemas y del bienestar humano, como la salud de una comunidad, el alimento que se ha de producir, las actividades económicas, la salud de los ecosistemas y la diversidad biológica (CEPE, 1995). Es importante señalar que, después de ser utilizada, el agua suele regresar al sistema hidrológico y, si no es tratada, puede afectar gravemente al medio ambiente, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas, sin embargo en el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas; estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables para los humanos. (Gramajo, 2004)

La OMS ha fijado 5 parámetros de calidad del agua que no pueden exceder los niveles aceptables: físicos, químicos, microbiológicos, toxicológicos y radiactivos; mientras que, la microbiológica se basa en la determinación de aquellos microorganismos que pueden afectar directamente

al ser humano o que, por su presencia puedan señalar la posible existencia de otros, tal y como sucede con los coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* (Eaton, Clesceri, Rice, Greenberg, & Franson, 2005) ; aquellas aguas que cumplan con los estándares preestablecidos para el conjunto de parámetros indicadores considerados serán aptas para la finalidad a que se las destina.

2.2.3. Agua potable

(Cánepa, 2004) Define como agua potable a aquella que cumple con los requerimientos de las normas y reglamentos nacionales sobre calidad del agua para consumo humano y que básicamente atiende a los siguientes requisitos:

- Libre de microorganismos que causan enfermedades.
- Libre de compuestos nocivos a la salud.
- Aceptable para consumo, con bajo contenido de color, gusto y olor aceptables.
- Sin compuestos que causen corrosión o incrustaciones en las instalaciones sanitarias.

Según la (OMS, 2010) el marco para la seguridad del agua de consumo humano es:

- Metas de protección de la salud basadas en una evaluación de los peligros para la salud.
- Evaluación del sistema de abastecimiento de agua para determinar si puede, en su conjunto (del origen del agua al punto de consumo, incluido el tratamiento), suministrar agua que cumpla con las metas de protección de la salud.
- Monitoreo operativo de las medidas de control del sistema de abastecimiento de agua que tengan una importancia especial para garantizar su inocuidad.
- Planes de gestión que documenten la evaluación del sistema y los planes de monitoreo, y que describan las medidas que deben adoptarse durante el funcionamiento normal y cuando se produzcan incidentes, incluidas las ampliaciones y mejoras, la documentación y la comunicación.

– Un sistema de vigilancia independiente que verifica el funcionamiento correcto de los componentes anteriores.

2.2.4. Fuentes de agua

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser:

- Subterráneas: manantiales, pozos.
- Superficiales: lagos, ríos, canales.
- Pluviales: aguas de lluvia.

Para seleccionar la fuente de abastecimiento deben considerarse los requerimientos de la población, la disponibilidad y la calidad de agua durante todo el año, así como todos los costos involucrados en el sistema, tanto de inversión como de operación y mantenimiento. El tipo de fuente de abastecimiento influye directamente en las alternativas tecnológicas viables. El rendimiento de la fuente de abastecimiento puede condicionar el nivel de servicio a brindar. La operación y el mantenimiento de la alternativa seleccionada deben estar de acuerdo a la capacidad de gestión de los beneficiarios del proyecto, a costos compatibles con su perfil socio económico. (Cánepa, 2004)

a. Fuentes superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc. La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos y otros.

b. La protección de las fuentes

La protección de fuentes de agua o nacimientos es un conjunto de prácticas que se aplican para mejorar las condiciones de producción de agua, en calidad y cantidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo. Estas prácticas pueden ser:

- En el área de recogimiento de la fuente. Para aumentar la infiltración de agua en el suelo y recargar la capa freática que la sostiene y evitar la contaminación.
- En el afloramiento del agua. Para mejorar la captación y eliminar la contaminación local.
- En el uso y manejo del agua. Para evitar los desperdicios y la contaminación, tanto local como aguas abajo.

2.2.5. Contaminación del agua

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda es la provocada por el hombre, debido a que es un fenómeno ambiental, se inicia desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX.

Es la alteración en la composición química, propiedades físicas y bacteriológicas, de tal manera que resulta menos apta para los propósitos en los cuales es empleada como consumo humano, riego para la producción agropecuaria, la industria, generación de energía, etc.

La contaminación del agua subterránea, aunque es menor que la del agua superficial, se debe especialmente a la agricultura, al arrastrar el agua infiltrada numerosos compuestos químicos utilizados como fertilizantes o abonos, o también productos fitosanitarios para la lucha contra las enfermedades y plagas, o incluso por regar con agua salada o salobre, aceites de petróleo, mala disposición de la basura, otros compuestos y se ha convertido también en una preocupación en los países industrializados y de todos. El desarrollo e industrialización supone- un -mayor consumo del agua, una gran: generación de residuos, muchos de los cuales van a parar a ríos y mares; el uso de medios de transporte fluvial y marítimo que en muchas ocasiones son causa de contaminación de las mismas, debido a que puede derramar combustible. Un ejemplo de esto· último son los barcos petroleros que son limpiados en el mar para evitar las esperas en los puertos, contaminando de esta forma la superficie del mar y luego, por efecto de las corrientes, los litorales. (Cánepa, 2004)

Dependiendo de su origen existen dos tipos de contaminación de las aguas:

- **Contaminación puntual**

  Es aquella que descarga sus aguas en un cauce natural, proviene de una fuente específica, como suele ser un tubo o dique. En este punto el agua puede ser medida, tratada o controlada. Este tipo de contaminación está generalmente asociada a las industrias y las aguas negras municipales.

- **Contaminación difusa**

  Es el tipo de contaminación producida en un área abierta, sin ninguna fuente específica; este tipo de contaminación está generalmente asociada con actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales.

2.2.6. Parámetros de calidad del agua

a. Parámetros físicos

- **Conductividad**

  La mayor conductividad eléctrica en pozos artesanales se debe a la contaminación de las aguas subterráneas relacionada principalmente con el nivel freático que es poco profundo y se tiene el fenómeno de intrusión salina; este riesgo para la calidad del agua se debe a que la ciudad cuenta con un drenaje sanitario y pluvial deficiente, originado así el uso de pozos sépticos en las casas gran parte de estas escurren o se infiltran hacia ellos tal como reporta. (Granel, Gález, & Foster, 2002)

- **Sólidos totales disueltos**

  Los sólidos en suspensión son productos de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton, la materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición y pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua y pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras y pueden

inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional. (Metcalf & Eddy, 1995)

- **Turbidez**

  La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm de diámetro, de esta manera una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias (Metcalf & Eddy, 1995).

b. Parámetros químicos

- **pH o índice de hidrógeno**

  El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica; y neutra si el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales (Ebbing, 1990). Es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales; todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual; a una temperatura determinada, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ion hidrogeno o pH; el pH de los sistemas acuosos puede medirse convenientemente con pH-metro; el pH no ejerce efectos directos en los consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. (Metcalf & Eddy, 1995)

- **Aluminio**

  El aluminio ocupa el tercer lugar en orden de abundancia entre los elementos de la corteza terrestre, formando parte de minerales, rocas y arcillas. Esta amplia distribución es la causa de la presencia

de aluminio en casi todas las aguas naturales como sal soluble, coloide o compuesto insoluble. (APHA, 2005)

- **Demanda Química de Oxígeno**

  "Es un parámetro analítico de contaminación que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química".

  "La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte". (Romero, 1999)

- **Hierro**

  El hierro existe en suelos y minerales principalmente como óxido férrico insoluble y sulfuro de hierro (pirita). En algunas áreas se presenta también como carbonato ferroso (siderita), la cual es muy poco soluble. El hierro insoluble es reducido a su forma soluble en condiciones anaerobias. Las aguas con hierro (y manganeso) al ser expuestas al aire, por acción del oxígeno, se hacen turbias e inaceptables estéticamente debido a la oxidación del hierro, el que forma precipitados coloidales. (Romero, 1999)

- **Arsénico**

  El arsénico en aguas existe como arsenito (AsO_2^- y As^{+3}) o como arsenato (AsO_4^{-3} yAs^{+5}). El tratamiento se hace mediante precipitación con cal o sulfuros, o por coprecipitación en la coagulación, con el hidróxido de aluminio o de hierro. (Romero, 1999)

  La exposición crónica hacia compuestos inorgánicos de arsénico puede producir neurotoxicidad. Ésta, usualmente comienza con cambios sensoriales, parestiasis, y tendiasis muscular; seguida por debilidad hacia todos los grupos musculares. (Admur, 1991)

- **Plomo**

  El contenido de plomo en casi todas las aguas varía en 0,001 y 0,01 µg/ml, sin embargo en zonas ligeramente ácidas puede llegar a disolverse. El plomo genera alteraciones neurológicas (disminución del coeficiente intelectual infantil), nefrotoxicidad, anemia y cáncer al riñón. (Albert, 1990).

c. Parámetros biológicos

- **Coliformes**

  Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos, la presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición; por lo general, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. (Munn, 2004)

- **Coliformes totales**

  Bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gran negativas no esporuladas y de forma alargada, que desarrollan una colonia roja con brillo metálico en un medio tipo en lo que contenga lactosa tras una incubación de 24 horas a 35°C. (NTP, 2012)

- **Coliformes fecales**

  Bacterias que forman parte del total del grupo coliforme y son definidos como Gram negativas, no esporuladas que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44°C ± 0.2°C dentro de las 24 h ± 2 h la mayor especie en el grupo de coliformes termotolerantes es la *Escherichia* que a su vez es el índice de contaminación fecal más adecuado.

  Cuanto mayor es la frecuencia de análisis de indicadores de contaminación fecal en el agua, mayor es la probabilidad de detectar contaminación, por lo tanto es preferible realizar exámenes

frecuentes usando un método sencillo que realizar exámenes menos frecuentes mediante un análisis o serie de análisis más complejos en función de la pluviosidad y de otras circunstancias locales. (Cabelli, Dufour, Mc Cabe, & Levin, 1983)

2.2.7. Sistemas convencionales de abastecimiento de agua

Son sistemas que son diseñados y construidos a partir de criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados, con un resultado preciso para el nivel de servicio establecido por el proyecto, ya sea a nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias o a nivel comunitario con piletas públicas. (Cánepa, 2004)

Estos son:

- Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)
- Sistema de abastecin1iento por gravedad con tratamiento (GCT)
- Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST)
- Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (BCT)

Para zonas rurales, es usual denominar los "sistemas por gravedad", cuando la fuente de agua se encuentra a más altitud que los usuarios; y "sistemas por bombeo", cuando la fuente se encuentra más abajo y se requiere el uso de bombas para entregar el agua a los usuarios.

2.2.8. Efectos en la salud: agentes patógenos

Los agentes patógenos son aquellos que ocasionan enfermedades. En general son bacterias, virus, protozoarios y gusanos que entran en el agua, provenientes del drenaje doméstico y de los desechos animales. En la mayoría de los países subdesarrollados, son la principal causa de enfermedades y defunciones, entre ellas, las de muchos niños menores de cinco años. Un indicador de la calidad del agua para beber o nadar es el número de bacterias coliformes presentes en una muestra de 100 mililitros de agua. (Tyler, 1994)

Tabla N°01: Organismos y enfermedades comunes del agua contaminada

Tipo de organismo	Enfermedad	Efectos
Bacterias	Fiebre Tifoideas	Diarrea, vómito y bazo crecido. Puede ser mortal.
	Cólera	Diarrea, vómito y deshidratación. Puede ser mortal
	Disentería bacteriana	Diarrea, raramente es mortal
	Enteritis	Dolor estomacal severo, náuseas y vómito. Rara vez es mortal
Virus	Hepatitis infecciosa	Fiebre, dolor de cabeza, pérdida de apetito, dolor abdominal, temblores y daños permanentes al hígado. Puede ser mortal.
	Poliomielitis	Fiebre alta, dolor de cabeza, dolores musculares y parálisis de piernas y brazos
Protozoarios, parásitos	Disentería amebiana	Diarrea severa y puede causar perforaciones intestinales y muerte
	Giardia	Diarrea, calambres abdominales, fatiga y gases
Gusanos parásitos	Esquistosomasis	Dolor abdominal, anemia, fatiga crónica y mala salud

Fuente: (Tyler, 1994)

2.2.9. Tecnologías apropiadas para desinfección del agua

Son tecnologías sencillas, de bajo costo y de fácil implementación que permiten alcanzar niveles aceptables de descontaminación en regiones rurales, de escasos recursos hídricos y económicos que resulten aceptables y sean socios económicamente viables.

El más importante requerimiento individual del agua bebida es que debe estar libre de cualquier microorganismo que pueda trasmitir enfermedades al consumidor. Procesos tales como almacenamiento, sedimentación coagulación, floculación y filtración rápida, reducen en grado variable el contenido bacteriológico del agua. Sin embargo, estos procesos no pueden asegurar que el agua que producen sea bacteriológicamente segura. Frecuentemente se necesitará una desinfección final, la cual se encarga de la

destrucción o al menos la desactivación completa de los microorganismos dañinos. Se realiza usando medios físicos o químicos.

Entre los factores que influyen en el método a elegir para la desinfección del agua se pueden mencionar:

1. La naturaleza y número de organismos a ser destruidos.
2. El tipo y concentración del desinfectante usado.
3. La temperatura del agua a ser desinfectada: a mayor temperatura más rápida la desinfección.
4. El tiempo de contacto del desinfectante: a mayor contacto desinfección es más completa.
5. La naturaleza del agua a ser desinfectada: si el agua contiene partículas coloidales y orgánicas obstaculiza el proceso de desinfección.
6. El pH, acidez o alcalinidad del agua.
7. Mezcla: buena mezcla de los desinfectantes a través de toda el agua.

a. Desinfección física

- **Hervido**

  Es una práctica segura y tradicional que destruye virus, bacterias, quistes y huevos. Es un método efectivo como tratamiento casero, pero no es factible para abastecimientos públicos; se puede usar el hervido como medida temporal en situaciones de emergencia.

- **Desinfección por ebullición**

  Una recomendación típica para desinfectar el agua mediante desinfección es la de hacer que el agua hierba vigorosamente por 10 a 12 minutos. En realidad, un minuto a 100 ºC, destruirá la mayoría de los patógenos, incluidos los del cólera y muchos mueren a 70 ºC. Las desventajas principales de hervir el agua son las de utilizar combustible y es una labor que consume mucho tiempo.

- **Radiación solar**

  Es un método efectivo para aguas claras, pero su efectividad es reducida cuando el agua es turbia o contiene constituyentes tales como el nitrato, sulfato, hierro en su forma ferrosa. La desinfección solar utiliza la radiación solar para inactivar y destruir a los patógenos que se hallan presentes en el agua. El tratamiento consiste en llenar recipientes transparentes de agua y exponerlos a plena luz solar por unas cinco horas (dos días consecutivos bajo un cielo que está 100% soleado). La desinfección ocurre por una combinación de radiación y tratamiento térmico (la temperatura del agua no necesita subir muy por encima de 50 ºC). La desinfección solar requiere agua relativamente clara (turbidez inferior a 30 NTU). (CEPIS/OPS, 2000).

- **Coagulación y floculación**

  Si el agua contiene sólidos en suspensión, la coagulación y la floculación pueden utilizarse para eliminar gran parte del material. En la coagulación, se agrega una sustancia al agua para cambiar el comportamiento de las partículas en suspensión. Hace que las partículas, que anteriormente tendían a repelerse unas de otras, sean atraídas las unas a las otras o hacia el material agregado. La coagulación ocurre durante una mezcla rápida o el proceso de agitación que inmediatamente sigue a la adición del coagulante. El proceso de floculación que sigue a la coagulación, consiste de ordinario en una agitación suave y lenta. Durante la floculación, las partículas entran más en contacto recíproco, se unen unas a otras para formar partículas mayores que pueden separarse por sedimentación o filtración.

- **Desalinización**

  Las sales químicas excesivas en el agua le dan mal sabor. La desalinización mediante destilación produce agua sin sales químicas y pueden utilizarse varios métodos al nivel de familia; por ejemplo, para tratar el agua de mar. La desalinización también es

eficaz para eliminar otros productos químicos tales como el fluoruro, el arsénico y el hierro.

- **Filtración**

  La filtración incluye el tamizado mecánico, la absorción y la adsorción y, en particular, en filtros de arena lentos, los procesos bioquímicos. Según el tamaño, el tipo y la profundidad del filtro, y la tasa de flujo y las características físicas del agua sin tratar, los filtros pueden extraer los sólidos en suspensión, los patógenos y ciertos productos químicos, sabores y olores.

- **Almacenamiento y sedimentación**

  Al almacenar el agua en condiciones no contaminantes por un día se puede conseguir la eliminación de más del 50% de la mayoría de las bacterias. Los períodos más largos de almacenamiento conducirán a reducciones aún mayores. Durante el almacenamiento, los sólidos en suspensión y algunos de los patógenos se depositarán en el fondo del recipiente. El agua sacada de la parte superior del recipiente será relativamente clara (a menos que los sólidos sean muy pequeños, tales como partículas de arcilla) y tendrá menos patógenos. El sistema de tratamiento de tres ollas en las que se echa agua sin tratar a la primera olla, donde se decanta en la segunda olla después de 24 horas y se echa en la tercera olla después de 24 horas adicionales, aprovecha los beneficios del almacenamiento y la sedimentación.

b. Desinfección química

La cloración es el método más ampliamente utilizado para desinfectar el agua. Se empezó a utilizar a inicios del siglo XX; y fue quizás el evento tecnológico más importante en la historia del tratamiento del agua. Cuando se añade Cloro al suministro de agua, parte de este se adhiere a elementos químicos tales como el hierro y el calcio, así como también a bacterias que pueden estar presentes en el agua. Cuando esto sucede, el cloro adherido forma sustancias como

cloruro de hierro y cloruro de calcio y destruye las bacterias. La cantidad de Cloro que no se adhiere o no se aglutina se denomina Cloro Libre Residual (sobrante). (Cánepa, 2004)

2.3. Ámbito de estudio

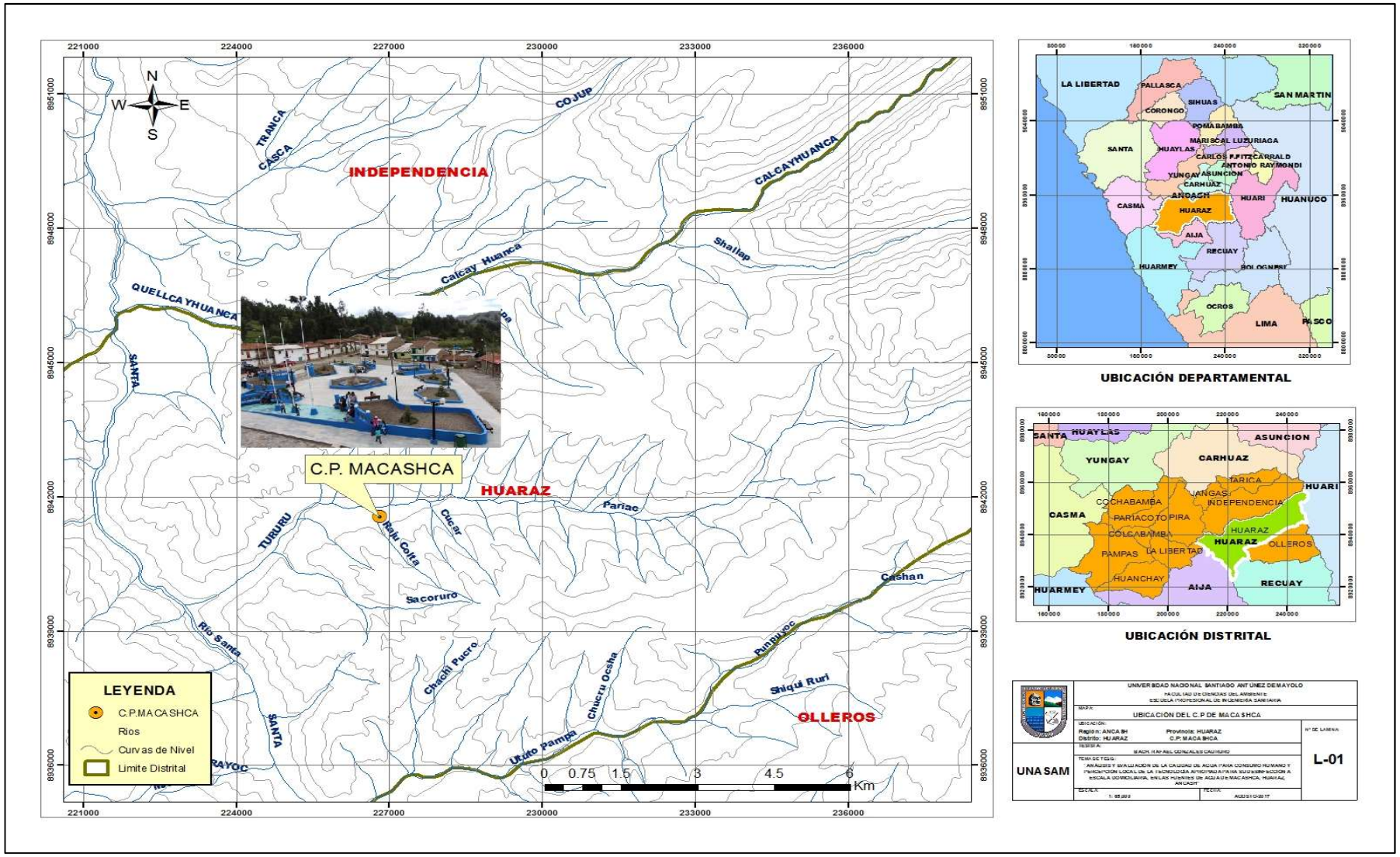
2.3.1. Descripción del área de estudio

La descripción del Centro Poblado de Macashca del Distrito y Provincia de Huaraz - Ancash, se detalla a continuación, para lo cual se ha tomado en cuenta el Plan de Desarrollo Concertado – Centro Poblado de Macashca, Huaraz – Ancash. (ADRA PERU, 2008)

a. Ubicación geográfica

El Centro Poblado de Macashca se encuentra ubicado geográficamente en la parte media y alta de la Subcuenca del Río Páriac, Cuenca Hidrográfica del río Santa, Provincia fisiográfica Sierra y Flanco Occidental de la Cordillera Blanca, extendiéndose desde los 3250 m.s.n.m., altitud inferior y los 6369 m.s.n.m. máxima altitud en la cumbre del nevado Tunsho y entre las coordenadas geográficas 09º 29´ 47” y 09º 35´14” Latitud Sur y 77º 18´ 12” y 77º 31´ 05 Longitud Oeste. Política y administrativamente pertenece a la jurisdicción del Distrito y Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash. La localidad de Macashca, sede del Centro Poblado del mismo nombre, se encuentra asentada sobre una terraza alta de la margen izquierda del río Pariac, en una altitud de 3536 m.s.n.m., entre las coordenadas geográficas de 9º 43´ 42” de latitud sur, y 77º 28´18” longitud oeste, circundada por imponentes paisajes montañosos y organizada por el conjunto de viviendas concentradas alrededor del espacio principal que es la plaza de armas, formando calles y manzanas de forma rectangular cuya configuración urbana es ligeramente alargada; al alejarse del eje principal, las manzanas adoptan formas irregulares, principalmente las constituidas a lo largo de la carretera de salida a la zona alta, quebrada Pariac.

Mapa N°01: Ubicación del C.P de Macashca



Fuente: Elaboración propia

b. Geología

Según el mapa geológico desarrollado por la ONERN (1972), está constituido al territorio por suelos cuya estructura geológica tiene el origen y formación siguiente: Los suelos de la parte media de la cuenca del Río Pariac, zona de alta concentración y asentamientos poblacionales y de intensa actividad agropecuaria, son de formación de depósitos morrénicos y fluvioglaciares, de material litológico, acumulaciones morrénicas, arena, arcilla y grava. Los fragmentos rocosos son herométricos, poco seleccionados; de formas angulosas y subredondeadas, del periodo cuaternario. La parte alta de la mencionada cuenca, presenta suelos de formación batolito de la cordillera Blanca, principalmente constituido por roca intrusiva plutónica de composición granodiorìtica del periodo terciario inferior a medio. La zona más alta está constituida por rocas de formación chicama, de material litológico lutitas luminosas de color gris, que constituyen el mayor porcentaje de la formación y areniscas de color gris con barricas de cuarcitas y areniscas claras del periodo jurásico superior.

c. Suelos

Los suelos en la cuenca Pariac son profundos, drenados, ligeramente ácidos, desarrollados sobre limonitas y calizas, interés tratificado con inclusiones de arenisca y conglomerado que ocupan un relieve alomado a escarpado, con pendientes entre 20 y 40 %, en su mayor parte. A su vez se encuentran asociados a los suelos chimisales, ojojona, sulaco y chimbo, los cuales se han desarrollado sobre material calcáreo; siendo la reacción menos ácida en todos sus horizontes. Por lo general estos suelos son utilizados para el cultivo de plantaciones de tallos largos, granos básicos, tubérculos y en algunos casos para pastos.

d. Hidrografía

El espacio geográfico del Centro Poblado de Macashca, está constituido por la subcuenca del río Pariac y una red de microcuencas

de las quebradas tributarias del río Pariac, componente de la cuenca del río Santa. En esta unidad geográfica se asientan los diferentes anexos que conforman al ámbito del mencionado Centro Poblado, cuya población se dedica a las diferentes actividades económicas, entre las que destaca la actividad agrícola y pecuaria extensiva. El río Pariac constituye el principal recolector de las aguas del escurrimiento superficial proveniente de las precipitaciones pluviales y los deshielos de los nevados Huanchan y Tunsho de la Cordillera Blanca. Las aguas de las quebradas tributarias del río Pariac, al surcar el ámbito, benefician a numerosas poblaciones de los Centros Poblados, inclusive aguas abajo constituyen elemento fundamental para la generación de energía eléctrica de la planta de Pariac (ahora Central Hidroeléctrica CH4), luego confluye al río Santa, para finalmente desembocar en el Océano Pacífico.

e. Recursos Naturales

Macashca presenta los siguientes recursos:

- Pastos naturales donde predominan representantes del género *Festuca,* 320 Has aproximadamente.
- Los bosques naturales de aliso en las riberas de los ríos 15 Has.
- Plantaciones forestales exóticas (eucalipto y pino) 30 Has.
- Áreas de terreno para la agricultura 850 Has.
- Áreas de terreno para plantaciones forestales 120 Has.
- Fuentes de agua como lagunas y manantiales.

f. Población

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2007), de acuerdo a los primeros resultados del censo del 2007: XI de Población y VI de Vivienda, el Centro Poblado de Macashca cuenta con 2000 habitantes, y una tasa de crecimiento anual por departamento desde 1993 a 2007 para el departamento de Ancash varía entre 0,4 - 1,1%; por lo que se asumirá una tasa de crecimiento poblacional de 0,80%. La densidad poblacional es de 2,60 habitantes por vivienda y la población en un 90% tiene residencia estable en la localidad. Para

un mejor análisis de la información del Centro Poblado, el puesto de Salud de Macashca ha determinado agrupar en 08 sectores, teniendo como criterio su cercanía territorial.

g. Actividades económicas

- **Actividad Agrícola**

  Entre los productos de mayor consumo tenemos: papa 80%, maíz 80%, trigo 80%, alverja 90%, cebolla 95%, zanahoria 90%, repollo 90%. De acuerdo a las encuestas aplicadas por la empresa SN Power, se ha podido encontrar que el 63% de familias comuneras utiliza abono químico, sólo el 6% utiliza abono natural y el 31% utiliza ambos. El 80% de los comuneros realiza las actividades agrícolas con apoyo de familiares mientras que el 20% contrata mano de obra asalariada, pagando por jornal entre S/. 10,00 a 12,00. Los principales problemas encontrados en el agro son que carece de asistencia técnica apoyo económico, así mismo falta de capacitación, además de una visión diferente, a partir de la cual, los campesinos manejen el agro de manera empresarial. El Centro Poblado de Macashca cuenta con 1100 Has. de superficie agrícola aprovechada; de las cuales el 59% es una superficie bajo riego y 41% en secano y más de 2000 Has que no se las aprovecha.

- **Actividad pecuaria**

  En cuanto a la actividad pecuaria no es una actividad que genere importantes ingresos económicos, puesto que no existe un manejo técnico de la ganadería en este caso de ovinos (que es la mayoritaria), ésta se da a nivel familiar y comunal, pero su manejo es pobre en tecnología (no realizan rotación de pastos, además de no tener pastos cultivados y no llevar a cabo prácticas sanitarias periódicamente), por lo cual, su producción no es a gran escala. La ganadería cumple un rol

complementario en los ingresos, al vender en carne o utilizar, en el caso de los ovinos, la lana para tejer prendas de uso personal, además del alquiler que, en ocasiones, se puede hacer de animales para la siembra o cosecha. Las familias campesinas comuneras de la zona de estudio poseen ovinos, vacas, cabras, cerdos, cuyes y aves de corral, solo a pequeña escala (nivel familiar) y en el caso del ganado comunal ovino, se ha podido observar que no está siendo manejado desde una perspectiva empresarial, por lo que no se reporta ingresos importantes por la venta de las cabezas de ganado.

- **Otras actividades económicas**

  Actualmente, los comuneros vienen orientando sus actividades económicas a la zona urbana, en donde trabajan como albañiles, peones, cargadores, vendedores de leña, vendedores de hierbas aromáticas, etc.; en la ciudad de Huaraz, principalmente, en la mayoría de los casos estos trabajos son temporales por lo que no se puede hablar de un empleo e ingreso estable, sino más bien esporádico, la falta de empleo es un problema vigente en la comunidad; es entonces que ésta tiene como consecuencia el proceso migratorio permanente que se viene dando hacia las ciudades, puesto que la población en edad de producir, está en una constante búsqueda de mejores oportunidades laborales. El 75% de ingresos monetarios en las familias campesinas no proviene de las actividades agropecuarias, se origina a partir de la venta de su fuerza de trabajo como albañiles, peones o en otros oficios que requieren de mano de obra no calificada, que se constituyen como el principal mercado laboral, en la ciudad de Huaraz.

h. Recursos turísticos

El Centro Poblado de Macashca cuenta con atractivos turísticos de carácter paisajístico. Entre los más importantes tenemos lagunas naturales: Tururúcucha, Misa cucha, Warmihuanunca y Chaquiqocha; y el nevado de Rajucolta. El Centro Poblado de Macashca tiene como ventaja comparativa el hecho de limitar con el Parque Nacional Huascarán; cuenta con muchas áreas de reserva natural consideradas por

el Estado como áreas intangibles y patrimonio Nacional. También existen restos arqueológicos en Huinac; al parecer son restos de una antigua ciudadela pre-inca, además de un cementerio en el que hay chulpas (Cantupampa).

i. Instituciones

Entre las organizaciones e instituciones representativas de la comunidad están:

- APAFAs.
- La Junta directiva de la comunidad campesina Pedro Pablo Atusparia.
- Comité del Vaso de Leche (05 comités).
- Comedores populares (02 comedores).
- Puesto de Salud.
- Club de Madres.
- Clubes Deportivos.
- Comités de Productores de avena
- Comité de regantes, los usuarios de agua de riego se organizan en comités de regantes. Normalmente, un comité de regantes abarca un canal principal y algunos canales secundarios y terciarios. Los comités de regantes a su vez, se agrupan en comisiones de regantes, y estas últimas, en juntas de usuarios.

j. Servicios básicos

Hasta la fecha los pobladores de la localidad de Macashca consumen agua entubada no tratada, en muchos de los casos de manantiales, riachuelos y ríos, es decir, agua contaminada, lo cual desencadena una serie de problemas en la salud de la población.

2.4. Marco legal

Las leyes en el Perú siguen los criterios de organismos internacionales. La normativa a continuación descrita es representativa para la fecha en la cual se ha desarrollado la presente investigación y hasta este momento.

2.4.1. Constitución Política del Perú

Que, en su inciso 22 del artículo 2 señala que las personas tienen derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

2.4.2. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente

En su artículo 1 del Título preliminar menciona que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente.

2.4.3. D.S. N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua

Establece los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y los lineamientos para no excederlos.

+Tabla N°02: ECA para Agua Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable				
Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(uS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fosfato 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-N)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO2-N)	mg/L	3	3	**

Amoniaco N		1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (Valor mínimo)	mg/L	> 6	> 5	> 4
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6,5-8,5	5,5-9,0	5,5-9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
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	0,0012	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
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
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
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	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	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
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 Diclorobenceno	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	**
<u>BTEX</u>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etlbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
<u>Hidrccarburos Aromáticos</u>				
Benzeno (a) pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<u>Organofosforados</u>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<u>Organoclorados</u>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**

Dicloro Difenil Tricloroetano	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
II. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos.	N° Organismo/L	0	$<5x10^6$	$<5x10^6$

Fuente: (D.S.N° 004-MINAM, 2017)

2.5. Definición de términos

a. Acidez

La acidez de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar bases, para reaccionar con iones hidroxilo, para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. (Romero, 1999)

b. Cloruros

El ion cloruro Cl-, forma sales muy solubles, suele asociarse con el ión Na+ esto lógicamente ocurre en aguas muy salinas. (Terán, 2003)

c. Dureza total

Presencia de sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones. (Terán, 2003)

d. Nitratos

El ión nitrato (NO3-) forma sales muy solubles y estables. En un medio reductor puede pasar a nitritos, nitrógeno e incluso amoníaco. (Sawyer, McCarty, & Parkin, 2000)

e. Agentes contaminantes biodegradables

Agentes contaminantes que son capaces de ser descompuestos bajo condiciones naturales.

f. Aguas residuales

Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida. (Sáenz, 1999)

g. Caudal

Flujo de agua superficial en un río o en un canal.

h. Hipoclorito

Un anión que forma compuestos como hipoclorito de calcio y de sodio. Esos productos son a menudo utilizados para desinfectar y blanquear. (Romero, 1999)

i. Coagulantes

Partículas líquidas en suspensión que se unen para crear partículas con un volumen mayor.

j. Microcuenca

Se consideran pequeñas cuencas hidrográficas a aquellas que presentan una red de drenaje de primer o segundo orden con un ara de drenaje que puede ir de 1-100 ha.

k. Estándar de calidad ambiental

Es un conjunto de propiedades y características del ambiente, ya sea generalizado o local, que inciden en los seres humanos y otros organismos. Es una medida de la condición de un ambiente en relación con los requisitos de

una o más especies, y/o a cualquier necesidad o propósito humano. (NTP, 2012)

l. JASS

Es una organización comunal conformada con el propósito de administrar, operar y mantener los sistemas de agua y saneamiento. (PNSR, 2017).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Materiales

a. Materiales de campo

- 01 cámara fotográfica.
- 06 frascos de plástico esterilizado de vidrio de 200 ml.
- 06 frascos de plástico esterilizado de 500 ml.
- 02 lapiceros.
- 01 marcador indeleble.
- 01 cinta adhesiva.
- 01 cuaderno de apuntes.
- 01 balde de 18 L.
- 01 balde de 4 L.
- 01 lampa.
- 01 pico.
- 01 guardapolvo.

- 01 tablero.
- Formatos de encuestas.
- Cadena de custodio.
- Papel bond.

b. Materiales de campo

- Libros.
- Materiales de escritorio.
- 01 computadora portátil.

3.1.2. Servicios

- Trámites administrativos: Legalización del tema de tesis, designación de jurado o comisión revisora, revisión de tesis y sustentación de tesis.
- Transporte terrestre Huaraz – Macashca - Huaraz.
- Alimentación.
- Alquiler de 01 GPS.
- Alquiler de 01 trípode.
- Alquiler de 01 proyector.
- Internet.
- Impresiones.
- Copias fotostáticas.
- Anillados.
- Empastados.

3.1.3. Recursos humanos

a. Tesista

Bach. Gonzales Caururo, Rafael Camilo

b. Asesor

Ing. Araujo Jamanca, Nino Franklin

3.2. Diseño de investigación

Según el propósito de la investigación, éste corresponde a un diseño observacional, debido a que los datos fueron recolectados directamente de la realidad, en este caso se realizó un diagnóstico del manejo del agua; evaluación de la calidad de las fuentes de agua cercanas al C.P de Macashca y se determinó la percepción de la

población sobre el uso de tecnologías apropiadas para la desinfección del agua, sin modificar las variables en estudio. Según el tamaño de la muestra determinada, éste corresponde a un diseño transversal debido a que se realizó una medición de las variables en la campo.

3.3. Tipo de investigación

De acuerdo a los objetivos planteados, el presente estudio, es de tipo descriptivo, analítico, prospectivo y aplicada así como lo define. En este sentido, la presente investigación está dirigida a evaluar la calidad del agua para consumo humano e identificar las tecnologías adecuadas para su desinfección a escala domiciliaria, en las fuentes de la microcuenca Pariac, cercanas a Macashca.

Descriptivo: Se recolectaron datos que describieron la situación tal y como es en todas sus dimensiones.

Analítico: Se establecieron relaciones entre las variables además de sugerir aspectos potenciales para la prevención de enfermedades EDAs.

Prospectivo: Es un estudio longitudinal en el tiempo que se diseña y comienza a realizarse en el presente, pero los datos se analizan transcurridos un determinado tiempo.

Aplicada: La presente investigación tiene por finalidad la búsqueda y consolidación del saber, y la aplicación de los conocimientos para el enriquecimiento del acervo cultural, científico y tecnológico.

3.4. Diseño estadístico

3.4.1. Población

La población de la presente investigación estuvo conformada por las fuentes de agua ubicadas en la microcuenca Pariac.

3.4.2. Muestra

a. Muestra para el análisis de la calidad del agua

Se analizó la calidad del agua de 06 fuentes ubicadas en la microcuenca de Pariac; y que abastecen al Centro Poblado de Macashca.

b. Muestra para la aplicación de encuestas

El tamaño de la muestra determinado fue de 687 viviendas en base a las siguientes restricciones:

- Error permisible: 0,05
- Confiabilidad: 95%
- Desviación estándar: 0,5
- N: Viviendas: 687

Aplicación de la ecuación:

$$n = \frac{N \times \sigma^2 \times Z^2}{(N-1) \times e^2 + \sigma^2 \times Z^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población igual a 0.5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. A un nivel de confianza del 95%.

e = Límite aceptable de error de muestra. Se ha considerado 5%.

Tomando como base 687 Viviendas, el número de muestras calculadas asciende a 80 Viviendas.

3.4.3. Operacionalización de variables

Cuadro N° 03: variables e indicadores

Variables	**Dimensión**	**Indicadores**	**Sub indicadores**	**Escala**
Independiente: Calidad de agua de las fuentes superficiales identificadas a lo largo de la microcuenca de Pariac	Calidad de agua	Parámetros físicos	– Temperatura – Conductividad – Potencial de Hidrogeno – Sólidos Disueltos Totales – Turbiedad	Nominal
		Parámetros químicos	– Nitratos – Aluminio – Plomo – Hierro – Arsénico – Manganeso	
		Parámetros microbiológicos	– Coliformes Totales – Coliformes Termotolerantes	
Dependiente: Tecnologías de desinfección de agua para consumo humano a escala domiciliaria	Métodos de desinfección de agua a escala domiciliaria	Aceptación de los métodos de desinfección a escala domiciliaria propuestos	– Registro de asistencia a talleres. – Encuestas.	Nominal
			– Encuestas	

3.5. Plan de recolección de la información

3.5.1. Diagnóstico del manejo de agua para consumo humano en el C.P de Macashca

a. Identificación de fuentes de agua

- Se realizaron recorridos por los cauces de las quebradas de la microcuenca Pariac que abastecen a la localidad de Macashca, en compañía de algunos pobladores, autoridades del Centro Poblado de Macashca y miembros de la JASS.

- Con un GPS se tomaron las coordenadas de ubicación de las fuentes de agua para el establecimiento de los puntos de muestreo y su representación en un mapa (Ver Anexo N°01). Así mismo se identificaron las fuentes potenciales de contaminación y sus orígenes durante el desarrollo de un taller programado. Para validar la información obtenida en campo se elaboró el mapa de Uso de Suelos en la Microcuenca de Pariac (Ver Anexo N°01) con el programa ArcGis 10.5, utilizando como base los mapas ya existentes y shapes de la Cuenca del rio Santa.

b. Balance de oferta y demanda

- Mediante la realización de un taller y encuestas (Ver Anexo 03) a la población representativa de Macashca, se determinó la demanda de agua, tomando en cuenta los diferentes usos.

- Se realizaron los aforos de los caudales de las fuentes de agua, mediante la utilización del método de Área, que consiste en medir los tirantes en todo el ancho de la quebrada a una distancia determinada para poder determinar aproximadamente el área transversal para posteriormente determinar la velocidad con un objeto flotante en una cierta distancia dada para poder calcular el caudal en metros cúbicos por segundo. A continuación se muestra la ecuación para calcular el caudal:

$$\boxed{\mathbf{Q = Area \times Velocidad}}$$

Donde:

A = Área m^2

V = Velocidad m/s

- Se consideró el consumo diario per cápita de los habitantes de la microcuenca, según las Normas Técnicas Peruanas (NPT), organismo estatal encargado de informar las dotaciones promedio. Este consumo per cápita calculado fue de 90 litros diarios en

acometidas domiciliarias. Las mediciones se hicieron en mayo del 2016. En esta época seca del año, los caudales están más bajos.

- Las mediciones para los sistemas de irrigación se calcularon mediante un taller participativo con los productores al no contar con aplicaciones de riego planificadas y calendarizadas; en base en el área bajo riego y a la demanda de agua requerida para los cultivos sembrados en la microcuenca, las horas de riego, los intervalos de los riego, y el tipo de riego.

c. Inspección sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable

- Se realizaron visitas de campo para conocer la captación del sistema de agua potable que abastece al centro poblado. Con miembros de la JASS, logrando triangular la información descrita en los talleres.

- Se llevó a cabo una evaluación integral in situ de todos los componentes del sistema de agua: captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución; en estos recorridos se evaluó principalmente la parte física del sistema. Los datos obtenidos fueron registrados en el reporte de recorrido de campo (Ver Anexo N°03).

- Se realizó la revisión documentaria de las gestiones realizadas a la municipalidad Provincial de Huaraz por parte de las autoridades del centro poblado de Macashca (informes anuales de los proyectos ejecutados por las diferentes instituciones en la microcuenca Pariac).

- Se llevó a cabo un taller con los pobladores y autoridades del centro poblado de Macashca, donde se evaluaron las condiciones de funcionamiento sistema de agua potable, en este taller se llevaron a cabo diferentes actividades:

- Se evaluaron todos los procesos de tratamiento y acondicionamiento, las instalaciones y sus componentes.
- Se evaluó todo el sistema de distribución.
- Se revisó documentación, datos anteriores del monitoreo del agua de la fuente y distribución para verificar las características bacteriológicas, físicas y químicas.
- Se analizaron las prácticas administrativas que afectan la operación y mantenimiento del sistema de agua.
- Se analizaron las prácticas de gestión del personal del sistema, así como la necesidad de nuevo personal.
- Se procedió a llenar un reporte de Inspección Sanitaria para Acueductos Rurales de la Organización Mundial de La Salud (OMS).

La guía de inspección sanitaria aplicada consta de varios aspectos como son información general del sistema, fuente de agua, área de recarga, zona de captación, obra física de captación, línea de conducción, Cámara Rompe Presión, Reservorio, métodos de desinfección, red de distribución, muestreos, nivel de organización de la comunidad aspectos sociales y recomendaciones. Cada parte de la guía tiene una serie de preguntas que fueron desarrolladas con los miembros de la JASS. Se le asignó un código de riesgo dependiendo el número de preguntas positivas que se respondieron. En las Tablas N° 03 y 04 se presentan los indicadores claves para una inspección del sistema de abastecimiento y tipos de riesgo.

Tabla N°03: Indicadores considerados en la inspección del sistema de abastecimiento de agua en el C.P Macashca

Aspecto de la guía de inspección sanitaria	Tipo de riesgo			
	N	B	M	A
Fuente				
Área de recarga				
Zona de captación				
Obra física de captación				
Línea de conducción				
Desarenador (si existe)				
Cámara rompe presión(si existe)				
Reservorio				
Hipoclorador				
Red de distribución				
Muestreo				
Casa 1				
Casa 2				
Casa 3				
Administración				
Organización				

Fuente: (OMS, 2010)

Tabla N°04: Codificación de los tipos de riesgos

Respuestas afirmativas (%)	Tipo de riesgo	Código
90%	No existe	N
75%	Bajo	B
50%	Medio	M
25%	Alto	A

Fuente: (OMS, 2010)

d. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de las fuentes del Centro Poblado de Macashca

Se realizó la evaluación de la calidad de agua para consumo de las 06 fuentes de agua ubicadas a lo largo de la Microcuenca Pariac, mediante el análisis de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, cuyos resultados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1: Poblacional y Recreacional (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección y con tratamiento convencional), según los establecido el D.S. N° 004-2017-MINAM. Las muestras fueron tomadas un solo día y en época de estiaje. Se

analizaron en el laboratorio NKAP S.R.L. (Trujillo); en el mes de mayo del 2016.

Tabla N°05: Frecuencia de tomas de muestra de agua

Población	Obra de captación*	Red de distribución	No. de muestras
< 20.000	1 mes	1 mes	1/5.000 habitantes
20 - 50.000	2 semanas	2 semanas	1/5.000 habitantes
50 - 100.000	4 días	4 días	1/5.000 habitantes
> 100.000	1 día	1 día	1/10.000 habitantes

Nota: *Intervalo de tiempo en el que se deben tomar las muestras.

Fuente: (OMS-2010).

- **Establecimiento de los puntos de muestreo**

Los puntos de muestreo se establecieron teniendo en cuenta los criterios de representatividad y accesibilidad en las fuentes de agua identificadas. En la Tabla N°06, se presenta la descripción y ubicación de los puntos.

Tabla N°06: Descripción y ubicación de los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Ubicación		Altitud m.s.n.m.	Descripción
	Norte	Este		
PM-01	8 946 172	243 030	4380	Ingreso del riachuelo Ishpanca
PM-02	8 946 172	242 027	4245	Salida de la laguna Rajucolta-Tambillo
PM-03	8 942 999	234 396	3905	Ingreso del riachuelo Pallacapunco
PM-04	8 942 131	233 900	3829	Captación canal Juan Velasco Alvarado-Sector Purush
PM-05	8 941 872	229 464	3541	Captación canal Pinahuasi
PM-06	8 941 932	228 037	3451	Ingreso Bocatoma Pariac-Pinahuasi

Fuente: Elaboración propia

❖ **Toma de muestras**

El procedimiento para la toma de muestras y su preservación fue fundamentado en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (ANA, 2016) Antes de iniciar el muestreo, se manipularon los recipientes, frascos y reactivos de preservación, así mismo se colocaron los guantes descartables, mascarillas y gafas protectoras.

Procedimiento

- Se reconocieron los puntos de muestreo en campo.
- Se usó el EPP adecuado para la actividad.
- Se ubicó en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente fue homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- Se cogió un recipiente de vidrio esterilizado para el análisis de parámetros microbiológicos y un recipiente de plástico para el análisis de parámetros físico químico, con tapa rosca. Se retiró la tapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- Antes de colectar las muestras en los frascos se enjuagaron como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros microbiológicos.
- Se cogió la botella por debajo del cuello, se sumergió en dirección opuesta al flujo de agua. Se dejó un espacio del 10 % del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- Una vez tomada la muestra se adiciono el preservante para los parámetros requeridos, luego homogenizar y cerrar herméticamente el recipiente.
- Los recipientes fueron rotulados con etiquetas autoadhesivas para posteriormente ser guardados en el cooler.

- Se llenó la cadena de custodia, para ser enviada al laboratorio con el cooler de muestras.

❖ **Transporte de muestras**

Las muestras tomadas de las 06 fuentes de agua, a lo largo de la microcuenca Pariac fueron transportadas por vía terrestre en un cooler y con su cadena de custodia. (Ver anexo N°02)

e. Determinación de la percepción de la población frente al uso de tecnologías para la desinfección adecuada del agua de consumo humano a escala domiciliaria

Para la identificación de las tecnologías de desinfección se consultó la literatura y se entrevistaron a expertos en el tema.

Las tecnologías identificadas fueron presentadas a los pobladores mediante talleres y en conjunto se discutieron dudas sobre cada método de desinfección y se dio a conocer su aceptación.

Como procedimiento final los resultados fueron presentados en cuadros y gráficos con sus respectivas interpretaciones a fin de formular las conclusiones y sugerencias que permitan mejorar la problemática investigada.

3.6. Instrumento de recolección de la información

3.6.1 Encuesta

Es un procedimiento dentro de los diseños de una investigación descriptiva en el que el investigador recopila datos por medio de un cuestionario previamente diseñado, sin modificar el entorno ni el fenómeno donde se recoge la información ya sea para entregarlo en forma de tríptico, gráfica o tabla. Las encuestas nos permitieron obtener información para realizar los cálculos de la oferta de agua en el C.P de Macashca, determinar la aceptación de tecnologías de desinfección y conocer las fuentes de contaminación del agua.

3.6.2 Formatos de Campo

Formatos diseñados de acuerdo a las variables de la investigación en estudio. La cadena de custodia contiene datos generales y específicos sobre las muestras de agua que fueron analizadas.

3.6.3 Entrevistas

Fueron realizadas a los pobladores, miembros de la JASS y alcalde de Macashca para la realización del diagnóstico de las fuentes de agua, situación de la JASS y administración del agua potable.

3.6.4 Observación

La observación nos permitió identificar las fuentes de agua, ubicadas a lo largo de la microcuenca de Pariac, identificar las fuentes de su contaminación y realizar la inspección sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable del C.P de Macashca.

3.7 Método de Cloración y Desinfección

3.7.1 Desinfección del sistema del agua potable

Procedimiento que se realiza de manera periódica (2 veces al año), mediante el cual se libra de elementos patógenos las diferentes partes del sistema de abastecimiento de agua. Captación, cámara rompe presiones, línea de conducción, reservorio, red de distribución, etc.

a) Procedimiento de desinfección

- Calcular volumen de la estructura.
- Peso Desinfectante mediante:

$$P = \frac{C * V}{(\%\ \text{de Cloro}) * 10}$$

Donde:

P = Peso Hipoclorito (gr)

C = Concentración aplicada mg/l

150-200 Captaciones, CRP (6 y 7),

CR 50 Reservorios, tuberías y pozos.

% Cloro (30-33% Hipoclorito Calcio, 65-70% HTH)

V = Volumen Instalación Desinfectar.

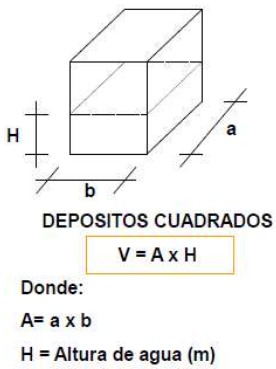
Tabla N°07: Descripción y ubicación de los puntos de muestreo

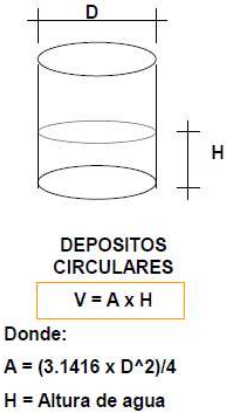
Descripción	Concentración en mg/l o ppm	T	Peso hipoc. al 30%	Agua para diluir el hipoclorito (litros)
Captación	150 - 200	2 - 4	0.80 x m3	65
Buzón de reunión, camaras rompe presiones	150 - 200	2 - 4	0.80 x m3	65

Descripción	Concentración en mg/l o ppm	T	Peso hipoc. al 30%	Agua para diluir el hipoclorito (litros)
Reservorio 5 m3	50	4	0.83	65
Reservorio 10 m3	50	4	1.70	135
Reservorio 15 m3	50	4	2.50	200
Reservorio 20 m3	50	4	3.30	264
Reservorio 25 m3	50	4	4.20	336
Reservorio 30 m3	50	4	5.00	400
Reservorio 40 m3	50	4	6.60	520

Fuente: Según manual del Ministerio de vivienda.

b) Calculo de Valores





c) Procedimientos

- Lavar estructura agua corriente.
- Diluir compuesto.
- Restregar paredes con parte de la solución, con escobilla y escoba.
- Llenar agua estructura.
- Mantener la estructura con el desinfectante el tiempo indicado.
- Desaguar y lavar hasta no percibir olor desinfectante.
- Poner funcionamiento instalación.

Tabla N 08: Dosificación según el volumen de la estructura

Estructura	Tiempo de	Volumen (m3)	Concentracion (Gr/m3)	Cloro al 30%		Cloro al 65%		Lejia al 5.25%
				Cucharas	Gramos	Cucharas	Gramos	
Captación (0.70x0.70x0.40m)	2	0.20	200	13	131	6	60	0.6
CRP (0.70x0.70x0.40m)	2	0.20	200	13	131	6	60	0.6
Tuberia de conducción (L = 1000 metros)								
1"	4	0.51	50	8	84	4	39	0.4
1-1/2"	4	1.14	50	19	190	9	88	0.9
2"	4	2.03	50	34	338	16	156	1.6
3"	4	4.56	50	76	760	35	351	3.7
Reservorio (10m3)	4	10.00	50	167	167	77	769	8.1
Red de Distribucion (L = 1000 metros)								
3/4"	4	0.29	50	5	48	2	22	0.2
1"	4	0.51	50	8	84	4	39	0.4
1-1/2"	4	1.14	50	19	190	9	88	0.9
2"	4	2.03	50	34	338	16	156	1.6
3"	4	4.56	50	76	760	35	351	3.7
6 cucharas de cloro al 30% = 3 cucharas de cloro al 65% = 36 cucharas de lejia al 5.25%								

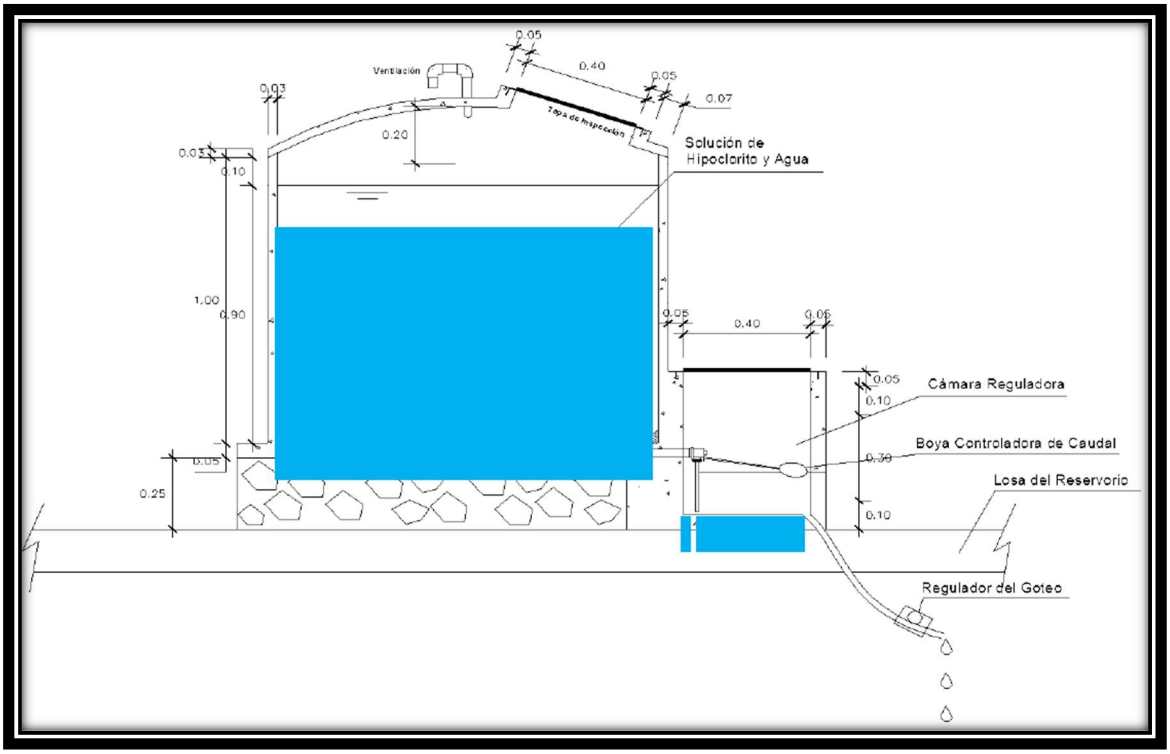
3.7.2 Cloración del sistema del agua potable

Es la aplicación del cloro al agua con el propósito de eliminar los microorganismos o gérmenes que producen enfermedades y que se encuentran contenidas en el agua. Es tratar el agua y hacerla apta para el consumo humano.

a. Por goteo convencional

El sistema de cloración recomendado para caudales mayores a 0.25 lps, consta de una cámara de almacenamiento donde se realiza la preparación de la "solución madre" y otra cámara pequeña que hace a la vez de regulador.

Imagen



Preparación de la solución Madre:

- Hipoclorito de calcio al 70% HTH granulado.
- Se calcula el peso según volumen del tanque de solución y el caudal del sistema.

$$Peso = \frac{Litros * Concentración}{\%Cloro * 10}$$

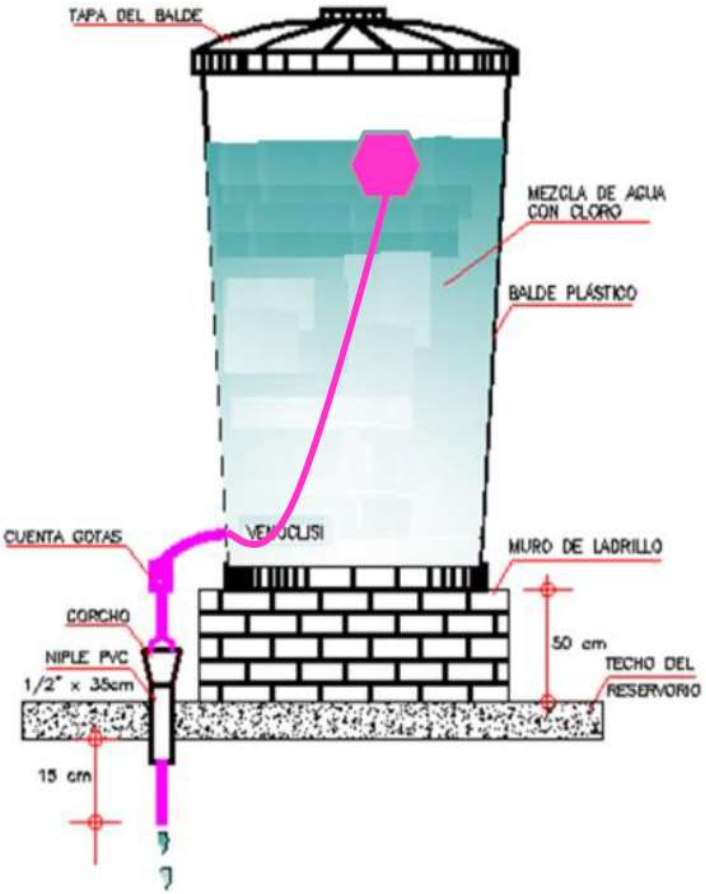
$$Peso = \frac{800 * 5000}{70 * 10}$$

- Peso = 5714 gr = 6000 gr.
- **Asumidos preso cloro al 70% = 6 kg.**

Las ventajas del equipo de cloración por goteo son:

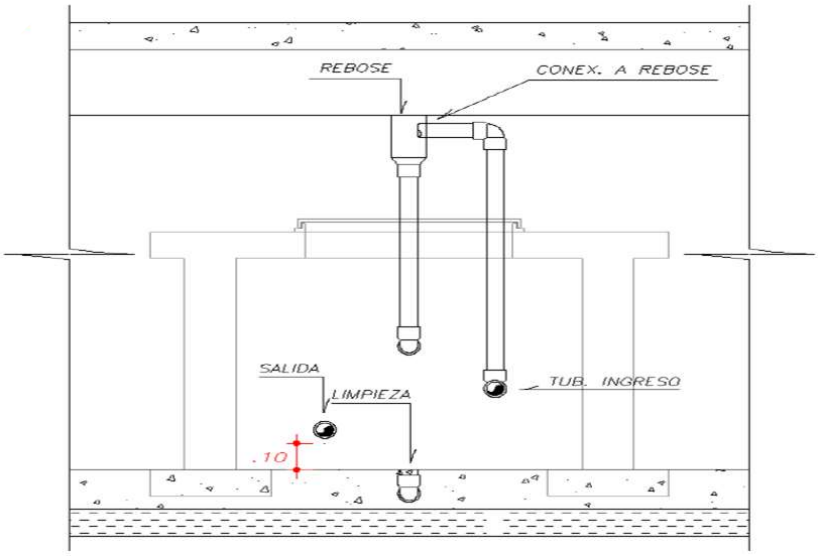
- Este sistema es exacto y fácil de operar, permite la obtención del cloro residual en los rangos permitidos (0.5 a 1.0 ppm o mg/L), en cualquier punto de la red de distribución en forma permanente. No se genera excesos de cloración que pueden afectar la salud del consumidor.
- La dosificación se calcula en función del caudal de consumo de agua de la población, por lo que el gasto de cloro es solo lo que realmente necesita la población.
- La cloración con este equipo, puede hacerse por horas (24, 12 o 10 horas), lo que significa ahorro de cloro en horas cuando por ejemplo existe rebose en el sistema de agua.

b. Por goteo para pequeños caudales



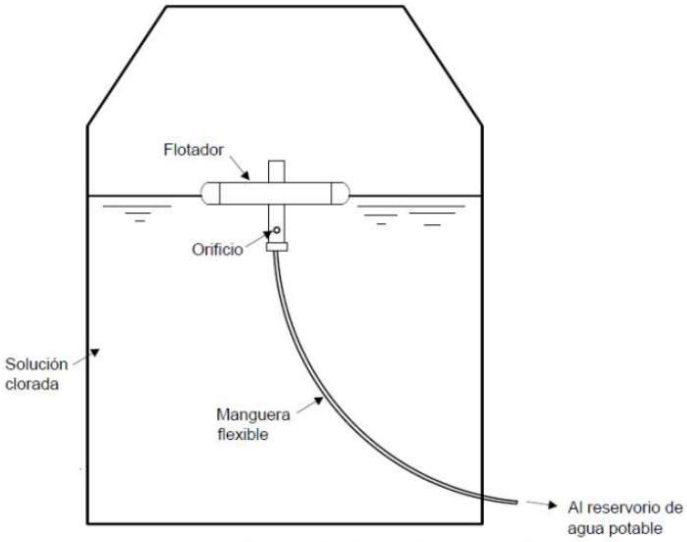
La cloración con goteo, funciona con cloro líquido, hipoclorito al 30% y al 70%.

En los reservorios de nivel estático:



En ese sentido hay una propuesta, para evitar la pérdida de agua desinfectada en un reservorio. Consiste, en manejar una cierta presión de llegada al reservorio, de la línea de conducción, de tal manera que cuando se tenga el máximo nivel del agua dentro del reservorio, el agua deje de ingresar al reservorio y luya a través del cono del rebose acondicionando como se observa en las fotografías. ***A esta propuesta se le conoce como diseño de un reservorio, trabajando con un nivel estático.***

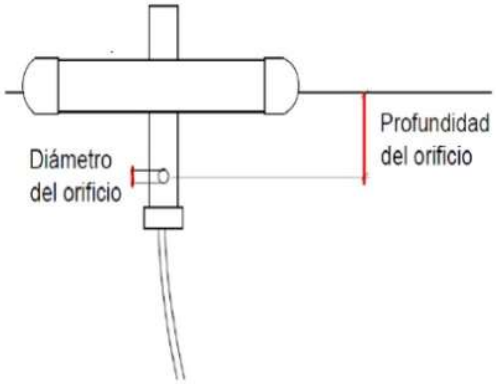
c. Cloración por goteo con flotador adaptado



Esquema del sistema de cloración con flotador

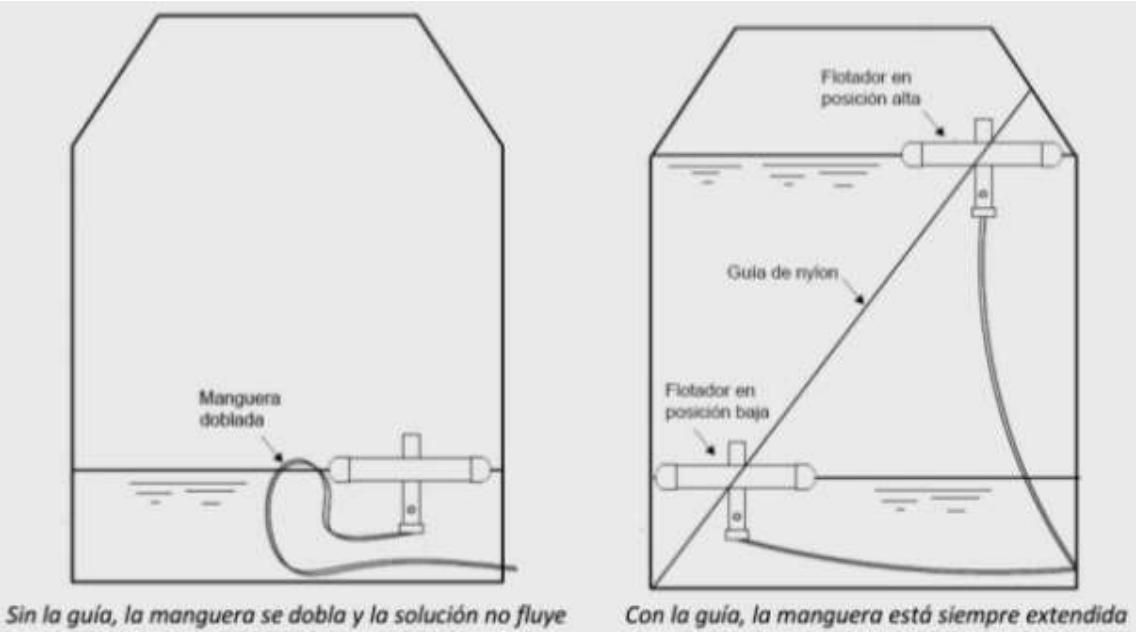
Consideraciones técnicas para instalar un sistema de cloración al goteo:

- Tanque de polietileno (dosador) de 600 a 110 litros para la preparación de la solución madre de hipoclorito de calcio al 70%.
- Un flotador, formado solamente de tubos y accesorios de PVC de Φ ¾", que hace las veces de regulador de caudal de ingreso de cloro.
- Un hilo de nylon instalado en diagonal en el tanque dosador sirve de guía para el flotador.
- Un sistema de boya situada en el interior del reservorio por donde ingresa la solución clorada, permite cerrar el ingreso de cloro cuando se llene el reservorio.
- Un dispositivo de difusión de la solución clorada formado de tubos y accesorios de PVC de Φ 1/2%" está instalado dentro del reservorio para asegurar una buena homogeneidad del cloro.

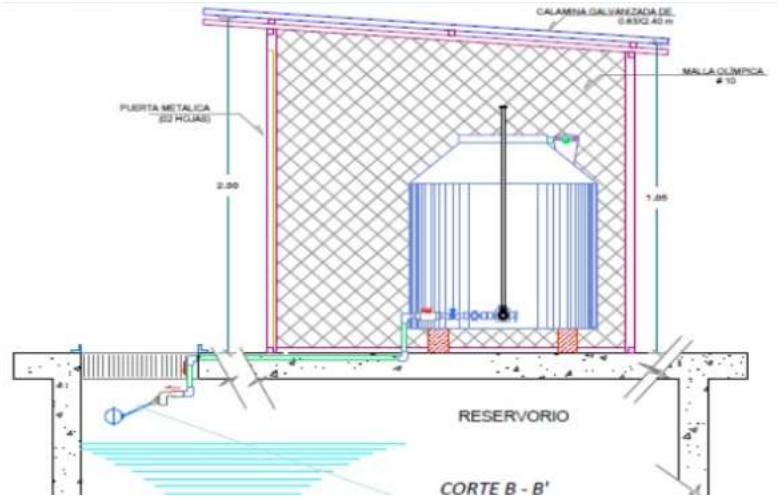


Los dos parámetros de ajuste del caudal: El diámetro del orificio y su profundidad

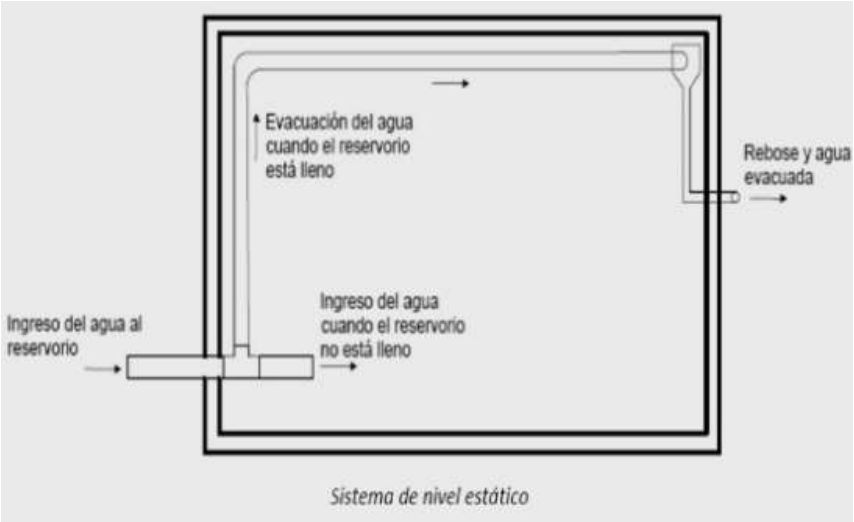
El caudal del goteo constante se puede obtener según dos parámetros: el diámetro del orificio y su profundidad.



Un hilo de nylon instalado en diagonal en el tanque dosador sirve de guía para el flotador. El objetivo de esta guía es que, al bajar con el nivel del agua, el flotador mantiene una cierta distancia con la salida, guardando siempre la manguera flexible extendida.



Un sistema situado en el interior del reservorio del agua potable por donde gotea la solución clorada, que permite cerrar el ingreso de cloro cuando el reservorio se llene, evitando un exceso de cloro.



Un dispositivo llamado nivel estático permite también evitar el desperdicio de agua clorada en el reservorio.

d. Cloración por Goteo Adaptado

Sistema de cloración recomendado para caudales mayores a 0.25 lps, consta de una cámara de almacenamiento donde se realiza la "solución madre" y otra cámara pequeña que hace la vez de regulador

Fotografía 01: Sistema de cloración por goteo adaptado

Consiste de:

1. Tanque de polietileno d e250, 600 a 1000 litros para la preparación de solución de cloro .
2. Caballete de fierro angular de 1.00 m de altura, con accesorios de ingreso y salida de agua, en la que se coloca el tanque de polietileno.
3. Sistema dosificador de carga constante con boya y accesorios de ingreso y salida de la solución de cloro.

Fotografía 02: Sistema de cloración por goteo adaptado, instalado en el reservorio

Preparación de la Solución Madre

- Hipoclorito de calcio al 70% HTH granulado.
- Se calcula el peso según el volumen del tanque de solución y el caudal del sistema.

$$Peso = \frac{litros * concentracion}{\%Cloro * 10}$$

Ejemplo:

$$Peso = \frac{600 * 5000}{70 * 10}$$

- Peso = 4286 gr = 45000 gr
- Asumimos el peso del cloro al 70% = 4.5 Kg

i. Ventajas del equipo de cloración por goteo

- Es un sistema bastante exacto y fácil de operar, permite la obtención del cloro residual en lo gramos permitidos (0.5 a 100 ppm ó mg/L), en cualquier punto de la red de distribución en forma permanente. No se genera excesos de cloración que pueda afectar la salud del consumidor.
- La dosificación se calcula en función del caudal de consumo de agua de la población, por lo que el gasto de cloro es solo lo que realmente necesita la población.
- La cloración con este equipo, puede hacerse por horas (24, 12 o 10 horas), lo que significa ahorro de cloro en horas cuando por ejemplo existe rebose en el sistema de agua.

ii. Costos

- Se estima que el costo varía entre S/ 1,500 a S/ 3,500 soles, dependiendo del volumen del tanque a instalar, el que se calcula en función del caudal de consumo de agua de la población.

- Los costos estimados incluyen materiales, mano de obra especializada, instalación, seguimiento y capacitación en el manejo del equipo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano

Los resultados de la calidad física, química y microbiológica de las fuentes de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Macashca, identificadas a lo largo de la microcuenca Pariac, se presentan en los cuadros y gráficos siguientes:

4.1.1. Parámetros físicos

Cuadro N°01: Resultado del análisis de parámetros físicos de las fuentes de agua identificadas

Parámetros físicos	Unidad	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	ECA A2
Conductividad	uS/cm	158.80	57.20	53.40	50.20	49.00	1 600
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	4.05	5.17	6.90	7.02	7.11	5.5-9.0
Solidos Disueltos Totales	mg/L	90.00	22.00	39.00	43.00	36.00	1 000
Turbiedad	mg/L	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	0.75	100

Fuente: Elaboración propia

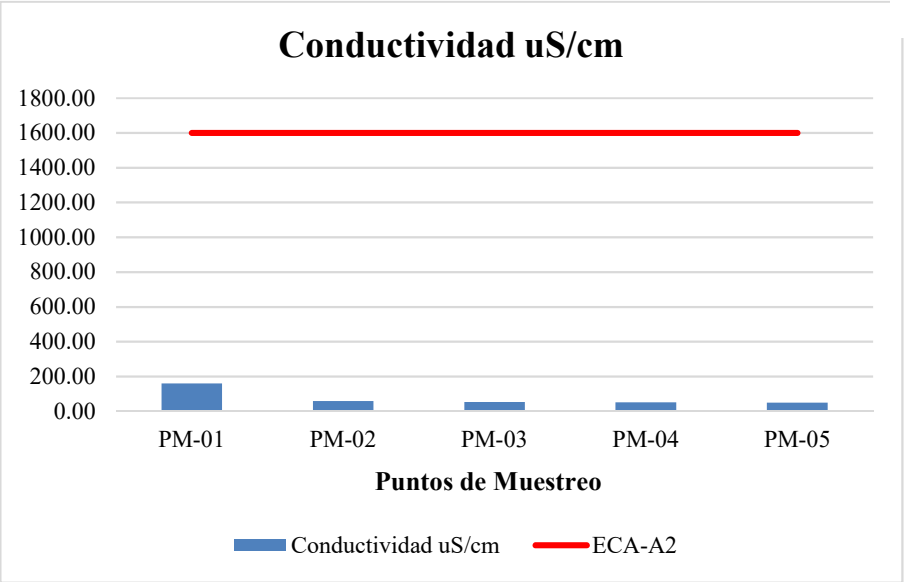
Cuadro N°02: Resultado del análisis de parámetros físicos de la fuente de agua que actualmente abastece a Macashca

Parámetros físicos	Unidad	PM-06	ECA A1
Conductividad	uS/cm	49.40	1 500
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	7.09	6.5-8.5
Solidos Disueltos Totales	mg/L	38.00	1 000
Turbiedad	mg/L	<0.7	5

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el Cuadro N°02, los valores de los parámetros físicos de la fuente de agua que abastece actualmente al Centro Poblado de Macashca, no sobrepasan el ECA para agua, sub categoría A1.

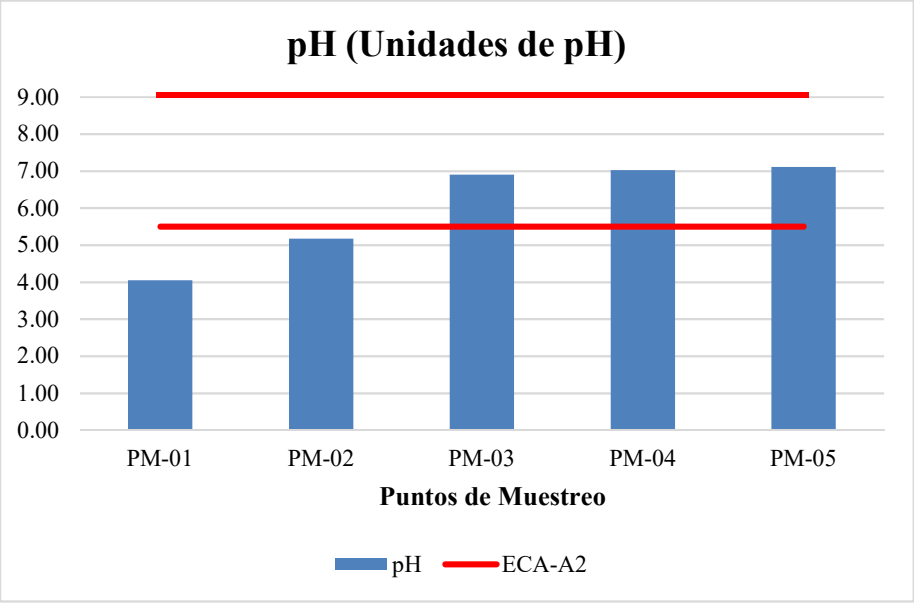
Gráfico N°01: Comparación con el con el ECA de los valores de conductividad en las fuentes de agua identificadas



Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en el Grafico N°01 se aprecia que los valores de conductividad en todos los puntos de muestreo se encuentran por debajo del ECA-A2, por lo que no existen evidencias de niveles de salinización de las aguas.

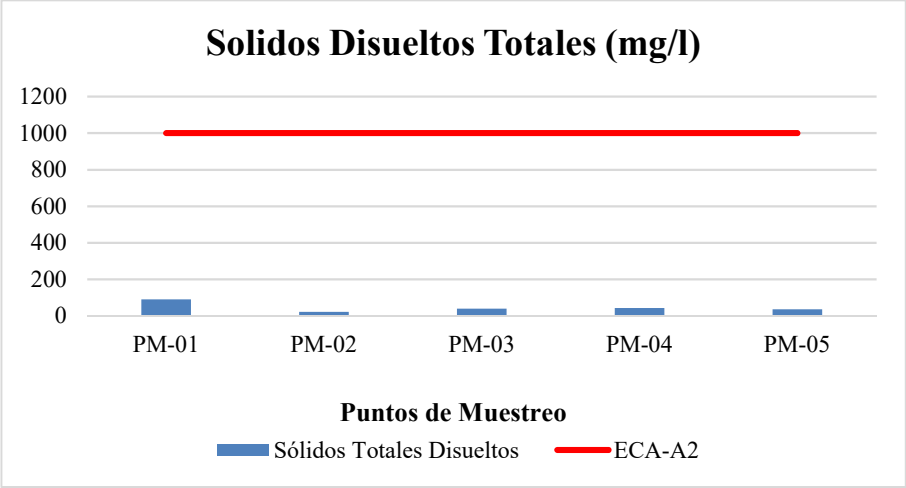
Gráfico N°02: Comparación con el ECA de los valores de pH en las fuentes de agua identificadas



Fuente: Elaboración propia

El pH del agua puede interferir al momento de implementar métodos de desinfección y es un indicativo importante al momento de decidir que método utilizar. En el Gráfico N°02 se aprecia que los valores del pH en los puntos de muestreo PM-01 PM-02 no se encuentran dentro del rango establecido por el ECA del ECA sub categoría A2 debido a su acidez, mientras que el pH en los puntos PM-03, PM-04 y PM-05 cumple con el ECA para agua, al ser ligeramente alcalino.

Gráfico N°03: Comparación con el ECA de los valores de sólidos totales disueltos en las fuentes de agua identificadas

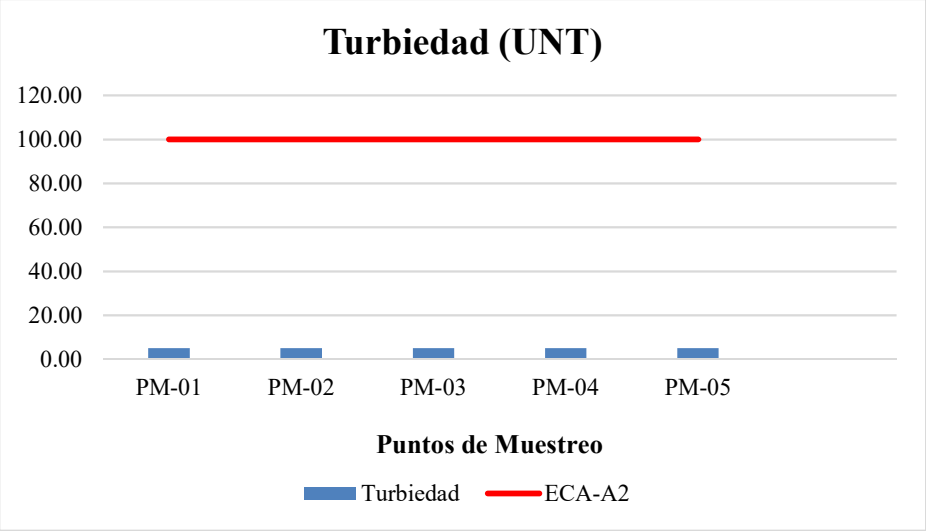


Fuente: Elaboración propia

Los sólidos totales disueltos son todos aquellos materiales sólidos que se disuelven totalmente en agua y pueden ser eliminados por filtración. En el

Gráfico N°03 se aprecia que los valores de este parámetro en los cinco puntos de muestreo se encuentran por debajo del ECA-A2.

Gráfico N°04: Comparación con el ECA de los valores de turbiedad en las fuentes de agua identificadas



La turbiedad en los cinco puntos de muestreo de la microcuenca de Pariac no sobre pasan el ECA-A2, tal como se muestra en el Gráfico N°04. La presencia de estas partículas puede ser ocasionada por los procesos erosivos de los suelos de la microcuenca. En época lluviosa, la turbidez aumenta considerablemente y cambia por completo el color del agua.

4.1.2. Parámetros Químicos

Cuadro N°03: Resultado del análisis de parámetros químicos de las fuentes de agua identificadas

Parámetro Químicos	Unidad	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	ECA A2
Nitratos NO_3	mg/L	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	50
Hierro (Fe)	mg/L	0.097	0.034	0.018	0.030	0.031	0.031	1
Manganeso	mg/L	0.3445	0.1083	0.0253	0.0238	0.0128	0.0098	0.4
Aluminio	mg/L	0.61	0.14	0.02	0.03	0.01	0.01	5
Arsénico	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01
Plomo	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.05

Fuente: Elaboración propia

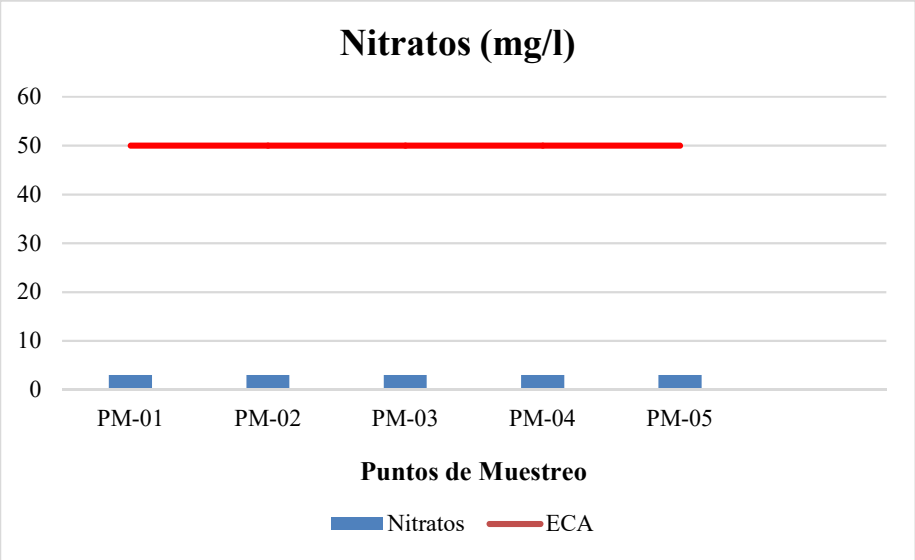
Cuadro N°04: Resultado del análisis de parámetros químicos de la fuente de agua que actualmente abastece a Macashca

Parámetro Químicos	Unidad	PM-06	ECA A1
Nitratos NO_3	mg/L	0.242	50
Hierro (Fe)	mg/L	0.031	0.3
Manganeso	mg/L	0.0098	0.4
Aluminio	mg/L	0.01	0.9
Arsénico	mg/L	<0.001	0.01
Plomo	mg/L	<0.0004	0.01

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°04 se muestran los resultados del análisis de parámetros químicos de la fuente de agua que actualmente abastece al Centro Poblado de Macashca. Como se puede apreciar, estos parámetros se encuentran por debajo del ECA para agua, sub categoría A1.

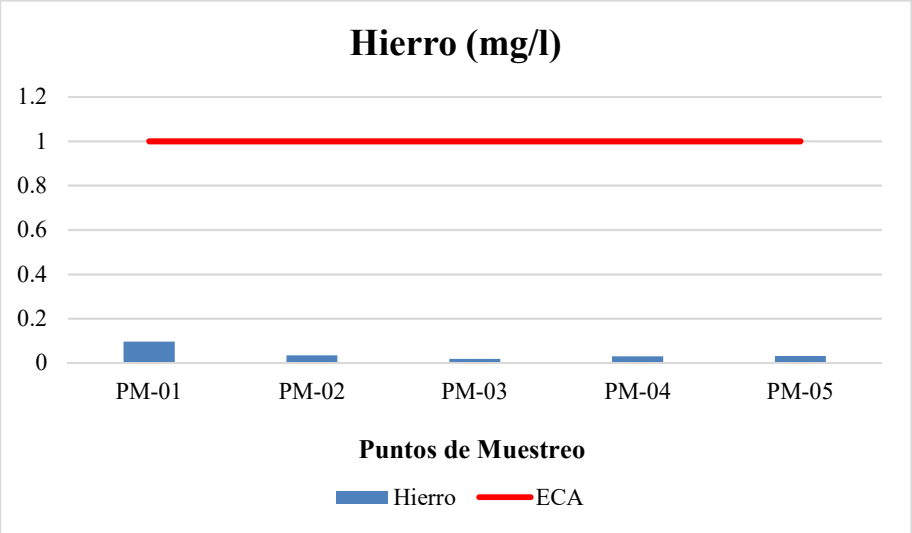
Gráfico N°05: Comparación con el ECA de la concentración de nitratos en las fuentes de agua identificadas



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N°05 se aprecia que la concentración de nitratos en los cinco puntos de muestreo se encuentra por debajo del ECA para agua.

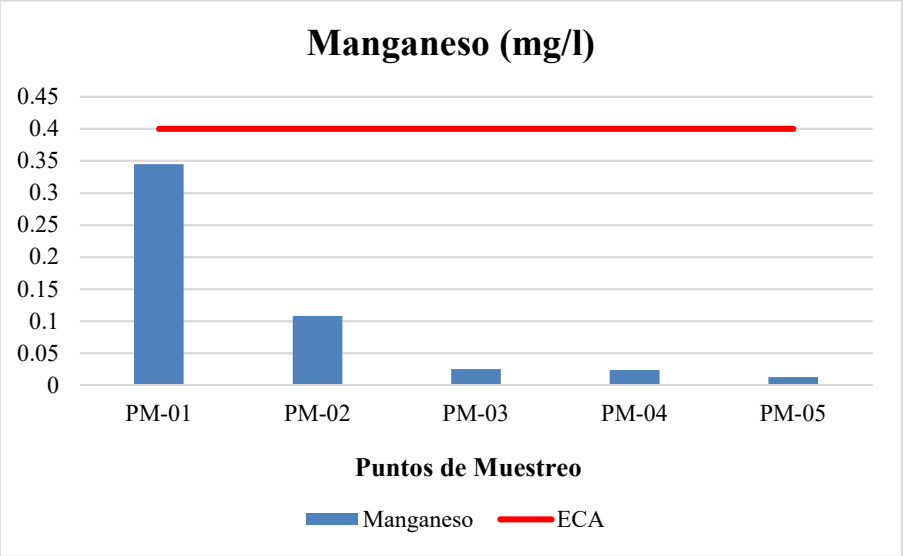
Gráfico N°06: Comparación con el ECA de la concentración de hierro en las fuentes de agua identificadas



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el Gráfico N°06, la concentración de hierro en los cinco puntos de muestreo se encuentra dentro del ECA para agua.

Gráfico N°07: Comparación con el ECA de la concentración de manganeso en las fuentes de agua identificadas

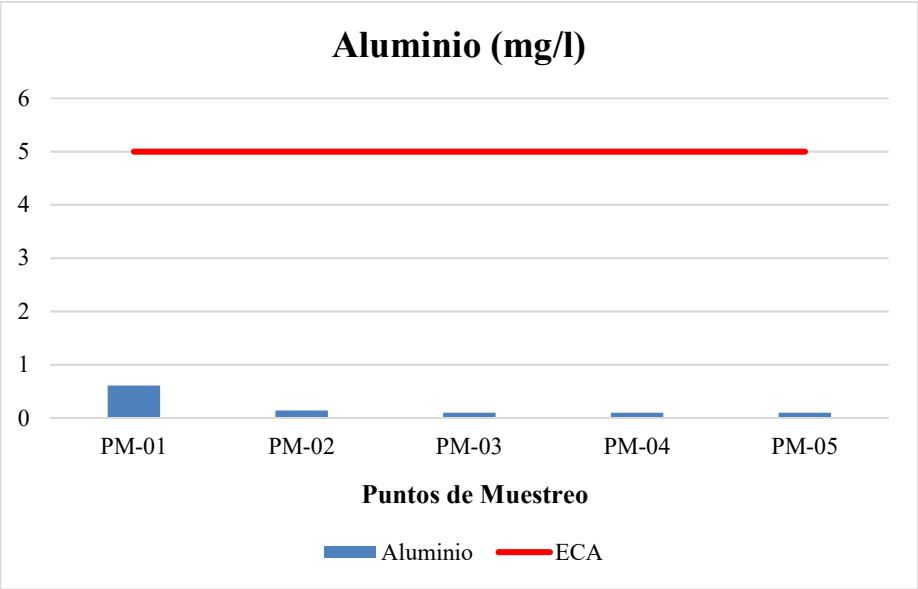


Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N°07 se aprecia que la concentración de manganeso en los cinco puntos de muestreo se encuentra dentro del valor del ECA para agua. Por otro la concentración de Mn en el PM-01 es mayor en comparación al resto, debido a la disolución de rocas y minerales, cuando las corrientes de aguas

superficiales, pluviales o subterráneas entran en contacto con los suelos ricos en óxido de Mn.

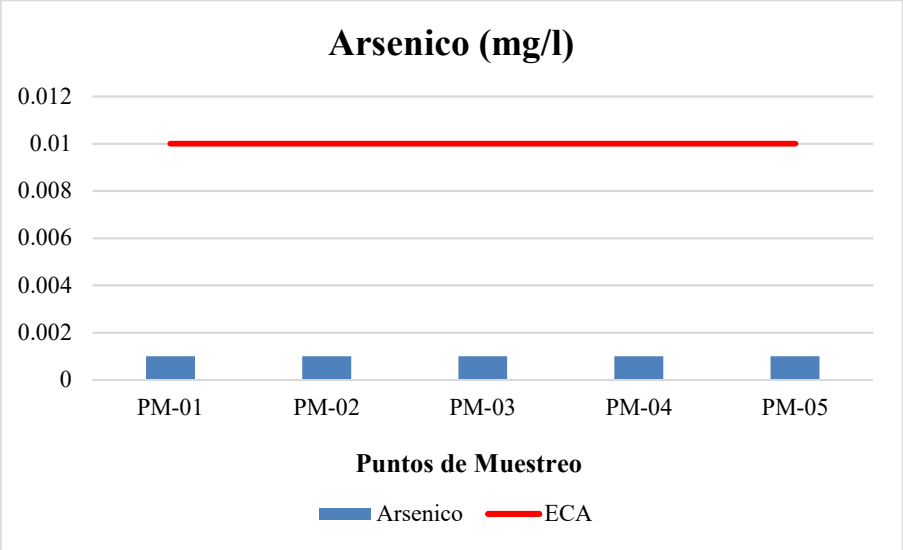
Gráfico N°8: Comparación con el ECA de la concentración de aluminio en las fuentes de agua identificadas



Fuente: Elaboración propia

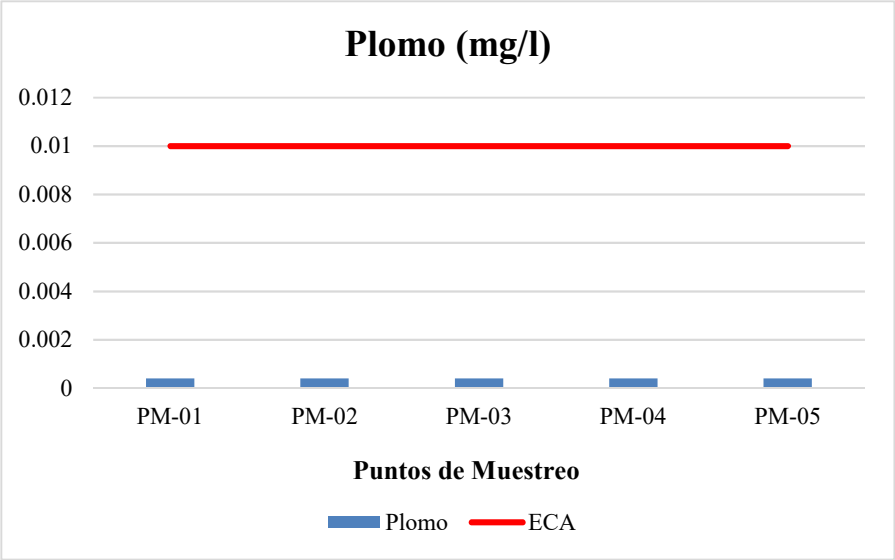
Como se aprecia en el Gráfico N°8 la concentración de aluminio en los cinco puntos de muestreo no sobrepasan el ECA para agua.

Gráfico N°9: Comparación con el ECA de la concentración de arsénico en las fuentes de agua identificadas



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°10: Comparación con el ECA de la concentración de plomo en las fuentes de agua identificadas



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N°10 se aprecia que la concentración de plomo en los cinco puntos de muestreo se encuentra por debajo del valor del ECA para agua.

4.1.3. Parámetros Microbiológicos

Cuadro N° 05: Resultado del análisis de parámetros microbiológicos de las fuentes de agua identificadas

Parámetro Bacteriológicos	Unidad	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	ECA A2
Coliformes Totales	NMP/100 ml	0.00	0.00	5.00	25.00	55.00	50
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	15	29	47	68	79	20

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°06: Resultado del análisis de parámetros microbiológicos de la fuente de agua que actualmente abastece a Macashca

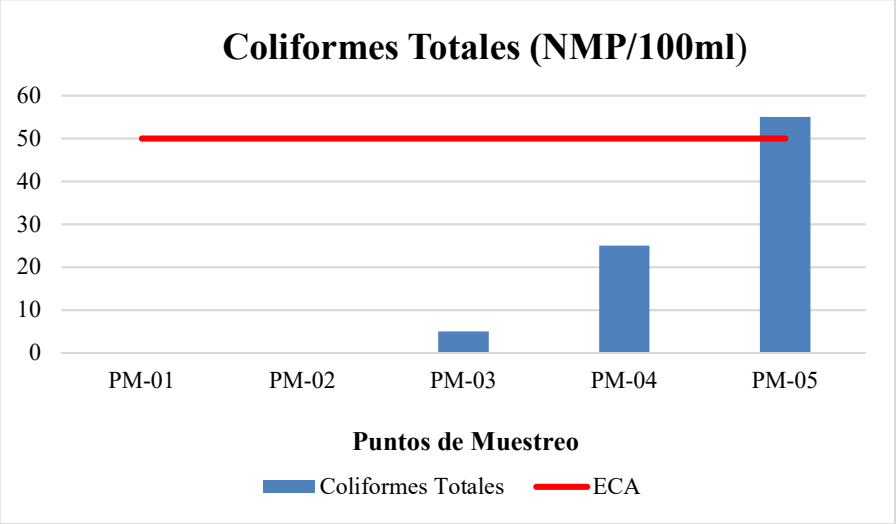
Parámetro Bacteriológicos	Unidad	PM-06	ECA A1
Coliformes Totales	NMP/100 ml	13x10	50
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	84	20

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el Cuadro N°06, los valores de los parámetros microbiológicos del análisis de la fuente de agua que actualmente abastece al Centro Poblado de Macashca, se encuentran por encima del ECA para agua,

sub categoría A1, indicando una contaminación biológica de este recurso hídrico.

Gráfico N°11: Comparación con el ECA de la cantidad de coliformes totales en las fuentes de agua identificadas

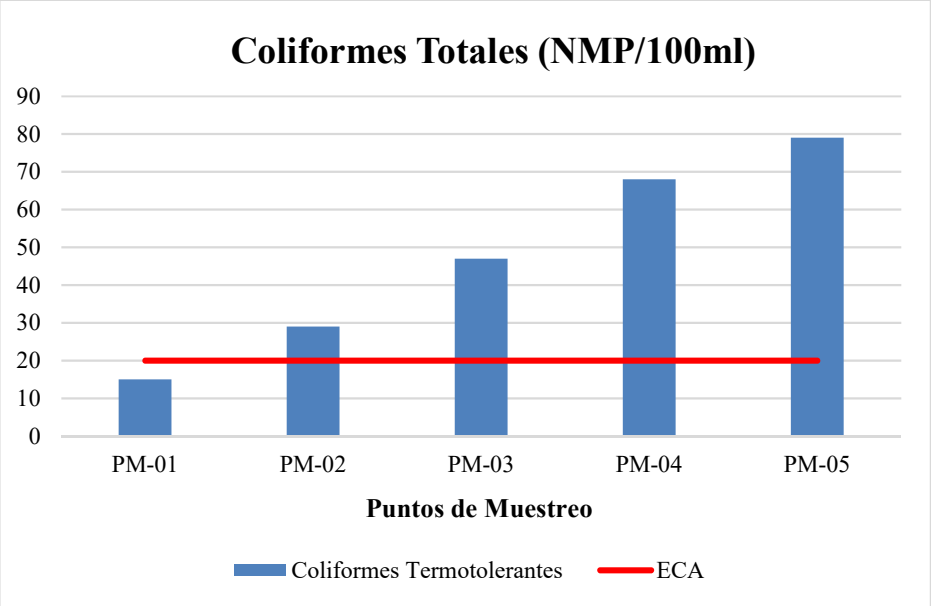


Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N°11 se aprecia que la cantidad de coliformes totales en el PM-05 sobrepasan el ECA para agua, mientras que en el PM-04, PM-03, PM-02 y PM-01 los valores se encuentran dentro del ECA.

Para sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales, esta bacteria no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria.

Gráfico N°012: Comparación con el ECA de la cantidad de coliformes termotolerantes en las fuentes identificadas



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N°12 se aprecia que la cantidad de coliformes totales en el PM-02, PM-03, PM-04, PM-05 sobrepasan el ECA, mientras que en el PM-01 los valores se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental. Al analizar las situaciones en las que hay la posibilidad de contacto con agentes peligrosos para la salud de la población, puede deberse a la defecación al aire libre debido al bajo porcentaje de servicios higiénicos que existe en la localidad o por excremento de animales domésticos que llegan hasta las fuentes de agua, debido a que estas se encuentran sin protección de ninguna índole.

4.2. Diagnóstico del manejo de agua para consumo humano

4.2.1. Identificación de las fuentes de agua

Se identificaron 06 fuentes de aguas superficiales, ubicadas a lo largo de la microcuenca de Pariac. Actualmente la obra de captación que abastece al Centro Poblado de Macashca se encuentra ubicada en la quebrada de Pariac-sector Pinahuasi, en la parte media de la microcuenca.

Tabla N°07: Ubicación de las fuentes de agua

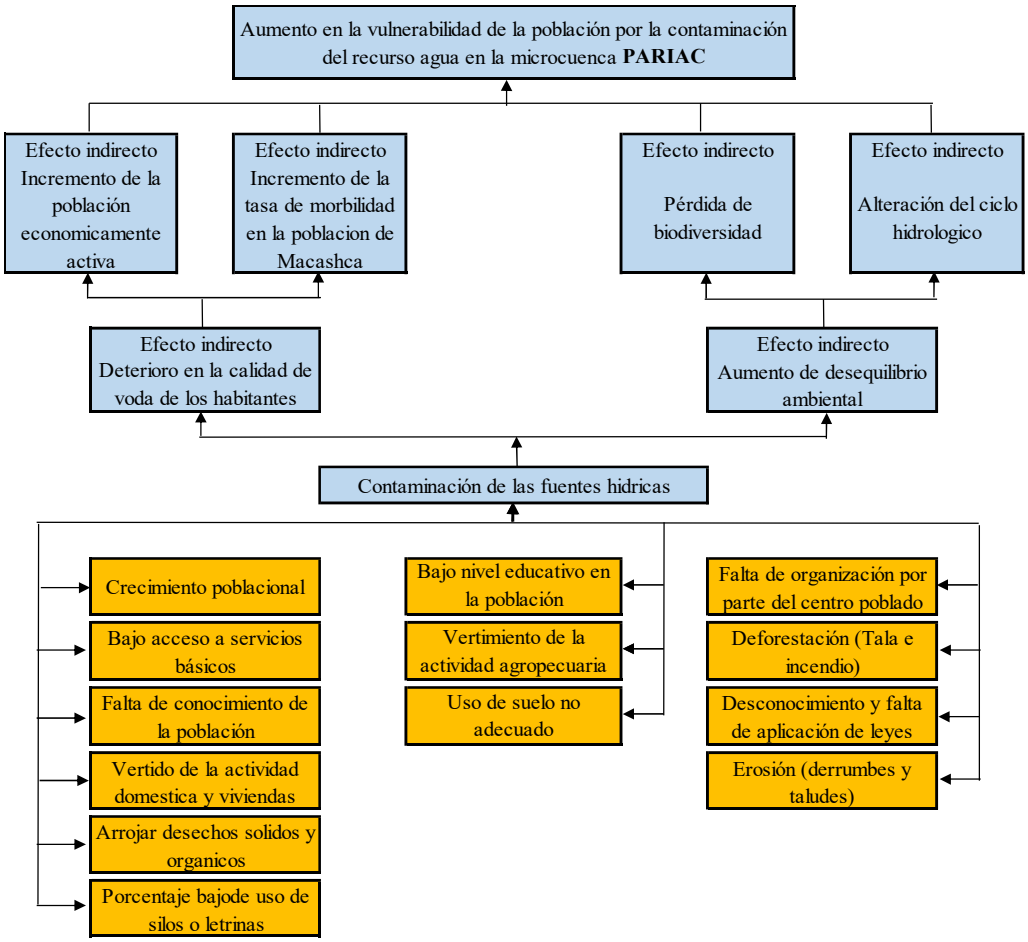
Punto de muestreo	Descripción de la fuente de agua	Altitud m.s.n.m.
PM-01	Ingreso de riachuelo Ishpanca	4380
PM-02	Salida de laguna Rajucolta-Tambillo	4245
PM-03	Ingreso del riachuelo Pallacapunco	3905
PM-04	Canal Juan Velasco Alvarado-Sector Purush	3829
PM-05	Captación canal Pinahuasi	3541
PM-06	Ingreso bocatoma Pariac-Pinahuasi	3451

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Posibles fuentes de contaminación del agua

El estudio realizado en la microcuenca Pariac permitió identificar las fuentes de contaminación de origen antropogénicos, que posiblemente están afectando la calidad del recurso hídrico en la microcuenca de Pariac. Todo ello se convierte en un problema complejo debido a que es la aportación de varias causas (Figura N°01), las que están sumando a una probable contaminación.

Figura N°01: Causas y efectos de la contaminación del agua en la microcuenca Pariac



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°08: Fuentes de contaminación del agua en la microcuenca de Pariac

Posibles fuentes de contaminación	Descripción
Deforestación	Entre las causas directas más importantes de la deforestación se encuentra la necesidad de energía, consumo de leña y la pobreza debido a que se necesitan explotar los ecosistemas para obtener recursos. Otra causa es la necesidad de abrir espacios nuevos para la agricultura, cría de ganado, urbanización y construcción de infraestructura. Esto ha generado una gran presión sobre los bosques, ocasionando que en la microcuenca Pariac existe escasa cobertura forestal.
Agricultura	Los agricultores de la microcuenca utilizan las dos terceras partes de sus tierras para la producción de cultivos de granos básicos y tubérculos de subsistencia. Sin embargo, parte de sus tierras son utilizadas en cultivos perennes, los granos de sus huertos familiares. Dicho sea, la producción de cultivos, mayoritariamente granos básicos y tubérculos, incrementa la demanda de personal de aporque y de insumos químicos importados, especialmente fertilizantes y plaguicidas; cuyos restos de estos residuos terminan siendo drenados a los recursos hídricos.
Ganadería	Las áreas dedicadas al pastoreo de ganado vacuno, equino y mular se encuentran degradadas y no tienen mayor cobertura vegetal al estar compactadas por las pisadas de los animales, lo que disminuye la infiltración y aumenta la escorrentía. Así mismo los potreros colindan con los cauces de agua, ya que los utilizan como bebederos y el ganado tiene libre circulación por las fuentes de agua. Las excretas del ganado tienen un alto concentración de nitrógeno, fósforo y materia orgánica consumidora de oxígeno, y que a menudo, albergan organismos patógenos causante de enfermedades.
Ausencia de unidades básicas de saneamiento	En el centro poblado de Macashca no existe ningún tratamiento de las aguas residuales, por ende no se cuenta con redes de alcantarillado ni unidades básica de saneamiento adecuadas para los pobladores, esto hace que la mayor parte de estos realicen sus actividades de necesidad básica en silos y otros al aire libre, siendo contaminadas las agua tanto superficiales por las escorrentías y las aguas subterráneas por las infiltraciones. Este podría ser uno de los mayores contaminantes de agua en la microcuenca.
Gestión inadecuada de residuos sólidos	Dado a que no existe un sistema de recolección de residuos sólidos, ni de un área adecuada para la disposición final de estos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°09: Área ocupada de acuerdo al uso de suelos en la microcuenca de Pariac

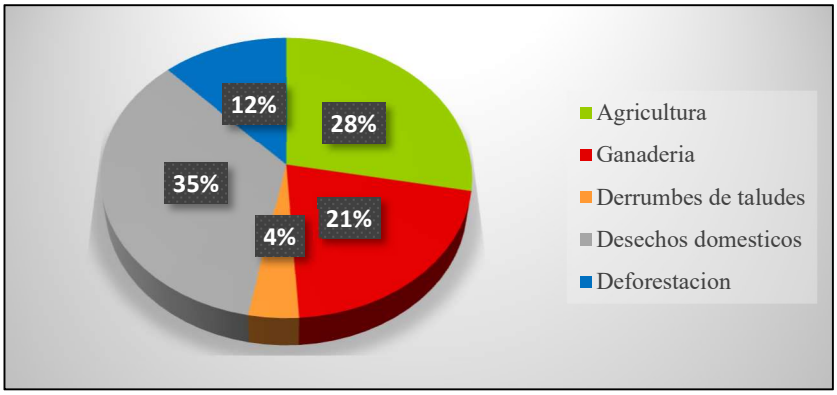
Uso de suelo	Área (ha)	Porcentaje
Agricultura costera y andina	1539.50	14.38 %
Arena alto andina con escases	2461.16	22.99 %
Bosque relicto alto andino	183.64	1.72 %
Glaciar	1621.44	15.15 %
Laguna, lagos y cocha	80.68	0.75 %
Matorral arbustivo	1279.19	11.95 %
Pajonal andino	3488.00	32.59 %
Plantación forestal	49.86	0.47 %
Total	**10703.47**	**100.00%**

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°09 se muestran los datos de área por hectáreas, ocupada de acuerdo al uso de suelos en la microcuenca de Pariac, los cuales fueron obtenidas en campo mediante encuestas a los pobladores de la zona y representadas en un Mapa de Uso de Suelos (Ver Anexo N°01), lo cual corrobora que la agricultura (desarrollada en aprox. 1539.50 Ha) y la ganadera (desarrollada en 3488.00 Ha aprox.) son algunas de ñas actividades económicas que ocupan mayor espacio dentro del área de estudio.

De acuerdo a las encuestas realizadas a la población seleccionada sobre las posibles fuentes de contaminación del agua en la microcuenca de Pariac, se obtuvieron los siguientes resultados:

Gráfico N°013: Posibles causas de contaminación del agua manifestada por los pobladores de la microcuenca Pariac



Fuente: Elaboración propia

Se observa que en el Grafico N°13, el 35 % de la población encuestada considera que la principal fuente de contaminación del agua es la inadecuada gestión de desechos domésticos (residuos sólidos y aguas residuales), seguida de la agricultura con un 28 %, la cual fue considerada como una fuente de contaminación difusa, por el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos. En tercer lugar se encontró la ganadería con un 21%, mientras que solo el 12 % de la población considera como fuente contaminante la deforestación y solo el 4% los derrumbes de taludes en la zona.

4.2.3. Balance de oferta y demanda

a. Oferta

Se realizó in situ los respectivos aforos de las 06 fuentes de agua, con el apoyo de los pobladores del C.P. de Macashca. Asi mismo se calculó el aforo promedio de acuerdo a las anotaciones obtenidas en campo.

$$\boxed{Q = 4.850\ {}^{l}/_{s}}$$

b. Demanda

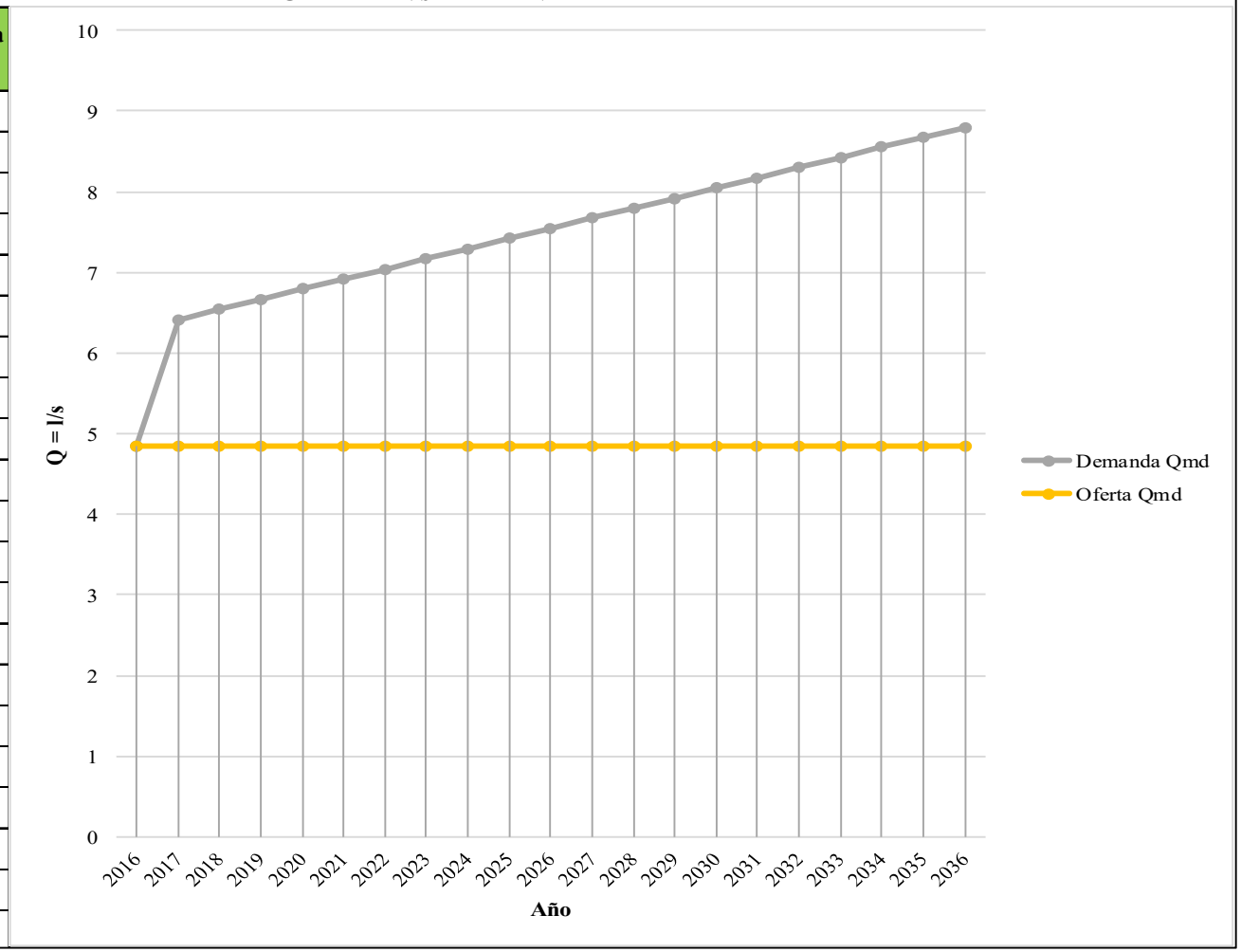
La demanda fue estimada en la hoja de cálculo (Ver Anexo N°04) para la nueva población con una proyección de 20 años.

$$\boxed{Q = 8.801\ {}^{l}/_{s}}$$

En el Grafico N°02 se observa que la oferta (Qmd) estimada en base al promedio de caudales de las 06 fuentes de agua es de 4.85 l/s, mientras la demanda (Qmd) sigue una tendencia de incremento a medida que los años van transcurriendo.

Gráfico N°014: Oferta vs Demanda

Año	Periodo	Oferta Qmd	Demanda Qmd
2016	0	4.85	4.85
2017	1	4.85	6.41
2018	2	4.85	6.54
2019	3	4.85	6.66
2020	4	4.85	6.79
2021	5	4.85	6.92
2022	6	4.85	7.04
2023	7	4.85	7.17
2024	8	4.85	7.29
2025	9	4.85	7.42
2026	10	4.85	7.54
2027	11	4.85	7.67
2028	12	4.85	7.80
2029	13	4.85	7.92
2030	14	4.85	8.05
2031	15	4.85	8.17
2032	16	4.85	8.30
2033	17	4.85	8.42
2034	18	4.85	8.55
2035	19	4.85	8.67
2036	20	4.85	8.80



Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Inspección sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable

a. Fuente

La fuente donde se encuentra la obra de captación es la quebrada Pariac en la parte media de la microcuenca, a orilla de sus cauces se encuentran ganaderías y piscigranjas. La demanda actual se encuentra insatisfecha, a ello se le suma la baja que experimenta el caudal en época seca. Según los pobladores el sabor, color y olor del agua es aceptable pero en época de lluvia el color se ve afectado notablemente, tomando un color chocolate y la turbidez aumenta por el arrastre de sedimentos.

Según los indicadores propuestos, la fuente presenta un riesgo medio, debido a la topografía irregular del terreno, que origina problemas con la tubería.

b. Área de recarga

El área de recarga se encuentra ubicado en el terreno de la comunidad; la cual cedió la zona, pero ejercen su tenencia a su completo beneficio y no es de prioridad conservarla; es por este motivo que la mayor parte se encuentra deforestada. En esta zona de la microcuenca no se ejecuta ningún programa de mitigación o sostenibilidad ambiental a pesar de que se desarrollan diversas actividades que podrían afectar la calidad del agua y ambiente.

c. Zona de captación

El acceso a esta zona es libre para cualquier persona. El área se encuentra cercada con alambre deteriorado y tiene un radio de 10 metros. Cabe mencionar que este cerco no protege el paso de animales que llegan a beber de esta agua.

En la zona se realiza una limpieza cada año, lo cual es insuficiente; aguas arriba se realizan actividades económicas (ganadería y agricultura) y se encuentran ubicadas las fosas sépticas, las cuales podrían contribuir a la contaminación de la fuente de agua. Se determinó que la zona se encuentra en un riesgo medio.

d. Obra física de captación

La captación está construida de concreto, debidamente pulida; la cubierta de la caja presenta grietas que facilitan el ingreso de agua lluvia a esta estructura.

La caja cuenta con un tubo de rebose que no está protegido con malla y no posee ninguna forma de desviación del agua de escurrimiento. También cuenta con un tubo de limpieza en el fondo, el cual se encuentra cerrado con un tapón. Las válvulas de control están en condiciones operables.

Alrededor de la captación se encuentran arbustos, que al botar sus hojas caen y tapan el tubo de salida. La obra se encuentra en riesgo medio.

Imagen N°0 1: Captación centro poblado de Macashca

e. Línea de conducción

El material de la línea de conducción es combinada de PVC, de un diámetro de 4 pulgadas. Esta tubería se encuentra soterrada en tramos y existen partes aéreas que no están ancladas a mamposterías. Las fugas en la línea de conducción son frecuentes, y constantemente se hacen reparaciones para disminuirlas. Posee 1 válvula de aire y 2 de limpieza. El mayor problema en esta parte del sistema se da en época de estiaje, durante las quemas ya que el fuego generado por los

pobladores alcanza la tubería en las partes aéreas. El riesgo en este tramo es bajo.

f. Reservorio

El tipo de tanque es superficial, construido de concreto, con forma rectangular y con un lateral de 6 m de ancho y 3 m de altura. Su techo es de loza de concreto y evita el ingreso de algún tipo de contaminante. Cuenta con sus accesorios, especificaciones técnicas y un mecanismo de seguridad para su funcionamiento. Posee una capacidad es de 75 000 litros y se encuentra ubicado en un terreno perteneciente a la comunidad. La capacidad del tanque no satisface la demanda actual. En cuanto al tema de desinfección, este no es realizado debido a que no se cuenta con economía tal como lo manifestaron los pobladores, por lo que el riesgo es medio.

Imagen N°02: Reservorio centro poblado de Macashca

g. Hipoclorador

Existe un hipoclorador que está en malas condiciones, no cuenta con su control de goteo y tampoco con el sistema de flotador o medición de nivel. Desde su construcción presentó fallas de instalación, por lo que ocasionaba problemas y nunca entró en funcionamiento. Este es un problema de suma importancia, debido a que es el único tratamiento de desinfección que se podría dar en el

sistema y no se ha realizado adecuadamente. Este factor se encuentra en riesgo alto.

h. Red de distribución

No existe un plano actualizado del sistema de agua potable. Se brinda abastecimiento las 24 horas, los 7 días de la semana pero no hay cobertura total, solo se le brinda el servicio al 85% de la población, debido a que existen fugas en las tuberías enterradas y se hacen esfuerzos por repararlas, pero el mayor problema es el desperdicio de agua potable parte de los usuarios por lo que se encuentra en riesgo medio.

i. Muestreos e inspecciones

Actualmente no hay personal encargado que realice el monitoreo de la calidad del agua ni se cuenta con el equipo necesario, pese a que el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM se encuentra a una hora del centro poblado, donde se podrían llevar a cabo los análisis de rutina. A la vez se manifiesta nuevamente la incapacidad por parte de las autoridades en mención a los servicios de agua potable. Para este proceso es indispensable la participación de los usuarios del sistema debidamente capacitados; por ser ellos los que deben advertir y exigir a la JASS de Macashca la adopción de medidas correctivas oportunas que permitan el consumo de agua potable de calidad. En campo se observó mucha apatía de la población hacia estos temas.

j. Administración del sistema

Al no realizarse las reuniones periódicamente, la responsabilidad es puntualizada directamente al presidente a la vez que hay dificultades en la parte financiera debido a esto el sistema opera con déficit por falta de presupuesto, lo que también dificulta tener una almacén con insumos y materiales para su mantenimiento. No se lleva un adecuado control e inventario de los cobros realizados

con talonarios y libros a los usuarios, así mismo no se cuenta con un personal capacitado en gasfitería, debido a que no existe capacidad económica para mantenerlo establemente. La tarifa es la cantidad de dinero aprobada por la Asamblea General que solo algunos usuarios pagan mensualmente.

No hay un sistema de recaudación ágil a usuarios. Se presenta el problema de morosidad y conexiones ilegales, falta de capacitación periódica al consejo directivo de la JASS.

En la Tabla N°10 se presenta un resumen de los indicadores de cada unidad del sistema de abastecimiento que se consideraron en la inspección sanitaria, en el que se puede apreciar que la mayoría de las unidades se encuentran en un riego medio a alto, pero sobre todo los problema se dan en la zona de captación y área de recarga, que es donde existen las mayores limitante en cuando a sanidad.

Tabla N°10: Indicadores del sistema de abastecimiento para la inspección sanitaria

Aspecto de la guía de inspección sanitaria	Tipo de riesgo			
	N	B	M	A
Fuente	6	2		
Área de recarga		2		
Zona de captación			2	
Obra física de captación			2	
Línea de conducción			1	
Desarenador (si existe)			1	
Cámara rompe presión(si existe)			3	
Reservorio		4		
Hipoclorador	2	2		
Red de distribución		4		
Muestreo		2		
Administración	2	2		
Organización	2	2		

Fuente: (OMS, 2010)

4.3. Determinación de la percepción de la población frente al uso de tecnologías para la desinfección del agua a escala domiciliaria

4.3.1. Métodos de desinfección propuestos

El propósito de estos tratamientos de agua es acondicionar y modificar para eliminar características indeseables, impurezas y agentes patógenos a fin de proporcionar agua segura, agradable y aceptable a los consumidores; el requerimiento más importante es que esté libre de patógenos.

Debido a la situación del suministro del agua y sumado a que el sistema de abastecimiento de agua potable no se le da ningún tratamiento al agua, se plantean estos métodos caseros a nivel doméstico que emplean tecnologías simples, de bajo costo y sobre todo, que pueden ser implementados en los hogares de la microcuenca.

Se realizó un taller para informar a la población y conocer su aceptación sobre los métodos de desinfección que a continuación se describen:

a. Cloración

Tiene alta capacidad de destruir patógenos con rapidez y amplia disponibilidad, su costo es moderado. El proceso de desinfección con cloro requiere 30 minutos aproximadamente. Los productos químicos basados en cloro fueron los desinfectantes preferidos para tratar el agua potable por los pobladores, los que manifestaron que podrían usar cloro porque resultó sumamente bueno, es seguro de usar cuando se maneja adecuadamente, es muy eficaz en función de los costos y por sus cualidades residuales. Otro elemento importante es que se puede implementar en todo el sistema de agua con un tratamiento accesible mediante el uso de sistemas de cloración por goteo, clorinadores y en últimos casos los hipocloradores; estos consisten en diluir cloro en polvo en agua; esta mezcla, a su vez, se vierte de manera dosificada en reservorios de agua para consumo humano y/o en el caso de los clorinadores el uso de pastillas de cloro, tal vez como los tanques de almacenamiento en los sistemas que existen.

b. Coagulación y floculación

Este método cambia el comportamiento de las partículas en suspensión, de manera que se atraigan hasta el material agregado. El proceso de floculación consiste en la agitación lenta y suave, en el cual las partículas entran en contacto recíproco, y se unen unas a otras para formar partículas de mayor tamaño que pueden separarse por sedimentación o filtración. Con fines de utilizar coagulantes naturales se planteó el uso de la *moringa oleífera*. Es una planta de rápido crecimiento, alcanzando hasta 4 m de altura. Se reproduce por estacas y semillas, las cuales han dado muy buenos resultados para la clarificación de agua y remoción de bacterias.

c. Filtración lenta

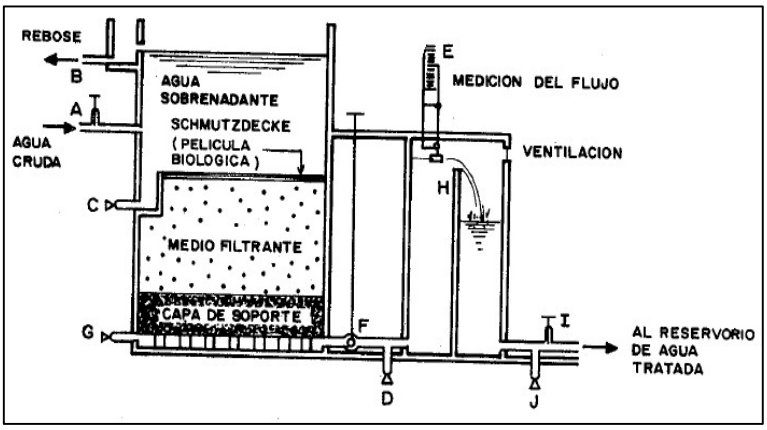
Es un proceso de purificación del agua que consiste en hacerla pasar a través del lecho poroso de un medio filtrante. Durante este paso, la calidad del agua se mejora considerablemente por reducción del número de microorganismos (bacterias, virus, quistes), eliminación de materias en suspensión y de materia coloidal. En la superficie de un lecho ya maduro se forma una película biológica, que consta de una gran variedad de microorganismos muy activos, que descomponen la materia orgánica, mientras que gran parte de la materia inorgánica en suspensión queda retenida por acción física.

- **Descripción**

  En principio, la sustancia porosa del lecho filtrante puede ser cualquier material estable, pero en el campo de abastecimiento de agua potable la práctica normal es usar lechos de material granular; en particular, se usa arena por ser barata, inerte, durable, ampliamente disponible y por dar excelentes resultados.

  Básicamente, una unidad de filtración lenta consta de un tanque que contiene una capa sobrenadante de agua cruda, de un lecho de arena filtrante, de un sistema de drenaje y de un juego de dispositivos de regulación y control del filtro (Figura N°02):

Figura N°02: Elementos básicos de un filtro lento de arena



Fuente: Elaboración propia

- **Capa de agua sobrenadante**

  La capa de agua sobrenadante sirve para dos propósitos: primero, proporciona una carga de agua suficiente para hacer que el agua cruda pase a través del lecho del medio filtrante; segundo, origina un tiempo de retención de varias horas del agua cruda a ser tratada, período durante el cual las partículas pueden sedimentar.

  La altura normalmente usada de la capa de agua sobrenadante es de un metro. Es práctica normal mantener el nivel del agua sobrenadante a una altura constante. Las paredes del reservorio de agua sobrenadante deben tener una altura suficiente como para dejar libre de 0.2 a 0.3 metros sobre el nivel del agua.

  Para la remoción del material sobrenadante el filtro puede estar dotado de un dispositivo (manual). El filtro debe contar, así mismo, con un vertedero de derrame o rebose que drene el exceso de agua.

- **Lecho del medio filtrante**

  El medio filtrante debe está compuesto por material granular, inerte y durable. Normalmente se usa arena exenta de arcilla y de preferencia libre de materia orgánica.

- **Sistema de drenaje**

  El sistema de drenaje sirve para dos propósitos: permite un paso libre para la recolección del agua tratada, y da soporte al medio filtran-te, de modo que se asegure una velocidad de filtración uniforme sobre toda el área del filtro.

El sistema de drenaje puede tener diversas configuraciones: drenes principales y laterales construidos de tuberías perforadas o separadas, bloques o ladrillos de concreto, etc. El sistema de drenes está cubierto por capas de grava.

La grava se tiende en capas, comenzando con los granos mayores en el fondo y reduciendo progresivamente su diámetro hacia arriba. La grava impide que el material granular del lecho del filtro sea acarreado hacia el sistema de drenaje.

- **Dispositivos de regulación y control del filtro**

  Normalmente se utilizan las siguientes soluciones:

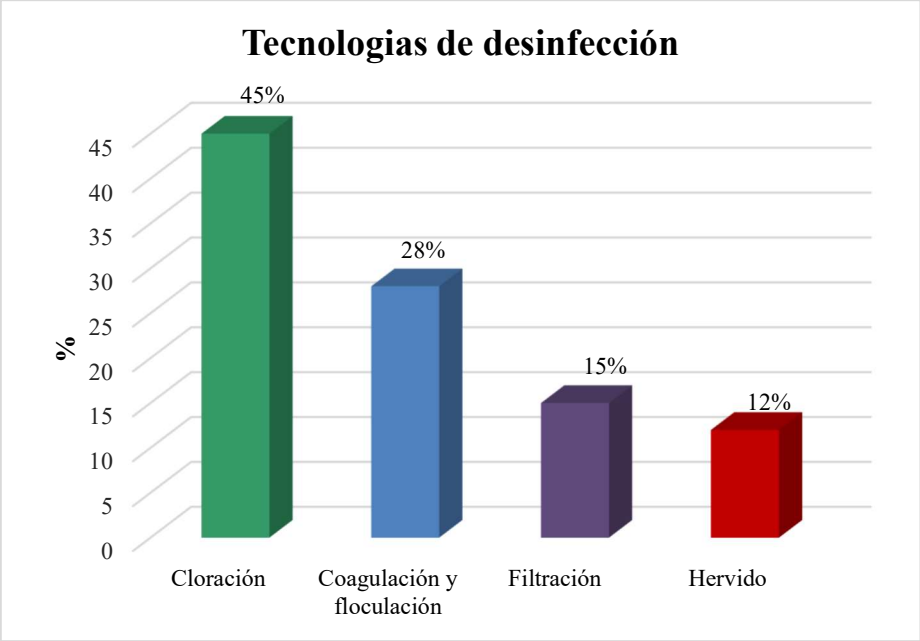
  - Entrada de agua cruda al reservorio de agua sobrenadante hasta un nivel constante dentro del tanque del filtro.
  - Eliminación del exceso de agua y de la nata por medio de un vertedero de derrame o rebose.
  - Drenaje del agua sobrenadarte antes de efectuar la limpieza del filtro.
  - Drenaje del agua en la capa superior del lecho filtrante.
  - Medida del caudal del agua efluente por medio de un dispositivo calibrado de medición de caudal.
  - Regulación de la velocidad de filtración.
  - Ingreso de agua limpia para llenar en forma ascendente el lecho filtrante después de efectuar la limpieza del filtro.
  - Dispositivo de prevención de presiones negativas en el lecho filtrante.
  - Descarga del agua tratada al tanque de almacenamiento de agua tratada, o al desagüe.

d. Hervido

Hervir vigorosamente el agua durante diez minutos, mata cualquier microorganismo presente que pueda causar enfermedades. El inconveniente de este método es que aumenta la demanda de leña, necesitando mayor trabajo y tiempo para su recolección

Luego de proponer estas diversas unidades de desinfección se realizó una encuesta de aceptación a la población por cada una de estas obteniendo diversas respuestas.

Gráfico N°15: Porcentaje de aceptación de los métodos de desinfección del agua por la población de la localidad de Macashca



Fuente: Elaboración propia

En el Grafico N°15 se aprecia que el 45 % de la población encuestada de Macashca acepta que el método de cloración por goteo es más adecuado debido a su bajo costo y efectividad, mientras que el 28 % y 15 % de la población señalan como métodos eficientes la coagulación, floculación y filtración. Solo un 12 % de la población considera como método apropiado de desinfección del agua el hervido.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Diagnóstico del manejo de agua para consumo humano

Se identificaron 06 fuentes de agua a lo largo de la microcuenca Pariac, cuya calidad podría verse afectada principalmente la presencia de fuentes de contaminación de origen antropogénico como la agricultura y ganadería de manera insostenible (FAO, s.f.). A ello se le suma la gestión inadecuada de residuos sólidos, deforestación y ausencia de unidades básicas de saneamiento (baños) en el Centro Poblado de Macashca, tal como se apreció durante los recorridos en la microcuenca.

De acuerdo a la percepción de los pobladores de Macashca, reflejada en las encuestas y talleres realizados se determinó que la generación de desechos domésticos, agricultura y ganadería son las principales fuentes contaminantes del agua en su localidad, lo cual repercute en la microcuenca Pariac.

Según el Mapa de Uso de Suelos en la microcuenca Pariac la agricultura es desarrollada en aprox 1539.50 Ha) y la ganadería ocupa un espacio de 3488.00 Ha aprox.), lo cual permitió corroborar la información obtenida en campo, para la identificación de las fuentes contaminantes de agua.

De acuerdo a la inspección sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Macashca, según la guía de inspección sanitaria de la OMS, la infraestructura del sistema presenta un riesgo bajo, motivo por el cual la población de Macashca no consume agua potable de calidad. Por otra parte se pudo apreciar que la JASS de Macashca no está trabajando de manera eficiente al presentar problemas de aceptación por parte de los usuarios, morosidad en pagos por el servicio y carencia de apoyo en el tema de manteamiento y operación por parte del ATM de la Municipalidad Provincial de Huaraz.

En el Perú, todavía existe una brecha entre la oferta y la demanda del servicio de agua debido a que no existe una planificación concertada y gestión de los recursos hídricos que priorice el uso del agua para consumo humano (PNSR, 2017) . De acuerdo a los métodos establecidos en la investigación, la oferta el de abastecimiento de agua se encuentra en su límite debido al crecimiento poblacional en el C.P de Macashca.

Evaluación de la calidad del agua para consumo humano

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) 1100 millones de personas en el mundo carecen de acceso a un agua segura; en consecuencia, cada año alrededor de cuatro millones de personas, la mayoría de ellas niños, mueren por enfermedades de origen hídrico, ya que el 80% de las enfermedades en los países en desarrollo está relacionado con el consumo de agua. Entonces el sistema de purificación del agua que se ha ejecutado beneficia a una parte de las familias del Centro Poblado.

Los parámetros de calidad de agua se diferencian según sus orígenes biológicos, químicos y físicos por causas principalmente de carácter antropocéntrico como el caso del uso de la tierra. (Villegas, 1995)

Los resultados de los análisis de parámetros microbiológicos: Coliformes totales y coliformes termotolerantes en las muestras de agua en los puntos PM-03, PM-04, PM-05 y PM-06 fueron comparados con el ECA sub categoría A2 y sub categoría A1, lo cual permitió conocer que los parámetros de las muestras sobrepasan los valores recomendados; evidenciándose así una contaminación microbiológica debido a la presencia de ganado en zonas de pastoreo aledañas a los cuerpos de agua. También

cabe mencionar la carencia de unidades básicas de saneamiento (baños) y la ubicación inadecuada de potreros.
Por otra parte los resultados de las muestras de agua en los puntos PM-01 y PM-02 no sobre pasan el ECA debido a la altitud en la que se ubican los cuerpos de agua y la escasa vegetación.

Los resultados de los análisis de parámetros Químicos: Nitratos, hierro, manganeso, aluminio, arsénico y plomo en las muestras de agua en los puntos PM-01, PM-02, PM-03, PM-04, PM-05 y PM-06 fueron comparados con el ECA sub categoría A2 y sub categoría A1, lo cual permitió conocer que los parámetros de las muestras no sobrepasan los valores recomendados, lo cual facilitaría el tratamiento de estas aguas para su consumo humano.

Los resultados de los análisis de parámetros Físicos: Temperatura, conductividad, sólidos disueltos totales y turbiedad en las muestras de agua en los puntos PM-01, PM-02, PM-03, PM-04, PM-05 y PM-06 fueron comparados con el ECA sub categoría A2 y sub categoría A1, lo cual permitió conocer que los parámetros de las muestras no sobrepasan los valores recomendados.

Por otra parte los valores del pH en los puntos de muestreo PM-01 PM-02 no se encuentran dentro del rango establecido por el ECA del ECA sub categoría A2 debido a su acidez debido a la mayor presencia de carbonatos en estos cuerpos de agua, mientras que el pH en los puntos PM-03, PM-04 y PM-05 cumple con el ECA para agua, al ser ligeramente alcalino.

Determinación de la percepción de la población frente a las tecnologías para la desinfección del agua

Según los resultados de las encuestas difundidos en los talleres realizados, el 45% de las familias consideran que la cloración es uno de los métodos de desinfección más efectivos y prácticos debido a la manipulación del hipoclorito de calcio y su costo, además de que anteriormente esta tecnología ha sido implementada en la zona y que por un descuido de la población dejo de ser aplicada. Solo el 28% de la población considera como efectivo el método coagulación y floculación a partir de las experiencias en el tratamiento de agua potable con los coagulantes naturales (moringa), mostrados en los talleres y por ser un método novedoso para ellos. Por otra parte el

15% de la población encuestada considera como efectiva el método de filtración, en base a las experiencias obtenidas en proyectos anteriores ejecutados en la zona, los cuales no tuvieron existo debido a ciertos factores. Finalmente solo 12 % de la población asevera que el hervido es un buen método de desinfección de agua, debido al reporte emitido por la Posta de Salud de Macashca, en el que se da a conocer el incremento de los casos de enfermedades gastrointestinales en la localidad.

Estos métodos deben estar acompañados de elementos técnicos educativos y de gestión comunitaria relacionados entre sí, para tratar de cambiar la conducta sanitaria de la población. Es de hacer notar que algunos de ellos se complementan, y al utilizar ambos, uno aumenta la eficacia del otro.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La propuesta desinfección del agua es la de Cloración por Goteo Adaptado, es una alternativa eficaz para las poblaciones que no cuentan con un sistema seguro de abastecimiento de agua de calidad, constituyen una medida inmediata y de bajo costo, admisible al centro poblado de Macashca y a la vez tiene aceptación de la población, tal como se demostró la consulta realizada en los talleres

- De acuerdo al diagnóstico realizado de las fuentes de agua y administración del servicio de agua potable en el Centro Poblado de Macashca, se concluye que la gestión del recurso hídrico no es adecuada debido a la presencia de fuentes contaminantes de origen antropogénico (ganadería, agricultura insostenible, gestión inadecuada de residuos sólidos y ausencia de infraestructura para la disposición de excretas humanas), escaso compromiso y participación de los usuarios en el tema de uso racional del agua , infraestructura deteriorada del sistema de abastecimiento de agua potable, incumplimiento de funciones de la JASS de Macashca y desinterés en la aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano.

- De acuerdo a los resultados de los análisis de parámetros Microbiológicos (Coliformes totales y coliformes termotolerantes) en las muestras de agua tomadas de las fuentes identificadas a lo largo de la microcuenca Pariac y su comparación con el ECA sub categoría A2 y sub categoría A1, se concluye que existe una contaminación microbiológica de estas al sobrepasar los valores recomendados de los parámetros descritos

- No existe una adecuada estructura para dar vigilancia y cumplimiento a las normativas existentes en el tema de gestión de recursos hídricos. No existe en la microcuenca una política de desarrollo rural basada en el uso sostenible de los sistemas de vida y de la demanda sectorial, carencia de una visión de futuro, poca atención e integración de actores.

- Se concluye que el 45 % de las familias considera que la cloración es el método de desinfección más efectivo y practico, mientras que el 28% de la población considera efectivo el método coagulación y floculación. Por otra parte el 15% de las familias encuestadas consideran como adecuado el método de filtración y solo el 1 asevera que el hervido es un buen método de desinfección del agua.

6.2. Recomendaciones.

- Debido a que no hay cobertura del servicio de agua potable en todo el C.P de Macashca, Se recomienda captar el agua del punto PM-04 por el tema de costo beneficio.

- Se recomienda que el ATM de la Municipalidad Provincial de Huaraz trabaje de manera integrada con la población y se involucre en decisiones referentes a la calidad de agua para consumo humano y servicios de saneamiento, brindándoles acompañamiento y apoyo (económico e informativo); afín de contribuir con la mejorar la calidad de vida a los pobladores del Centro Poblado de Macashca.

- De acuerdo a la Política Nacional Ambiental y Planes de Manejo Ambiental, destinados al control y mitigación de impactos ambientales negativos, estos deberán ser implementados en el C.P de Macashca con apoyo de los grupos de interés (JASS, presidente del Centro Poblado, Centro de Salud, etc), con la finalidad de evitar el deterioro ambiental de la Microcuenca de Pariac.

- Las autoridades del C.P de Macashca deberán gestionar proyectos de ordenamiento territorial para así evitar la proliferación de fuentes de contaminación ambiental.

- Sensibilizar a la población de Macashca en el tema de manejo adecuado y conservación de los recursos hídricos en la microcuenca de Pariac. Así mismo fomentar las buenas prácticas ambientales.

- Se recomienda el uso de productos amigables con el ambiente, para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas.

- Implantar un programa de vigilancia constante de la calidad de agua en la microcuenca, de Pariac, realizando análisis periódicos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que contribuya a la gestión integral del agua para la mejora de la calidad de agua potable en la zona de estudio.

- Se recomienda la forestación de bosques de galería en lo largo del cauce de la microcuenca en las zonas de pajonal andina, como parte del control de erosión y sedimentos producidos por estos fenómenos.

- Cambiar o minimizar, el ganado vacuno y caballar, sustituyéndolos por auquénidos, los que deberán ser traídos de otros lugares.

- implementar sistemas de disposición sanitaria de excretas, considerando necesariamente el nivel freático del agua (para no contaminarla), diseños que no modifiquen notoriamente el paisaje rural y que sean sostenibles.

- Sanear los terrenos de la comunidad donde posteriormente puedan ser implementadas las unidades del sistema de tratamiento, además de implementar la vigilancia permanente y cuidado de cada uno de las unidades.

- Habilitar los hipocloradores parcialmente para la desinfección del agua, en los diferentes sistemas de abastecimiento, para hacerla del agua apta para el consumo humano.

- Gestionar ante la Municipalidad, instituciones del Estado la implementación y/o construcción de unidades básicas de tratamiento las cuales necesarias para suministrar a la población agua potable de calidad y de este modo reducir la

incidencia de enfermedades gastrointestinales en los pobladores del centro poblado de Macashca.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. Bibliografía:

Admur, M. (1991). *Casarett and doull's toxicology the basic science of poisons* (4 ed.). (P. Press, Ed.) USA: McGraw-Hill.

ADRA PERU. (2008). *Plan de Desarrollo Concertado-Centro Poblado de Macashca.* Ancash, Huaraz.

Albert, L. (1990). *Curso básico de Toxicología Ambiental. Centro panamericano de ecología humana y salud-Organización panamericana de la salud-Organización mundial de la salud* (2 ed.). D.F, México: Limusa, S.A de C.V.

ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.* Perú, Lima. Obtenido de www.ana.gob.pe

APHA. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater.* American Public Health Association, Estados Unidos, Washington DC.

Cabelli, C., Dufour, E., Mc Cabe, J., & Levin, A. (1983). *A marine recreational water quality criterion consistent with indicator concepts and risk analysis.* Journal WPCF.

Cánepa, L. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano.Plantas de filtración rápida Manual I: Teoria.* Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

CEPAL. (06 de Junio de 1997). *Manejo de cuencas hidrográficas. Desechos sólidos*. Obtenido de www.infoagua.org/cuencas

CEPE. (1995). *Protecction and Sustainable USE of Waters.* ECE Governments, Ginebra.

CEPIS/OPS. (2000). *Proyecto de capacitación para los laboratorios de El Salvador, Nicaragua y Honduras.Programa de mejoramiento de la capacidad de los laboratorios de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.* Lima, Perú.

D.S.N° 004-MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental para Agua.* Norma peruana.

De la Cruz, P. (2013). *Nivel de aceptación de servicios básicos ecológicos como estrategia de adaptación al cambio climático en el Centro Poblado de Macashca.* Tesis, Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo". Escuela de Posgrado, Perú, Huaraz.

Eaton, A., Clesceri, E., Rice, A., Greenberg, M., & Franson, H. (2005). *Standard methods for the examination of water an wastewater.* American Public Health Association. Washington DC: Centennial.

Ebbing, M. (1990). *Química General* (3 ed.). Houghton Mifflin.

FAO. (s.f.). *Depósito de documentos de la FAO*. Recuperado el 20 de 11 de 2017, de http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s03.htm

Figueroa, R., Gonzáles, H., & Martín, A. (2011). *Tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para uso y consumo humano.* Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Mexico, Morelia.

Gramajo, P. (2004). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11.* Guatemala, Mixco.

Granel, C., Gález, H., & Foster, S. (2002). *Deterioro de la calidad de agua subterránea por el desarrollo poblacional.* México. Cancún: Quintana Roo.

kkk. (2014).

Larios, J., Morales, Y., & Gonzáles, C. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Saber y Hacer: Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, Vol. 2*(Nº 2), Pág. 09-25.

Mejia, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en*

la microcuenca el Limón, San Jerónimo, Honduras. Tesis, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Posgrado, Costa Rica, Turrialba.

Metcalf, & Eddy. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y Reutilización* (3 ed.). Madrid, España: Mc Graw-Hill.

Montes Mallqui, I. (2002). *Evaluación de la calidad del agua de la microcuenca Quebrada Honda.* Tesis, Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo". Escuela Profesional de Ingenería Ambiental, Perú, Huaraz.

Munn, C. B. (2004). *Marine Microbiology: Ecology and applications.* New York: Bios Scientific Publisher.

NTP. (2012). *Calidad de agua: muestreo, preservación y manipulación de muestras.* Norma peruana.

OMS. (2003). *Informe sobre la Salud en el Mundo.* Suiza.

OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable* (Tercera ed., Vol. 1).

OMS. (2010). *Guías para la calidad del agua potable.* Ginebra, Suiza.

OMS. (04 de Mayo de 2017). *Agua, saneamiento e higiene. Clidad del agua potable*. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/

OPS. (2005). *Estudio para el mejoramiento de la calidad de pozos en zonasrurales de Puno.* Puno, Peru.

Otero, S. (2002). *Creación y diseño de organismo de cuencas en la Sub Cuenca Rio Copán Honduras.* Tesis , Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Posgrado, Costa Rica, Turrialba.

Peña, W., & Chan, M. (2015). Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Icán, Guatemala. *Redalyc.org, 7*(1), 19-23. Recuperado el 02 de Setiembre de 2017, de http://www.redalyc.org/pdf/5156/515651508002.pdf

PNSR. (2017). *Datos y cifras del sector saneamiento.* V Curso de Especialización en Agua y Saneamiento, Programa Nacional de Saneamiento Rural, Lima. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: www.pnsr.gob.pe

Prieto, C. (1997). *Autogestión administrativa y financiera del agua.* IICA, Perú, Lima.

Reynolds, J. (2002). *Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el futuro.* San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

Romero, A. (1999). *Calidad del Agua* (2 ed.). D.F, México: Alfaomega.

Sáenz, F. (1999). *Identificación de áreas críticas para el manejo de la cuenca del río Pacuare.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica, Turrialba.

Sawyer, C., McCarty, L., & Parkin, G. (2000). *Química para Ingienería Ambiental* (4 ed.). Mc Graw-Hill.

Terán, P. (2003). *Comparación de métodos para la determinación de perímetros de protección de pozos y su aplicabilidad en algunos pozos del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de El Vigia.* Venezuela, Merida.

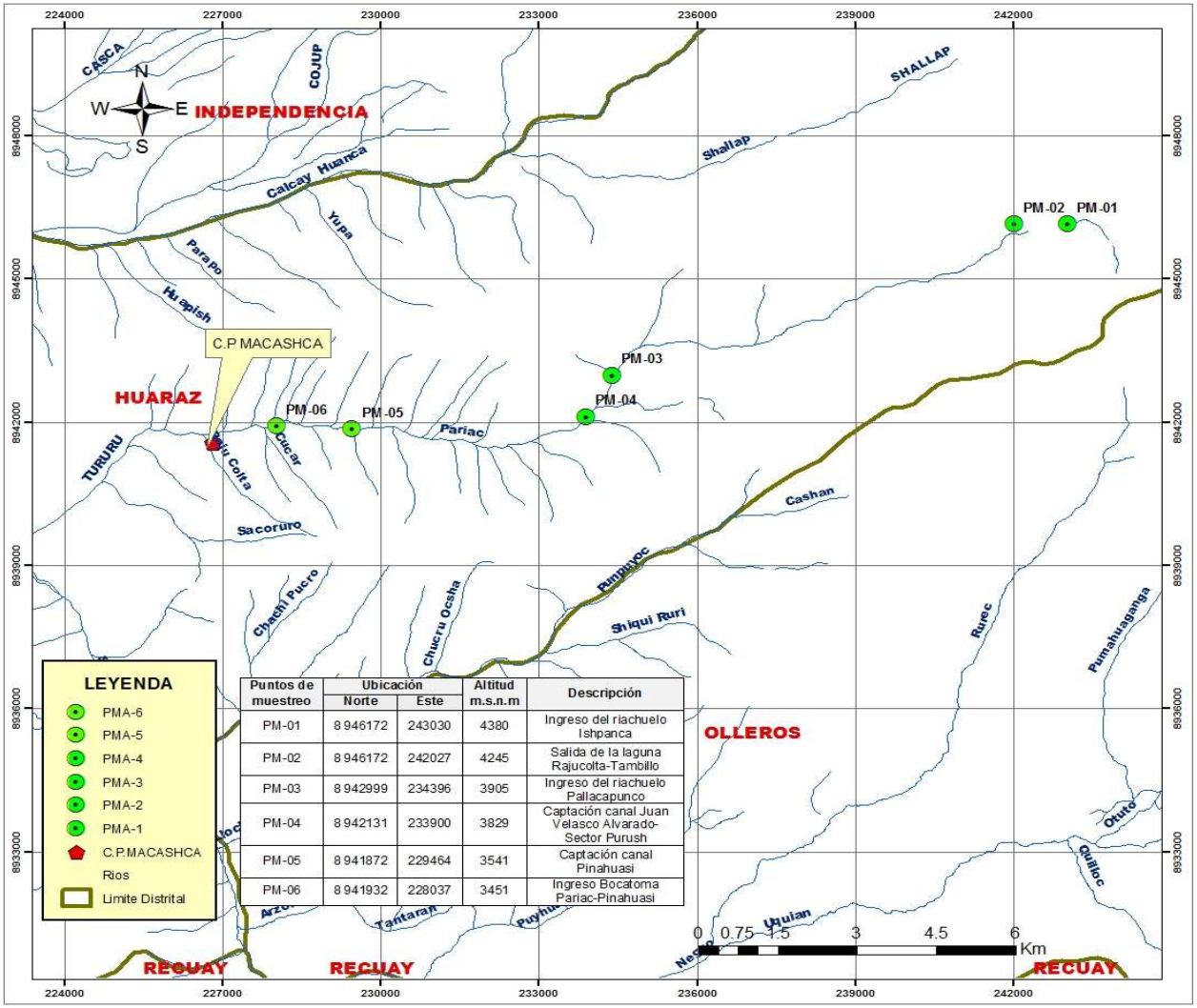
Tyler, M. J. (1994). *Ecología y Medio ambiente: Introducción a la Ciencia ambiental, el desarrollo sustentable y la conciencia de conservación del planeta Tierra* (2 ed.). D.F, México: Grupo Editorial Iberoamericana.

Váscones , S. (2016). *Evaluación de la exposición al ruido de los trabajadores de una mina subterránea polimetálica a causa de los sub-procesos y actividades desarrolladas en la explotación.* Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Ambiental, Lima, Lima.

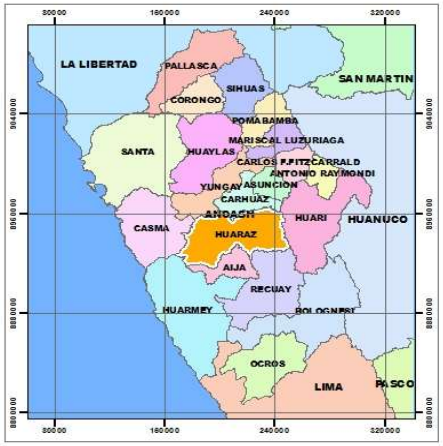
Villegas, J. (1995). *Ealuación de la calidad de agua en la cuenca del rio Reventado, Cartago Costa Rica bajo el enfoque de indicadores de sostenibilidad.* CATIE, Costa Rica. Turrialba: Cartago.

ANEXOS

Anexo N°01: Mapa de puntos de muestreo de fuentes de agua y uso de suelos en la microcuenca Pariac



Puntos de muestreo	Ubicación		Altitud m.s.n.m	Descripción
	Norte	Este		
PM-01	8 946172	243030	4380	Ingreso del riachuelo Ishpanca
PM-02	8 946172	242027	4245	Salida de la laguna Rajucolta-Tambillo
PM-03	8 942999	234396	3905	Ingreso del riachuelo Pallacapunco
PM-04	8 942131	233900	3829	Captación canal Juan Velasco Alvarado-Sector Purush
PM-05	8 941872	229464	3541	Captación canal Pinahuasi
PM-06	8 941932	228037	3451	Ingreso Bocatoma Pariac-Pinahuasi



UBICACIÓN DEPARTAMENTAL

UBICACIÓN DISTRITAL

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

MAPA: PUNTOS DE MUESTREO DE FUENTES DE AGUA

UBICACIÓN: Región: ANCASH Provincia: HUARAZ Distrito: HUARAZ C.P.: MACASHCA

N° DE LÁMINA: L-02

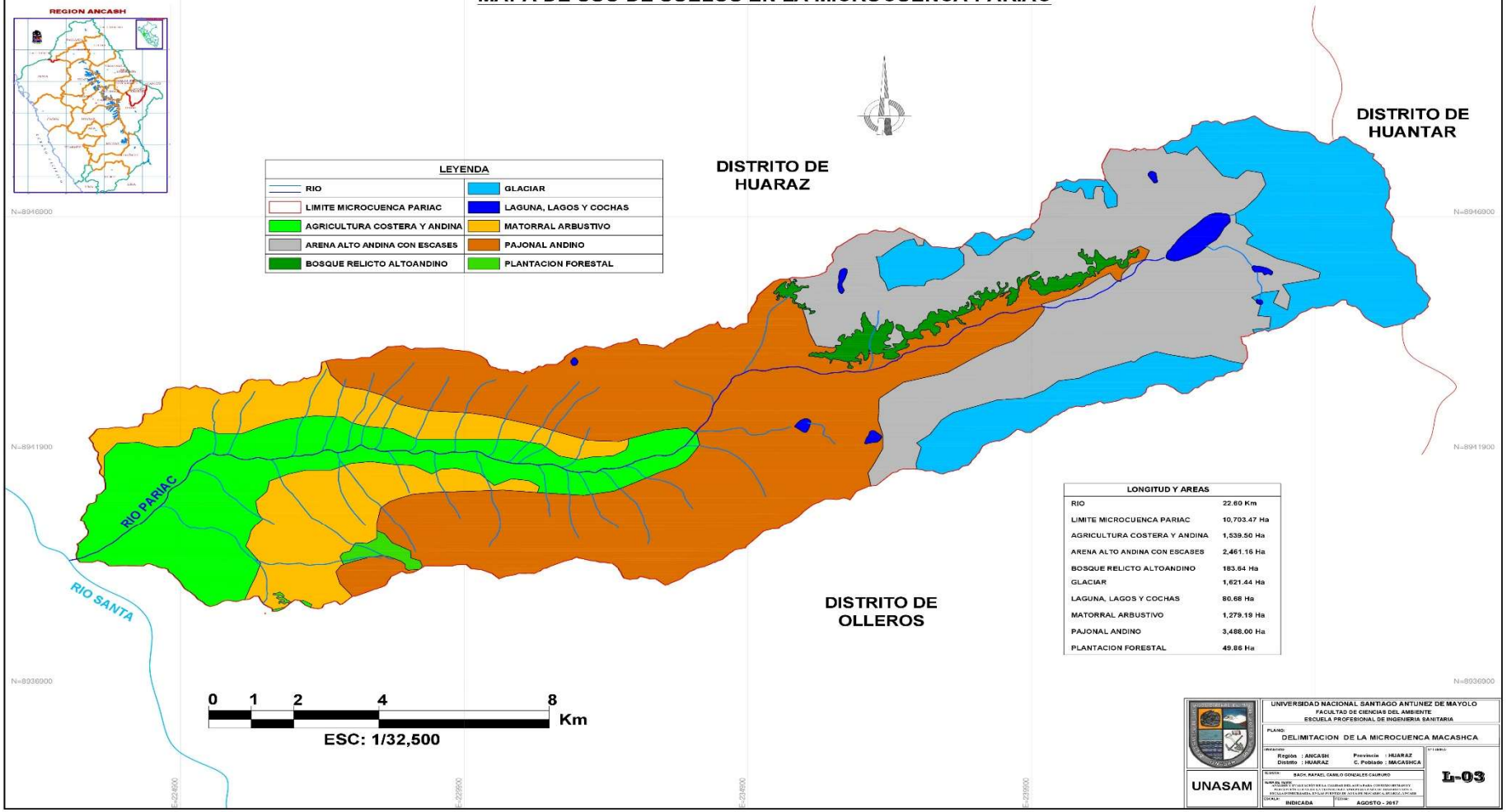
TESISTA: BACH. RAFAEL GONZALES CAURURO

TEMA DE TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y PROPUESTA DE UNA TECNOLOGÍA APROPIADA PARA SU DESINFECCIÓN A ESCALA DOMICILIARIA, EN LAS FUENTES DE AGUA DE MACASHCA, HUANCAL, ANCASH"

UNASAM

ESCALA: 1: 75,000 FECHA: AGOSTO-2017

MAPA DE USO DE SUELOS EN LA MICROCUENCA PARIAC



LEYENDA	
RIO	GLACIAR
LIMITE MICROCUENCA PARIAC	LAGUNA, LAGOS Y COCHAS
AGRICULTURA COSTERA Y ANDINA	MATORRAL ARBUSTIVO
ARENA ALTO ANDINA CON ESCASES	PAJONAL ANDINO
BOSQUE RELICTO ALTOANDINO	PLANTACION FORESTAL

LONGITUD Y AREAS	
RIO	22.60 Km
LIMITE MICROCUENCA PARIAC	10,703.47 Ha
AGRICULTURA COSTERA Y ANDINA	1,539.50 Ha
ARENA ALTO ANDINA CON ESCASES	2,461.16 Ha
BOSQUE RELICTO ALTOANDINO	183.64 Ha
GLACIAR	1,621.44 Ha
LAGUNA, LAGOS Y COCHAS	80.68 Ha
MATORRAL ARBUSTIVO	1,279.19 Ha
PAJONAL ANDINO	3,488.00 Ha
PLANTACION FORESTAL	49.86 Ha

UNASAM

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA

PLANO: DELIMITACION DE LA MICROCUENCA MACASHCA

UBICACION: Región : ANCASH Provincia : HUARAZ
Distrito : HUARAZ C. Poblado : MACASHCA

AUTOR: SACH, RAFAEL CAMILO GONZALES CAURURO

NOMBRE DEL TRABAJO: ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y Bacha CONTENIDO METALICO MEDIANTE LA ESTADO ECOLOGICO, UNIDAD ECOLOGICA, ESCUELA PROFESIONAL ETAPA PUEBLO DE ACOLAPE MACASHCA, HUARAZ, ANCASH

ESCALA: INDICADA FECHA: AGOSTO - 2017

L-03

Anexo N°02: Cadena de custodia

FQ-OPE-01

I-OPE-13

CADENA DE CUSTODIA

Agua [X] M.S. [ ] C.A. [ ] S.O. [ ] Emi. [ ] Otro [ ]

I.E. Nº(a): 131657

DATOS DEL CLIENTE

ENVIAR INFORME DE ENSAYO A

RAZÓN SOCIAL	Gonzales Cauvero Rafael		
DIRECCIÓN	Av. Centenario N° 690		
TELÉFONO	943970319	E-MAIL	rafaelgc.@gmail.com
CONTACTO			
ORDEN DE SERVICIO Nº	106	COTIZACIÓN Nº	150
OTRA REFERENCIA			

ENVIAR FACTURA A

RAZÓN SOCIAL	Gonzales Cauvero Rafael
RUC	10473365899
DIRECCIÓN	
NOMBRE DEL PROYECTO	Análisis y Evaluación de la Calidad de Agua para Consumo Humano y Percepción Local de la Tecnología apropiada para su desinfección a escala domiciliaria
PROCEDENCIA	

Envase: V. Vidrio, P. Plástico, Agot. Agotado. Preservación: Ref. Refrigerado, Ac. Acidificado, Ni. Nitrico, Ob. Observaciones

ANÁLISIS REQUERIDOS

Indicar con una (X) en los recuadros inferiores, los análisis requeridos por cada muestra

Nº de muestra (a)	Código de Cliente	Muestreo Fecha (d-m-a)	Muestreo Hora (24:00)	Matriz ó Producto (b)	Ubicación UTM	Número de frascos por punto de muestreo	Cianuro Wad	Cianuro Total	Conductividad	pH	Solidos Totales Suspendidos	Turbidez	Nitritos	Nitratos	Metales Totales (ICP)	Aceites y Grasas	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Fecales
1	PM-01	10/05/2016	07:00						X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
2	PM-02	10/05/2016	08:00						X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
3	PM-03	10/05/2016	09:00						X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
4	PM-04	10/05/2016	10:00						X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
5	PM-05	10/05/2016	11:00						X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
6	PM-06	10/05/2016	12:00						X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
7																			

(a) : Información llenada por Recepción de Muestras. (b) **MATRIZ Ó PRODUCTO: Salud Ocupacional (S.O.)** [Respirables (Resp.), Inhalables (Inha.), Polvos (Polv.), PVC, MCE], **Calidad de Aire (C.A.)** [PM-10, PM-2.5 (HV,LV), PTS, Sol. Cap.], **Otros Agua (A.)** [**Agua Natural** (A. Superficial, A. Subterránea, A. de Manantial, A. Termal, A. de lluvia o fluvial), **Agua Residual (A.R.)** (A.. R. Doméstica, A. R. Industrial,A. R. Municipal), **Agua de Uso y Consumo Humano** (A. de piscina A. de bebida = A. Potable/A. Envasada/A. de mesa, A. de laguna artificial), **Agua Salina** (A. de Mar. A. Salobres. Salmuera), **Agua de Proceso** (A. de circulación o enfriamiento, A. de alimentación para calderas, A. de calderas, A. de lixiviación, A purificada A. de inyección y reinyección), **Emisiones (Emi.)** [Partículas isoc., SO_2], **Muestra Sólida (M.S.)** [Suelo (Sue.), Lodo (Lod.), Sedimento (Sed.)]

Metales por: Barrido ICP [ ] Otra Técnica [ ]

Los siguientes metales:

INFORMACIÓN DEL MUESTREO

MUESTREO REALIZADO POR	PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	CÓDIGO DE EQUIPOS UTILIZADOS	OBSERVACIONES	SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE
Empresa: Gonzales Cauvero Rafael				Nombre :
Responsable : Gonzales Cauvero Rafael				Cargo :
Firma :				Firma :

LABORATORIO - RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Entregado por :	Recibido por :	Origen de los envases de las muestras: Cliente [ ] NKAP [ ]
Fecha (d-m-a) : 11/05/2016 Hora (24.00) : 8:15 am	Fecha (d-m-a) : Hora (24.00) :	Condición de la Muestra :
Firma :	Firma :	A NA

FE: May 10
FR: 9/Jun 13

Anexo N°03: Formato de encuesta, reporte de recorrido de campo y registro de asistencia a talleres

MODELO DE ENCUESTA

Fecha de visita: _____

1. ¿Cuántas viviendas hay en el centro poblado? _____
2. ¿Qué población total tiene el centro poblado? _____
3. ¿Cuál es el gasto aproximado de agua por persona? _____
    a. 50 l/día _____
    b. 75 l/día _____
    c. 100 l/día _____ Mas de esto: _____
4. ¿Cuánta área de tierra está bajo riego? _____Ha.
    a. ¿Qué siembran?
    b. ¿Usan agroquímicos (fertilizantes, insecticidas, etc.)? Sí _____ No_____

    Ejemplos: _____
5. ¿Qué área se utiliza para ganadería? _____Ha.
6. ¿Realizan prácticas agroforestales? Sí _____ No_____

    Si, que área: _____
7. ¿Cuántas fuentes de agua existen en el centro poblado? _____
8. ¿Cree que cuidando la microcuenca puede mejorar la calidad de agua? _____
9. ¿Tiene escasez de agua en algunas épocas del año? _____

    Que época: _____
10. ¿Cree que la calidad de agua que consume es buena? _____
11. ¿El sistema de agua del centro poblado es buena? _____
12. ¿Qué actividades piensa usted que este contaminando las fuentes de agua?

    _____
13. ¿Cuál es el valor de la tarifa del sistema de agua?_____
14. ¿Cree que es justo este pago para el buen funcionamiento del mismo? _____
15. Existe junta de agua en el centro poblado? _____
16. ¿Le dan mantenimiento continuo al sistema de agua? _____

17. ¿El agua recibe algún tratamiento antes de llegar a la red de distribución? _____
18. ¿Qué manejo le da en su hogar al agua que almacena? _____
19. ¿Estaría dispuesto a probar métodos de desinfección del agua? _____
20. ¿Cómo le gustaría que sean estos métodos? _____

    Cuales:

    _____
21. ¿Conoce usted alguno de estos métodos?_____
22. ¿Existe letrinas en el centro poblado? _____, En qué porcentaje de casas: _____
23. ¿Cuáles son las enfermedades que tiene mayor incidencia? _____
24. ¿Dónde son atendidos los problemas de salud del centro poblado? _____
25. ¿Qué tipo de servicio de salud existe en el centro poblado? _____
26. Piensa que está bien protegidas las fuentes de agua del centro poblado y cree que la heredaran sus hijos? _____
27. ¿Qué medidas piensa usted se pueden tomar para mejorar o mantener la calidad de agua? _____

REPORTE DE RECORRIDO DE CAMPO

PARA IDENTIFICAR PUNTOS O ÁREAS DE CONTAMINACIÓN

Municipio: _____Toma de Agua: _____

Fecha: _____ Coordinador Responsable: _____

I. Fuentes de contaminación detectadas

N°	Descripción o Naturaleza	Ubicación	Dimensión Aproximada	Tipo de Contaminación

Observación: Conviene elaborar croquis de los puntos o áreas identificados y adjuntarlos a este reporte

II. Recomendaciones

a. Especificas

_____
_____
_____
_____

b. Generales

_____
_____
_____
_____

c. Nombre de personas que participan en esta inspección:

_____
_____
_____

REGISTRÓ DE ASISTENCIA

Tema:	Gestión del Agua Potable en Macashca		
Encargado:	Rafael Gonzales Caururo	**Fecha:**	13/06/2016

Nº	Apellidos y Nombres	DNI	Firma
01	Marcelino Pedro Berrocal Valverde	31855108	
02	Floriano Paucar Macedo	31651600	
03	Bernardo Quintín Cano Solis	40020375	
04	Judit Elva Berrocal Robles	40581367	
05	Balvino Pascual Lino Rosales	31655554	
06	Juvenal Manuel Robles Lázaro	42041687	
07	Dolores Maximo Arevalo Lázaro	31718220	
08	Concepcion Maiciulo Lino Arevalo	75502884	
09	Alejo Cuellar Broncano	0455887	
10	Nolasco Alejo Tinoco	31633910	
11	Ignacio Lázaro Carrión	31629147	
12	Gloria Lázaro Lázaro	31620185	
13	Alejandro Guillermo Camones Ramirez	31630630	
14	Sergio Luis Camones Fernández	31651155	
15	Luciano Valverde Domínguez	31651641	
16	Emiliana Camones Fernández	31630806	
17	Abram Apolonio Lázaro Castillo	31649966	
18	Zenaida Angeles Carrión	40678562	
19	Genaro Elias Lázaro Carrion	31657492	
20	Gustavo Genry Lázaro Principe	43485798	
21	Eugenio Prospero Sanchez Lázaro	32032735	
22	Aldor Mejia Chinchay Cacha	30564225	
23	Fortunato Valverde Azaño	31630200	
24	Agripina Silvia Asnate Lázaro	45231011	
25	Josefa Jamanca Minaya	45006877	
26	Aranda Valverde Bety Olga	31653546	
27	Gloria Inri Catalina Perez	31652789	
28	Gregorio Aranda Valverde	31632031	
29	Vidal Felix Norabuena Ramirez	31677768	
30	Félix Garcia	47336555	

REGISTRÓ DE ASISTENCIA

Tema:	Propuesta de Tecnologia de desinfección de agua a escala domiciliaria		
Encargado:	Rafael Gonzales Cauroro	**Fecha:**	02/08/2016

Nº	Apellidos y Nombres	DNI	Firma
01	Gaudencia Quiñones Cauroro	31630401	
02	Alejandro Depaz Toledo	27473565	
03	Valeria Cacha Vegan	43459646	
04	Neseforo Paucar Guimaray	43489646	
05	Jose Copertino Paucar Macedo	31622534	
06	Juan Valverde Liuya	31629121	
07	Julian Depaz Flores	31629822	
08	Zosimo Depaz Flores	31629105	
09	Arequipo Saly Rosas Antunes	31622844	
10	Felix Bustamante Morales	31628657	
11	Martin Morales Tolentino	31621706	
12	Luz Norabuena Minaya	31605786	
13	Alejandrina Correa Alberto	31686033	
14	Elmer Ricardo Paucar Guimaray	45012670	
15	Félix Obregon Depaz	31652699	
16	Tiofilo A. Ramirez Quiñonez	31650142	
17	Rodriguez Lázaro Pascual	31629064	
18	Vidal Felix Norabuena Ramirez	31677537	
19	Santos Hurtado Gonzáles	47256557	
20	Benedicta Lázaro Camones	31624875	
21	Maria de la Cruz Hanostroza	30164874	
22	Delia Ramirez Camones	31650487	
23	Elva Perez de Samanca	31613722	
24	Diomedes Salas Ropa	31667374	
25	Marcelino Pedro Berrocal Valverde	31855108	
26	Primitivo Melecio Yauri Lazaro	41660629	
27	Eduardo Cirilo Norabuena Palma	08179496	
28	Dias Dado Lázaro Camones	31618963	
29	Domingo Bartolomeo Tinoco	31603571	
30	Josefa Samanca Minaya	45066877	

Anexo N°04: Cálculo de la demanda de agua potable en el C.P de Macashca

RAFAEL C. GONZALES CAURURO	TESISTA

CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE EN EL C.P. DE MACASHCA

MEMORIA DE CALCULO

UBICACIÓN	
MACASHCA	LOCALIDAD
HUARAZ	DISTRITO
HUARAZ	PROVINCIA

¿Se ubica en la Costa? ¿Se ubica en la Sierra? Marque solo una opción ¿Se ubica en la Selva?	X
Número de familias	687
Población actual (habitantes)	3435
Densidad poblacional por vivienda (hab./vivienda)	5.0
Tasa de Crecimiento Anual de la población (%)	2.00%
Población de alumnos en Centro Educativo (habitantes)	200
Vida util del Proyecto	20
¿Existe Centro de Salud en la localidad? (si/no)	SI
SANEAMIENTO	
Arrastre Hid.	1
Compostera	
Hoyo Seco	

EJEMPLO CALCULO DE DEMANDA

CONCEPTO	DESCRIPCION	Dotacion lps	Población Hab	Demanda prom lt/día	Demanda prom lt/s	Qmd lt/día 1.30	Qmd lt/s	Qmh lt/día 2.00	Qmh lt/s 2.00
Demanda de las viviendas	(Dotación de viviendas x poblacion año 20)/(1-0.25)	90	4809	577,080	6.679	750,204	8.683	1,154,160	13.358
Demanda de los centros educativos	Dotación x numero de alumnos	20	280	7,467	0.086	9,707	0.112	14,933	0.173
Demanda de posta de salud	Dotación x numero de postas	200	1	267	0.003	347	0.004	533	0.006
Demanda de otras instituciones	Dotación similar a viviendas x numero de instituciones	90	1	120	0.001	156	0.002	240	0.003
Total demanda				**584,933**	**6.770**	**760,413**	**8.801**	**1,169,867**	**13.540**
Volumen de Almacenamiento	**20% del Qmd en m3**	**116.99**							

Anexo N°05: Reporte del análisis de la calidad de agua en las fuentes identificadas

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI – SNA CON REGSITRO N° 026

ACREDITADO · LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
INDECOPI - SNA
PERU
Registro N° LE 026

Trujillo 29 de Mayo del 2016

Sr.

GONZALES CAURURO RAFAEL CAMILO

QUEBRADA - MACASHCA

Presente

De mi consideración:

Por el presente le saludo muy atentamente y a la vez le remito los resultados en el informe de ensayo N° N° T-625-F458-HCAP de los análisis Fisicoquímicos, Químicos, Microbiológicos de sus muestras de agua de Quebrada.

Agradeciendo la atención a la presente, quedo de Ud.

Atentamente

Alexandra Aurazo Rodriguez
Supervisor Administrativo
NKAP SRL

N° T-625-F458-HCAP

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI – SNA CON REGSITRO N° 026

Registro N° LE 026

INFORME DE ENSAYO

N° T-625-F458-HCAP

CLIENTE	: QUEBRADA - MACASHCA
ATENCION	: SR. GONZALES CAURURO RAFAEL
METODO DE ENSAYO	: FISICOQUIMICO, QUIMICO, MICROBIOLOGIA
ITEM DE ENSAYO	: AGUA DE QUEBRADA
PRESENTACION DE LOS ITEM DE ENSAYO	: 05 BOTELLA DE PLASTICO DE 1L 10 BOTELLAS DE PLASTICO DE 500 ML 05 DE VIDRIO DE 300 ML PRESERVADAS
MUESTREO	: MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE
LUGAR Y FECHA DE RECEPCION	: TRUJILLO 10 MAYO DEL 2016 HORA : 3.30 PM
LUGAR Y FECHA DE EJECUCION	: TRUJILLO 29 DE MAYO DEL 2016

METODO DE ENSAYO

PARAMETROS	NORMA - METODO	LIMITE DE DETECCION	TIEMPO MAXIMO DE CONSERVACION RECOMENDADO/OBLIGADO
METALES POR ICP	EPA 200.7, REV 4.4, 1994	Ag<0.0022, Al<0.0047, As<0.0061, Ba<0.0016, Be<0.0027, Bi<0.0068, Ca<0.0107, Cd<0.0024, Ce<0.0053, Co<0.0026, Cr<0.0021, Cu<0.0019, Fe<0.0031, Hg<0.0010, K<0.0098, Li<0.0056, Mg<0.0073, Mn<0.0078, Mo<0.0066, Sa<0.0085, Na<0.0179, Ni<0.0031, P<0.0183, Pb<0.0080, Sb<0.0058, Si<0.0202, Sn<0.0060, Sr<0.0049, Ti<0.0021, Tl<0.0060, V<0.0095, Zn<0.0068 (mg/L)	30D

Alexandra Aurazo Rodriguez
Supervisor Administrativo
NKAP SRL

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI – SNA CON REGSITRO N° 026

Registro N° LE-016

INFORME DE ENSAYO

N° T-625-F458-HCAP

METODO DE ENSAYO

PARAMETROS	NORMA - METODO	LIMITE DE DETECCION	TIEMPO MAXIMO DE CONSERVACION RECOMENDADO/OBLIGADO
Conductividad	APHA 2510 A,B 22nd Ed. 2012	- uS/cm	28d
pH	APHA 4500 H+ A,B 22nd Ed. 2012	- Units pH	0.25h
Solidos Disueltos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, C, 22nd Ed. 2012	<1.05 mg/l	7d
Turbidez	APHA 2130 A,B 22nd Ed. 2012	<0.1 mg/l	24h
Nitritos	APHA 4500 NO2- A,E 22nd Ed. 2012	<0.003 mg/l	48h
Nitratos	APHA 4500 NO3- A,B 22nd Ed. 2012	<0.061 mg/l	48h
Coliforme Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012	<1.8 NMP/100 mL	24h
Coliforme Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 22nd Ed. 2012	<1.8 NMP/100 mL	24h

Sello	Fecha Emisión	Supervisor Administrativo	Supervisor del Laboratorio de Quimica	Supervisor del Laboratorio de Microbiologia
	29/06/2017	Alexandra Aurazo Rodriguez Supervisor Administrativo NKAP SRL	Edder Neyra Jaico CIP 147028 Edder Neyra Jaico CIP:147028	Karen Ahumada León CBP:8083 Karen Ahumada León CBP:8083

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.
PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales

*Las muestras seran eliminadas al termino del tiempo máximo de conservación recomendado/ obligado, salvo requerimiento expreso del cliente

*Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI – SNA CON REGSITRO N° 026

INFORME DE ENSAYO

N° T-625-F458-HCAP

Codigo de Laboratorio			T-875-01	T-875-02	T-875-03	T-875-04	T-875-05	T-875-06
Codigo de Cliente			PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Item de Ensayo			Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada
Fecha de Muestreo			10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016
Hora de Muestreo			07:00:00 a.m.	08:00:00 a.m.	09:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	12:00:00 p.m.
Parametro	**Simbolo**	**Unidad**						
Conductividad	CE	uS/cm	158.80	57.20	53.40	50.20	49.00	49.40
pH	Units pH		4.05	5.17	6.90	7.02	7.11	7.09
Solidos Disueltos Totales	TDS	mg/L	90.00	22.00	39.00	43.00	36.00	38.00
Turbidez*	-	mg/L	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	0.75	<0.7
Nitritos	NO2-N	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Nitratos	NO3-N	mg/L	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242

(*) Parametros no acreditados ante Indecopi

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI – SNA CON REGSITRO N° 026

Registro N° LE 026

INFORME DE ENSAYO

N° T-625-F458-HCAP

Codigo de Laboratorio			T-875-01	T-875-02	T-875-03	T-875-04	T-875-05	T-875-06
Codigo de Cliente			PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Item de Ensayo			Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada
Fecha de Muestreo			10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016
Hora de Muestreo			07:00:00 a.m.	08:00:00 a.m.	09:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	12:00:00 p.m.
Parametro	**Simbolo**	**Unidad**						
Coliformes Totales	NMP/100 mL		0.00	0.00	5.00	25.00	55.00	13x10
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL		15	29	47	68	79	84

LABORATORIO DE ENSAYOS NKAP ADMINISTRACIÓN

LABORATORIO DE ENSAYOS NKAP DTC

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI – SNA CON REGSITRO N° 026

INFORME DE ENSAYO

N° T-625-F458-HCAP

Codigo de Laboratorio			T-875-01	T-875-02	T-875-03	T-875-04	T-875-05	T-875-06
Codigo de Cliente			PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Item de Ensayo			Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada
Fecha de Muestreo			10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016
Hora de Muestreo			07:00:00 a.m.	08:00:00 a.m.	09:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	12:00:00 p.m.
Parametro	**Simbolo**	**Unidad**						
Metales totales por ICP								
Aluminio	Al	mg/L	0.61	0.14	0.02	0.03	0.01	<0.01
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0058	<0.0058	<0.0058	<0.0058	<0.0058	<0.0058
Arsénico	As	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Bario	Ba	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Berilio	Be	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Boro	B	mg/L	<0.002	<0.002	0.016	0.015	0.013	0.012
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Calcio	Ca	mg/L	15.29	6.01	6.56	6.04	6.11	5.10
Cerio	Ce	mg/L	0.005	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Cobalto	Co	mg/L	0.0030	0.0024	<0.0026	<0.0026	<0.0026	<0.0026
Cobre	Cu	mg/L	<0.0019	<0.0019	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Cromo	Cr	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Estaño	Sn	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Estroncio	Sr	mg/L	0.035	0.010	0.026	0.026	0.026	0.026
Fosforo	P	mg/L	0.023	0.017	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Hierro	Fe	mg/L	0.097	0.034	0.018	0.030	0.031	0.031

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI – SNA CON REGSITRO N° 026

Registro N° LE 026

INFORME DE ENSAYO

N° T-625-F458-HCAP

Codigo de Laboratorio			T-875-01	T-875-02	T-875-03	T-875-04	T-875-05	T-875-06
Codigo de Cliente			PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Item de Ensayo			Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada	Agua de Quebrada
Fecha de Muestreo			10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016	10/05/2016
Hora de Muestreo			07:00:00 a.m.	08:00:00 a.m.	09:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	12:00:00 p.m.
Parametro	**Simbolo**	**Unidad**						
Metales totales por ICP								
Litio	Li	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Magnesio	Mg	mg/L	2.50	0.84	0.78	0.83	0.77	0.80
Manganeso	Mn	mg/L	0.3445	0.1083	0.0253	0.0238	0.0128	0.0098
Mercurio	Hg	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Niquel	Ni	mg/L	0.0075	0.0037	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plata	Ag	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plomo	Pb	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Potacio	K	mg/L	0.21	0.29	0.64	0.61	0.58	0.58
Selenio	Se	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Silicio*	Si	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sodio	Na	mg/L	1.07	0.61	1.45	1.48	1.45	1.45
Talio	Tl	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Titanio	Ti	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Vanadio	V	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Zinc	Zn	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

LABORATORIO DE ENSAYOS NKAP ADMINISTRACION

LABORATORIO DE ENSAYOS NKAP DTC

Anexo N°06: Panel fotográfico

Fotografía N°01: Microcuenca Pariac

Fotografía N°02: Participación de los pobladores de Macashca en el primer taller

Fotografía N°03: Punto de muestreo de agua N°01

Fotografía N°04: Punto de muestreo de agua N°06

Fotografía N°05: Toma de muestra en el PM-06

Fotografía N°06: Toma de muestra en el PM-01

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
Una nueva Universidad para el Desarrollo

REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNASAM

Dirección del Instituto de Investigación

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU Nº 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: GONZALES CAURURO RAFAEL CAMILO

Código de alumno: 072.0507.338 Teléfono: 964097123

Correo electrónico: rafo_cgc1@hotmail.com DNI: 70265822

2. Modalidad de trabajo de investigación:

( ) Trabajo de investigación ( ) Trabajo académico

( ) Trabajo de suficiencia profesional (x) Tesis

3. Título profesional o grado académico:

( ) Bachiller (x) Título ( ) Segunda especialidad

( ) Licenciado ( ) Magister ( ) Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y PROPUESTA DE LA TECNOLOGÍA APROPIADA PARA SU DESINFECCIÓN A ESCALA DOMICILIARIA, DE LAS FUENTES DE AGUA DE MACASHCA, HUARAZ, ANCASH - 2016 - 2018"

5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERIA SANITARIA

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS Teléfono: 955918241

Correo electrónico: mariolc0205@hotmail.com DNI: 06269590

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: .....

D.N.I.: **70265822**

FECHA: **06/06/2019**

Scanned by CamScanner