



UNIVERSIDAD NACIONAL “SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”

ESCUELA DE POSTGRADO

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y PROPUESTA PARA LA GESTIÓN, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE CÁTAC, PROVINCIA DE RECUAY, ÁNCASH, 2018.

Tesis para optar el grado de Maestro
en Ciencias e Ingeniería
Mención: Gestión Ambiental

GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ, INÉS

Asesor: **Dr. TUYA CASTILLO, ELADIO GUILLERMO**

Huaraz - Ancash – Perú

2022

Nº. Registro: T0858



AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo por apoyarme en mi perfeccionamiento permanente.
- A mi asesor, Dr. Eladio Guillermo Tuya Castillo, por su colaboración en la culminación del presente estudio.
- A los señores docentes del jurado conformado por el Mag. Mario Leyva Collas y Mag. Rosario Polo Salazar por las sugerencias y correcciones al presente trabajo de investigación.

A Dios,

A mis padres Federico y Adelina,

A mi familia, mi esposo Ricardo y mi hijo Milan Gabriel.

INDICE

	Página
Resumen	xi
Abstract	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo I	
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2-7
1.1 Planteamiento y formulación del problema	2
1.2 Objetivos	4
1.3 Justificación	5
1.4 Delimitación	6
Capítulo II	
MARCO TEÓRICO.....	8-44
2.1 Antecedentes de investigación	8
2.2 Bases teóricas	14
2.3 Definición de términos	40
2.4 Variables	43
Capítulo III	
METODOLOGIA.....	44-51
3.1 Tipo de investigación	44
3.2 Diseño de investigación	44
3.3 Población y muestra	46
3.4 Técnicas e instrumento (s) de recolección de datos	48
3.5 Plan de procesamiento y análisis estadísticos de datos	50
Capítulo IV	
RESULTADOS Y DISCUSION.....	51-96
4.1 Presentación de resultados	51
4.2 Discusión	86
Conclusiones	92
Recomendaciones	95
Referencias bibliográficas.....	97-104
Anexos	105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable – subcategoría A	15
Tabla 2. Límites máximos permisibles para la calidad del agua para consumo humano	16
Tabla 3. Elementos traza importantes en las aguas naturales	21
Tabla 4. Agentes patógenos transmitidos a través del agua potable	23
Tabla 5. Gravedad del impacto	33
Tabla 6. Probabilidad	33
Tabla 7. Definición de efecto de eventos peligrosos en los sistemas de abastecimiento de agua	34
Tabla 8. Escala de valores para la clasificación del riesgo	35
Tabla 9. Escala de valores para la clasificación del riesgo	35
Tabla 10. Resultados de evaluación del peligro y evaluación del riesgo	36
Tabla 11. Operalización de variables	43
Tabla 12. Puntos de Muestreo	47
Tabla 13. Caracterización de la fuente en los parámetros físico - químicos e inorgánicos	58
Tabla 14. Valores de los parámetros de campo, en la fuente	59
Tabla 15. Valores de los parámetros de campo, salida de planta de tratamiento	60
Tabla 16. Valores de los parámetros de campo y microbiológicos, reserv. N°01	61

Tabla 17. Valores de los parámetros de campo y microbiológicos, red de distribución abastecida por el reservorio N°01	62
Tabla 18. Valores de los parámetros de campo y microbiológicos, reserv. N°02	64
Tabla 19. Valores de los parámetros de campo y microbiológicos, red de distribución abastecida por el reservorio N°02	65
Tabla 20. Conformación del equipo PCC del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac	67
Tabla 21. Información de entidades involucradas en el PCC del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac	68
Tabla 22. Potenciales eventos peligrosos y peligros del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac	69
Tabla 23. Resultados de evaluación del peligro y riesgo del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac	71
Tabla 24. Valoración del riesgo para cada peligro y evento peligroso identificado (valoración alta y muy alta)	73
Tabla 25. Gestión del riesgo	75
Tabla 26. Determinación de medidas de control	77
Tabla 27. Propuesta de monitoreo operacional	82
Tabla 28. Relación de equipos de parámetros de campo a implementar y costos referenciales	83
Tabla 29. Costos referenciales del análisis de la calidad del agua para consumo humano (laboratorio)	83
Tabla 30. Otros programas a implementar	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio, distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash	7
Figura 2. Vías de transmisión y agentes patógenos relacionados con el agua	24
Figura 3. Criterios para el análisis y eval. de peligros y eventos peligrosos	32
Figura 4. Diseño de la investigación	45
Figura 5. Plano del Sistema de agua potable	56

LISTA DE ACRONIMOS

SIGLA	DENOMINACION
APHA	América Public Mealth Associati3n.
AWWA	American Water Works Associati3n.
DIGESA	Direcci3n General de salud Ambiental.
ECA	Est3ndares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
FAO	Organizaci3n de las Naciones Unidas para la Alimentaci3n y la Agricultura.
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protecci3n de la Propiedad Intelectual.
LMP	L3mite M3ximo Permisible.
MINAM	Ministerio del Ambiente.
MINSAL	Ministerio de Salud.
OMS	Organizaci3n Mundial de la Salud.
ONU	Organizaci3n de las Naciones Unidas.
PACO	Par3metros Adicionales de Control Obligatorio.
PCO	Par3metros de Control Obligatorio.
PCC	Plan de Control de la Calidad.
PSA	Planes de Seguridad de Agua.
SPD	Sub Producto de Desinfecci3n
SUNASS	Superintendencia Nacional de servicio de Saneamiento.
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.
UNT	Unidad nefelom3trica de turbiedad.
WEF	Water Environment Federation.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue analizar la calidad del agua que es suministrada a la población urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash, 2018.

El presente estudio fue de tipo descriptivo analítico, según el propósito de la investigación, correspondió a un diseño observacional. La técnica utilizada fue la medición de parámetros de campo (cloro residual, pH, turbidez, conductividad, temperatura) y la toma de muestras para el análisis microbiológico (bacterias heterotróficas, coliformes totales, coliformes fecales).

Se determinó que la calidad del agua no es apta para consumo humano, debido a que, en algunos puntos de monitoreo a partir de los reservorios, los valores obtenidos de los parámetros de campo (cloro residual, turbiedad) y análisis microbiológico (coliformes totales), sobrepasaron los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos mediante normatividad D.S N° 031-2010-SA. Finalmente se elaboró el Plan de Control de la Calidad (PCC) para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano de la zona en mención.

Palabras Clave: Calidad del agua para consumo humano

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to analyze the quality of the water that is supplied to the urban population of the district of Cátac, province of Recuay, Áncash, 2018.

The present study was of an analytical descriptive type, according to the purpose of the investigation, it corresponded to an observational design. The technique used was the measurement of field parameters (residual chlorine, pH, turbidity, conductivity, temperature) and the taking of samples for microbiological analysis (heterotrophic bacteria, total coliforms, fecal coliforms).

It was determined that the quality of the water is not suitable for human consumption, due to the fact that, in some monitoring points from the reservoirs, the values obtained from the field parameters (residual chlorine, turbidity) and microbiological analysis (total coliforms) , exceeded the Maximum Permissible Limits (LMP) established by regulations D.S N° 031-2010-SA. Finally, the Quality Control Plan (PCC) was prepared to ensure the quality of water for human consumption in the area in question.

Key Word: Water quality for human consumption

INTRODUCCIÓN

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF,2014) calcula que 1, 400 niños menores de cinco años mueren diariamente de enfermedades diarreicas relacionadas con la falta de agua potable, saneamiento e higiene. La Organización Mundial de la Salud (OMS,2007) señala que las mejoras de la calidad del agua por sí solas reducen un tercio o más de la mortalidad debido a enfermedades diarreicas.

En el Perú a través del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, se establecen los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables (D.S N°031-2010-SA,2010).

El presente estudio realiza el análisis de la calidad del agua para consumo humano de la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash. Asimismo, elabora el Plan de Control de la Calidad (PCC), como propuesta de gestión, para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano.

Este estudio de investigación está estructurado con los siguientes capítulos y secciones: Introducción; Problema de investigación; Marco teórico; Metodología; Resultados y discusión; Conclusiones; Recomendaciones y Referencias bibliográficas. Adicionalmente, se presentan los Anexos más importantes de la investigación.

Capítulo I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento y formulación del problema

El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado mediante D.S N° 031-2010-SA establece que el agua para consumo humano será aquella que al ser consumida por la población no cause daño a la salud del usuario, para lo cual debe cumplir con los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos establecidos en el respectivo reglamento (D.S N°031-2010-SA,2010).

Alrededor de 2, 200 millones de personas en todo el mundo no cuentan con servicios de agua potable gestionados de manera segura. 1, 800 millones de personas han obtenido acceso a los servicios básicos de agua potable desde el año 2, 000, pero existen grandes desigualdades en la accesibilidad, disponibilidad y calidad (UNICEF, 2019). El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia calcula que 1, 400 niños menores de cinco años mueren diariamente de enfermedades diarreicas relacionadas con la falta de agua potable, saneamiento e higiene inadecuado (UNICEF, 2014).

En el Perú el 91.1% de los hogares tiene acceso a agua tratada, sin embargo, solo el 38.7% de los hogares con acceso a agua para beber cuenta con suficiente cloro (cloro libre residual igual o superior a 0.5 mg/L), convirtiéndola en agua insegura para consumo humano, causa inmediata de la anemia (Ministerio de Salud [MINSA], 2017).

Para el año 2016 el promedio nacional de la prevalencia de la desnutrición crónica infantil fue del 13.1 %, el departamento de Áncash mantuvo prevalencias por encima del promedio nacional con el 16.4% (MINSA, 2017).

El abastecimiento de agua para consumo humano en la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash es administrado por la Municipalidad Distrital de Cátac. De conformidad a la Ley Orgánica de Municipalidades son los municipios quienes administran y reglamentan directamente o por concesión el servicio de agua potable en el ámbito municipal, por lo tanto, es responsabilidad de la entidad local, la ejecución de las medidas de seguridad y correctivas para el abastecimiento de agua (Ley N° 27972,2003).

Al año 2018, la Red de Salud Huaylas Sur reportó que de 222 niños menores de tres años pertenecientes al distrito de Cátac tamizados en el despistaje de anemia el 55.9% presentaron anemia y de 288 niños menores de tres años evaluados el 21.9% presentaron desnutrición crónica. Tanto como la anemia y desnutrición crónica tiene como una de sus causas principales la insalubridad de agua y deficiencias de saneamiento y de higiene.

De los reportes expuestos la gestión de la calidad del agua para consumo humano adquiere una trascendencia vital para asegurar las condiciones para que sea inocuo al ser humano. Las tendencias mundiales y nacionales del sector de agua potable y saneamiento están orientadas a la implementación de estrategias para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano y la protección a la salud pública, lo cual debe basarse en una gestión integrada y multisectorial.

Ante lo citado se plantea la siguiente interrogante.

¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano y propuesta de gestión en la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash, 2018?

1.2 Objetivos

Objetivo general

Analizar la calidad del agua y elaborar una propuesta de gestión del sistema que abastece de agua potable a la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash, 2018.

Objetivos específicos

- a. Caracterizar al sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash.
- b. Evaluar la calidad del agua en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac.
- c. Elaborar una propuesta de gestión para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano.

1.3 Justificación

Las enfermedades relacionadas a la falta o inadecuada calidad del agua contribuyen a transmitir enfermedades las cuales impactan en la salud de la población, incidiendo especialmente en la población más vulnerable, como los niños menores de 5 años.

La importancia y justificación del presente proyecto de investigación se centra en el análisis de los resultados obtenidos en campo y laboratorio los cuales fueron contrastados con la normatividad peruana vigente para determinar la calidad del agua para consumo humano que se provee a la población de la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash. Se plantea una propuesta de gestión para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano y un conjunto de recomendaciones al administrador que provee el servicio a fin de salvaguardar la salud de la población.

Asimismo, proporcionara información teórica y metodológica para futuros estudios a realizarse concernientes a la calidad del agua para consumo humano y gestión del aseguramiento de la calidad.

1.4 Delimitación

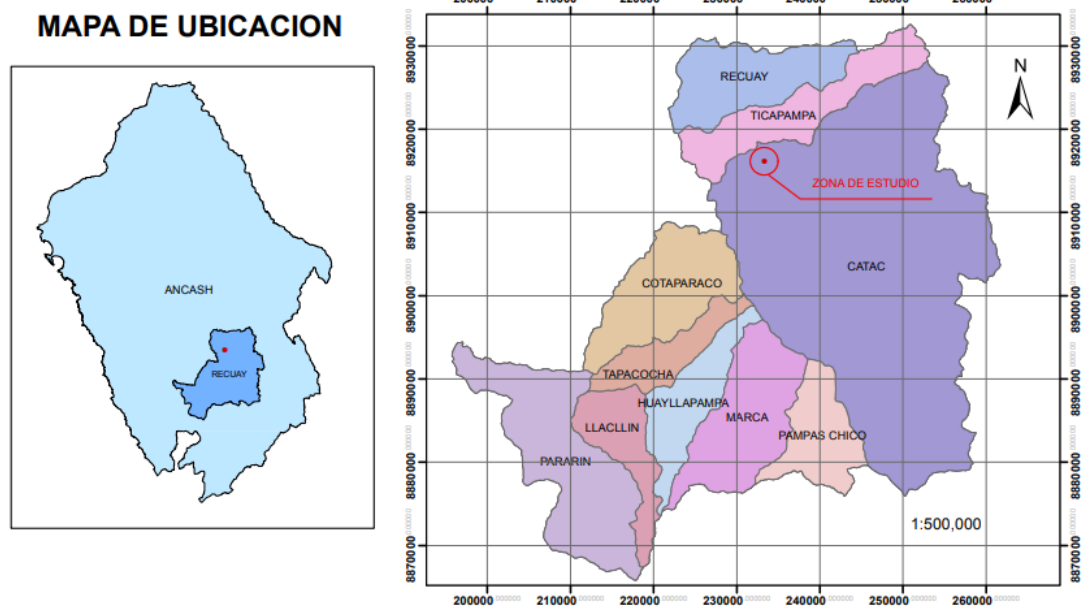
El proyecto de investigación se realizó en la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash, lo cual se localiza en las coordenadas UTM WGS-84 a 233373.2 m Este y 8915554.9 m Norte, a una altitud de 3 578.9 m.s.n.m.

La zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash, cuenta con 3, 031 habitantes, 705 viviendas distribuidos en cuatro barrios denominados Yanapampa, Llacshahuanca, Santa Rosa y Dos de Mayo.

El sistema que provee de agua para consumo humano a la zona urbana del distrito de Cátac, es administrado por la Municipalidad Distrital de Cátac. El sistema cuenta con una captación, línea de conducción, planta de tratamiento, dos reservorios, red de distribución y conexiones domiciliarias.

Figura 1

Mapa de ubicación de la zona de estudio, distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash



Capítulo II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

Internacionales

Hernández (2016), en su tesis *Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano y Propuestas de Alternativas Tendientes a su Mejora en la Comunidad 4 Millas, de Matina, Limón, Costa Rica*, realizó el diagnóstico de las fuentes de agua con el fin de generar una propuesta de alternativas tendiente a mejorar la calidad del agua que se consume, los análisis determinaron que las concentraciones de manganeso en el agua tomada de los pozos son altas (mediana: 835 $\mu\text{g/L}$ Mn) y muchas veces (67%) están por encima de lo máximo permitido, asimismo se detectó la presencia de coliformes fecales en todas las muestras y en algunas se detectaron también plaguicidas.

Petro y Wees (2014), en su tesis *Evaluación de la Calidad Físicoquímica y Microbiológica del Agua del Municipio de Turbaco – Bolívar, Caribe Colombiano*, evaluó la calidad físicoquímica y microbiología del agua consumida en el municipio de Turbaco, los resultados físicoquímicos mostraron una turbiedad de 1.049 UNT, promedio de 102.022 mg CaCO_3/L de dureza total, el análisis microbiológico reveló que los coliformes totales variaron de 10 a 30 UFC/100 cm^3 , se concluye que la calidad de agua en términos físicoquímicos está por encima de los valores establecidos en la normatividad vigente, en la mayoría de los puntos de muestreos escogidos, siendo la ausencia de cloro residual libre la mayor preocupación y posible deficiencia en el sistema de tratamiento.

Reascos y Yar (2010), en su tesis *Evaluación de la Calidad del Agua para el Consumo Humano de las Comunidades del Cantón Cotacachi y Propuesta de Medidas Correctivas*, evaluó la calidad de agua de consumo humano llegando a la conclusión, que los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de las normas ecuatorianas vigentes (INEN 1108 y TULAS); a diferencia de los parámetros microbiológicos que en su mayoría se encontraron contaminados por coliformes fecales y coliformes totales, debido a la contaminación por pastoreo, mal estado de las tuberías y mal manejo de las conexiones internas de los usuarios, finalmente se formuló un plan de monitoreo comunitario sustentable del agua donde se insertó los temas de control y mantenimiento de la calidad del agua para consumo humano.

Zhen (2009), en su tesis *Calidad Físico – Química y Bacteriológico del Agua para Consumo Humano de la Microcuenca de la Quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, 2007-2008*, evaluó durante el año hidrológico setiembre 2007- junio 2008 la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la quebrada Victoria en época lluviosa, seca y de transición, analizándose 15 puntos de muestreo donde la calidad física del agua en las áreas aledañas a suelos erosionados, arcillosos y pendientes mayor de cinco grados se deterioró en la época de transición seca a lluviosa del año 2008, debido al aumento de parámetros de color (>10 U-Pt-Co) y turbiedad (> 25 UNT), asimismo según el análisis estadístico los parámetros de color, turbiedad, oxígeno disuelto, sílice, coliformes fecales y *Escherichia coli*, difieren significativamente con un nivel de significancia del 5% entre las épocas de muestreo.

Mejía (2005), en su tesis *Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano y Percepción Local de las Tecnologías Apropriadas para su Desinfección a Escala Domiciliaria, en la Microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*, realizó el análisis de laboratorio de las principales fuentes de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua, la calidad del agua se vio afectada por la turbidez y sedimentación en la parte física, y por contaminación biológica con coliformes fecales, los usuarios mostraron 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.

Gramajo (2004), en su tesis *Determinación de la Calidad del Agua para Consumo Humano y Uso Industrial, Obtenida de Pozos Mecánicos en la Zona 11, Mixco, Guatemala*, determinó la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de cuatro pozos mecánicos ubicados en la zona 11 de Mixco, los parámetros evaluados se encontraron dentro de los límites aceptados en la norma NGO 29001 para agua potable, por lo que se concluyó que el agua de estos cuatro pozos es adecuada para consumo humano, en cuanto a la calidad del agua para uso industrial, se encontró que es adecuada para uso en la industria de alimentos en general, no así para las industrias de bebidas carbonatadas, destilerías y cervecerías, y calderas por no cumplir con los requerimientos para estas industrias.

Nacionales

Mendoza (2018), en su tesis *Evaluación Fisicoquímica de la Calidad del Agua Superficial en el Centro Poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú*, evaluó la calidad del agua superficial empleada para consumo humano y la calidad del agua para riego de vegetales y bebida de animales las cuales son abastecidas por

la laguna Uerpoqocha y río Caracha respectivamente, la evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el punto de muestreo del reservorio se monitoreo los parámetros de campo: temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y pH; en laboratorio se analizaron la demanda química de oxígeno, sólidos totales, fosfatos, nitratos, sulfatos, y metales totales (arsénico, cadmio, calcio, cobre, hierro, magnesio, mercurio, plomo, potasio, sodio y zinc); los resultados indicaron que todos los parámetros analizados en el agua para consumo humano no sobrepasaron los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S N° 031-2010-SA.

Calsin (2016), en su tesis *Calidad Física, Química y Bacteriológica de Aguas Subterráneas de Consumo Humano en el Sector de Taparachi III de la Ciudad de Juliaca, Puno*, determinó las características de los parámetros físicos: conductividad, temperatura, sólidos totales disueltos, turbidez; parámetros químicos: pH, dureza total, cloruros, nitratos y sulfatos; y parámetros bacteriológicos: coliformes totales, coliformes fecales y bacterias heterotróficas procedentes de 70 pozos (32 artesianos y 38 tubulares) los cuales fueron comparados con los LMP establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, excediendo los LMP los sulfatos, dureza total, coliformes totales y fecales, concluyéndose que el agua de pozos artesanales y tubulares no es apta para el consumo humano.

Cava (2016), en su tesis *Caracterización Físico – Química y Microbiológica del Agua para Consumo Humano de la Localidad Las Juntas del Distrito de Pacora – Lambayeque, y Propuesta de Tratamiento*, realizó el análisis de agua tomando puntos de muestreo en el pozo subterráneo, tanque de

almacenamiento y red de distribución, para cada sitio de muestreo se recolectó dos muestras para análisis físico – químico y microbiológico respectivamente, obteniéndose como resultado que los parámetros que estuvieron dentro de los límites para consumo humano fueron: pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos y los parámetros que sobrepasaron los límites fueron: cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes; se concluyó que el agua proveniente de la localidad de Las Juntas no es apta para consumo humano, proponiéndose la aplicación sistemática de un tratamiento de electrodiálisis reversible, con el fin de mejorar la calidad de agua.

Mendoza (2016), en su tesis *Análisis de la Calidad del Agua Potable y Estrategias de Intervención para su Mejor Uso en el Distrito de Huaura*, realizó en las localidades de Ingenio y El Carmen la medición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, aplicando un protocolo validado por el Ministerio de Salud, los resultados indicaron que los parámetros boro, cloro libre residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes no cumplen con los LMP establecidos en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo, Humano y los valores guía de la OMS 2004, concluyéndose con una serie de recomendaciones dirigidas a la municipalidad del distrito de Huaura con la finalidad de que realicen mejoras a la calidad del agua potable.

Regionales

Zelaya (2021), en su tesis *Evaluación del Agua de Consumo Humano y su Incidencia en Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS) para Mejora Continua de la Gestión en la Localidad de Cajamarquilla - La Libertad - Huaraz - Áncash, 2019,*

determinó la calidad microbiológica del agua, encontrándose presencia de Coliformes termotolerantes entre 2 UFC/100 ml a 218 UFC/100 ml y *Escherichia coli* entre 1 UFC/100 ml a 198 UFC/100 ml, siendo no apto para consumo humano, se concluyó que la calidad del agua de consumo humano incide en las EDAs, formulándose un instrumento de vigilancia y control para la dotación de agua para consumo humano.

Vicuña (2019), en su tesis *Evaluación de la Calidad del Agua Potable del Sistema de Abastecimiento y el Grado de Satisfacción en la Población de Olleros – Huaraz–Áncash, Periodo 2015–2016*, realizó el análisis de la calidad del agua del centro poblado de Olleros tomándose cinco puntos de muestreo que abarcó desde la captación hasta las conexiones domiciliarias, las muestras se tomaron en época de lluvias y en estiaje, los resultados obtenidos se compararon con los LMP del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, concluyendo que es apta para consumo humano; respecto al grado de satisfacción los resultados fueron que las familias tienen un alto grado de satisfacción a la calidad y servicio de abastecimiento del agua.

Locales

Olivera (2019), en su tesis *Influencia de la Calidad de Agua de Consumo en la Morbilidad por Enfermedades de Transmisión Hídrica en la Población Infantil del Distrito de Cátaç-Recuay-Áncash durante el año 2016*, evaluó los parámetros microbiológicos coliformes fecales y totales, así como la concentración de parásitos (huevos y larvas de helmintos), los valores de los coliformes sobrepasaron las normas pertinentes, determinándose que el agua no es de buena calidad y no es apta para su consumo, finalmente se concluye que existe una

influencia de la calidad del agua en la morbilidad por enfermedades de transmisión hídrica.

2.2 Bases teóricas

Marco legal

La inocuidad del agua para consumo humano se sustenta en la siguiente normatividad:

Constitución Política del Perú. Establece en el numeral 22 del artículo 2 que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida (Congreso Constituyente Democrático, 1993).

Ley General del Ambiente. El Estado mediante sus entidades y órganos correspondientes diseña y aplica, las normas para garantizar el ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la ley en mención, en marco a esto en el numeral 33.1 del artículo 33, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) en coordinación con los sectores correspondientes (Ley N°28611, 2005).

Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Establece los ECA para cuatro categorías, entre ellas se tiene la categoría 1 – Poblacional y recreacional la cual es destinadas a la producción de agua potable las cuales se subdividen en A1 – Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, A2 – Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional y A3 – Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM,2017).

A continuación, se presentan los ECA de los parámetros que fueron evaluados en el siguiente proyecto de investigación la cual se enmarca en la subcategoría A2.

Tabla 1

Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable – subcategoría A

Parámetros	Unidad de medida	A2
		Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
Físicos- químicos		
Cloruros	mg/L	250
Conductividad	(μ S/cm)	1600
Dureza	mg/L	**
Nitratos	mg/L	50
Nitritos	mg/L	3
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	5,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L	500
Temperatura	°C	Δ 3
Turbiedad	UNT	100
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Antimonio	mg/L	0,02
Arsénico	mg/L	0,01
Bario	mg/L	1
Berilio	mg/L	0,04
Boro	mg/L	2,4
Cadmio	mg/L	0,005
Cobre	mg/L	2
Cromo Total	mg/L	0,05
Hierro	mg/L	1
Manganeso	mg/L	0,4
Mercurio	mg/L	0,002
Molibdeno	mg/L	**
Níquel	mg/L	**
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,04
Uranio	mg/L	0,02
Zinc	mg/L	5

Nota. D.S N°004-2017-MINAM,2017.

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Establece disposiciones generales en relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, para garantizar la inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger, promover la salud y bienestar de la población, estableciendo los LMP en los parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos para la calidad del agua para consumo humano, constando de 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos (D.S N°031-2010-SA,2010).

A continuación, se presentan los LMP de los parámetros que fueron evaluados en el siguiente proyecto de investigación.

Tabla 2

Límites máximos permisibles para la calidad del agua para consumo humano

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Parámetros Microbiológicos		
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35 °C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Parámetros de Calidad Organoléptica		
Turbiedad	UNT	5
Ph	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
Parámetros Inorgánicos		
Cloro	mg L-1	5

Nota. D. S N° 031-2010-SA, 2010.

El agua

La vida surgió en el agua y esta es esencial para el mantenimiento de todo tipo de vida en nuestro planeta. Ningún proceso metabólico ocurre sin su acción directa o indirecta (Roldan y Ramírez, 2008).

Todas las civilizaciones ancestrales coincidían en sacralizarla y siempre fue un bien venerado que no solo era empleado como símbolo hierático, sino al que se atribuían propiedades curativas y mágicas (Lozano, 2013). Tales de Mileto e Hipócrates (500 a.C) abordaron el tema del agua con profundidad mística, Tales de Mileto indico “sencillamente, el agua es el fundamento de la vida, porque la vida ha nacido en ella; es pues, la base de todo lo vivo”. En la biblia, Jesucristo se refirió en varios episodios al agua como fuente de vida (Mora, 2009).

El agua disuelve rocas, erosiona terrenos, y arrastra sedimentos a lagos, ríos y al océano, cubre el 71% de la superficie de la tierra (Roldan y Ramírez, 2008). Se estima que existe unos mil trescientos ochenta y seis millones de kilómetros cúbicos de agua en el planeta, de los cuales reposan en los océanos, alrededor del 97.0%, glaciares 2.4%, agua subterránea 0.54%, agua superficial 0.06%, agua atmosférica 0.001%. Para el agua subterránea se conoce que más del 50% de ella es inaccesible, dado a que se encuentra a más 800 metros de profundidad (Lozano, 2013).

El agua tiene varias propiedades importantes que son cruciales en su papel como disolvente, como medio de vida, en el comportamiento ambiental y sus usos humanos e industriales, basadas en las principales características de su molécula que son: la asimetría de la molécula, su naturaleza polar, la capacidad de formar enlaces o puentes de hidrogeno. Debido a su naturaleza polar, las moléculas de

agua rodean cationes y aniones de compuestos disueltos en ella, lo cual lo convierte en un buen disolvente para los compuestos iónicos (Manahan, 2007).

Agua para consumo humano

El agua para consumo humano o agua potable es aquella que cumple con las características físicas, químicas, microbiológicas y organoléptica en las condiciones que señala una normativa, de manera que no represente ningún riesgo para la salud humana, ni cause rechazo por parte del consumidor, pudiendo ser empleada sin restricción como bebida directa en la preparación de alimentos y en la higiene personal (Lozano y Lozano, 2015).

El agua para consumo humano, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, siendo adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal (OMS, 2006).

El agua potable tiene una estrecha relación con la salud; el desarrollo y la pobreza (Lozano y Lozano, 2015). Todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio en relación a la suficiencia, inocuidad y accesibilidad (OMS, 2006). No solo basta con tenerla de calidad sino también en cantidad suficiente, ya que la escasez de agua se relaciona con enfermedades parasitarias, asociadas a la falta de higiene (Lozano y Lozano, 2015).

Alrededor de 2, 200 millones de personas en el mundo no cuentan con servicios de agua potable gestionados de manera segura, al año 2, 000 un total de 1, 800 millones de personas han obtenido acceso a los servicios básicos de agua potable, sin embargo, existen grandes desigualdades en la accesibilidad, disponibilidad y calidad (UNICEF, 2019). UNICEF al año 2014 calcula que 1, 400

niños menores de cinco años mueren diariamente de EDAs relacionadas con la falta de agua potable, saneamiento e higiene inadecuados.

Para garantizar sistemáticamente la seguridad del agua de consumo, se debe aplicar un planteamiento integral de evaluación y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, a este planteamiento se denomina plan de seguridad del agua (OMS, 2006).

Contaminación del agua para consumo humano

La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que pueden provocar enfermedades en la salud humana (Aurazo, 2004). Los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales (incluidos los de las aves), los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos (OMS, 2006).

Las fosas sépticas, pozos negros, fugas de sistemas de alcantarillado, vertido indiscriminado de aguas de letrinas, a la cual se suma la contaminación nacida de la utilización cada vez más intensa de productos químicos de uso domésticos, tales como los detergentes son las formas de contaminación orgánica y biológica más comunes de contaminación del agua (Aurazo, 2004).

Sinhg (1989) menciona que el 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua.

La actividad humana de la agricultura es el mayor usuario de agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, que a causa de la erosión y la escorrentía inserta a las aguas productos que contienen agroquímicos (Ongley, 1997). La agricultura a causa de las ineficiencias en la distribución y aplicación, sus efluentes retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas conteniendo grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que causan deterioro a la calidad del agua (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1993).

La ganadería es una actividad antropogénica común de uso de la tierra, que genera impactos negativos desde el punto de vista bacteriológicos y químicos, sobre la calidad del recurso hídrico, especialmente en el sobrepastoreo (Brooks et al., 1991). Los impactos se observan principalmente en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua, donde los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas hacia los cuerpos de agua.

Generalmente las sustancias químicas presentes en el agua de consumo son de potencial peligro para la salud después de una exposición prolongada, a excepción de las sustancias que se vierten o filtran de forma esporádica a corrientes de aguas superficiales o subterráneas, procedentes, por ejemplo, de vertederos contaminados; cabe resaltar que el agua de consumo puede contener grupos de sustancias químicas procedentes de fuentes relacionadas, como los sub productos de desinfección (OMS, 2006).

Tabla 3*Elementos traza importantes en las aguas naturales*

Elemento	Fuentes	Efectos e Importancia
Arsénico	Subproductos mineros, residuales químicos	Tóxico, posiblemente carcinógeno
Berilio	Carbón, residuos industriales	Tóxico
Boro	Carbón, detergente, residuos líquidos	Tóxico
Cobre	Recubrimientos metálicos, minería, residuos industriales	Elemento traza esencial, tóxico para las plantas y algas a niveles alto
Cromo	Recubrimientos metálicos	Esencial Cr (III), tóxico como Cr (VI)
Flúor	Fuentes geológicas naturales	Previene la caída de los dientes a aproximadamente alrededor 1mg/L. Tóxico a niveles superiores
Hierro	Residuos industriales, corrosión, agua acida de minas, acción microbiana	Nutriente esencial, daña piezas sanitarias formando manchas
Manganeso	Residuos industriales, drenajes o aguas acidas de minas, acción microbiana	Tóxico a las plantas, daña piezas sanitarias formando manchas
Mercurio	Residuos industriales, minería, carbón	Tóxico, se moviliza como compuestos metilados de mercurio por bacterias anaeróbicas.
Molibdeno	Residuos industriales, fuentes naturales	Esencial para las plantas, toxico para los animales
Plomo	Residuos industriales, minería, combustibles	Tóxico, dañino a la fauna
Yodo	Residuos industriales, salmueras naturales, intrusiones salinas	Previene el bocio
Selenio	Fuentes naturales, carbón	Esencial a bajos niveles, tóxico a niveles superiores
Zinc	Residuos industriales, recubrimientos de metales	Elemento esencial, tóxico para las plantas a altos niveles

Nota. Manahan, 2007.

Enfermedades relacionadas al recurso hídrico

Las enfermedades que son transmitidas por el agua se asocian con el tratamiento inadecuado y la gestión insatisfactoria de la distribución del agua para consumo humano, estas enfermedades son causadas por bacterias, virus protozoos y helmintos patógenos (OMS, 2018). La diarrea ocupa un puesto destacado como causa de morbilidad, cobra la vida de 1,8 millones de personas y provoca unos 4 mil millones de casos de enfermedad al año, el 90 % de las defunciones de origen diarreico afectan a los niños menores de cinco años de edad, casi siempre en países en desarrollo (OMS, 2007).

Tabla 4

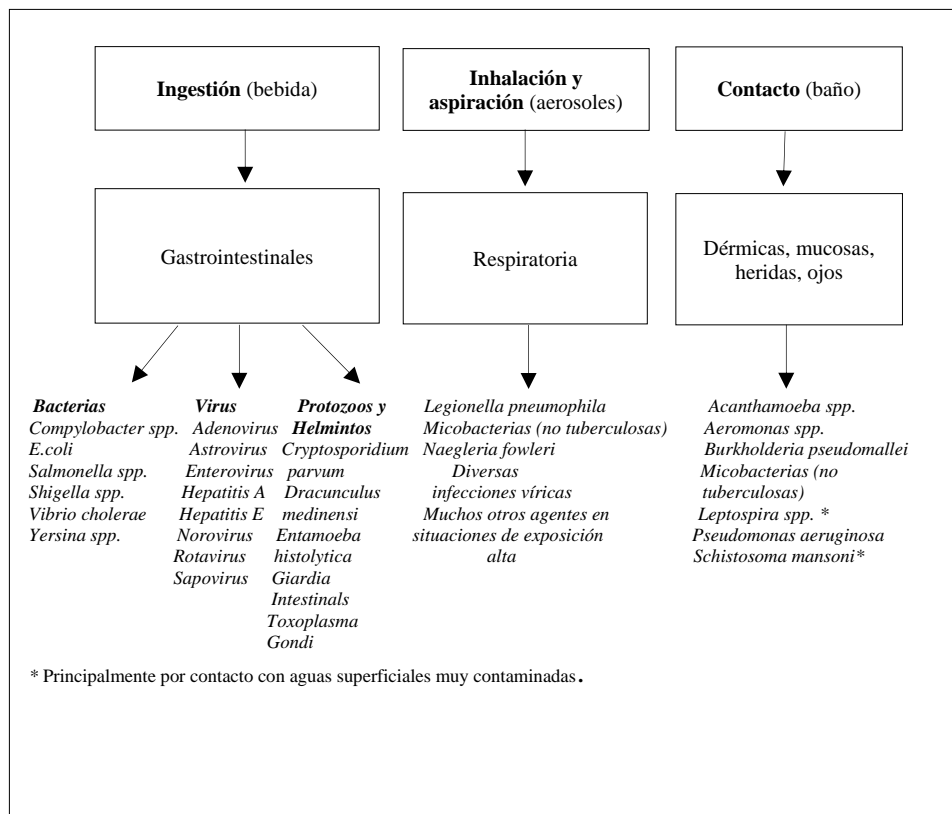
Agentes patógenos transmitidos a través del agua potable

Agente patógeno	Tipo de especie/ genero/grupo	Importancia para la salud	Persistencia en el suministro de agua	Resistencia al cloro	Infectivi- dad Relativa
Bacterias					
<i>Burkholderia</i>	<i>B. pseudomallei</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja
<i>Campylobacter</i>	<i>C. coli</i> <i>C. jejuni</i>	Alta	Moderada	Baja	Moderada
<i>E. coli – enterohemorrá-gica</i>	<i>E. coli O157</i>	Alta	Moderada	Baja	Alta
<i>Francisella</i>	<i>F. tularensis</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta
<i>Legionella</i>	<i>L. pneumophila</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada
<i>Micobacteria (no tuberculosa)</i>	<i>Mycobacterium avium complex</i>	Baja	Puede multiplicarse	Alta	Baja
<i>Otras Salmonellas</i>	<i>S. entérica</i> <i>S. bongori</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja
<i>Shigella</i>	<i>S. dysenteriae</i>	Alta	Corta	Baja	Alta
<i>Vibrio</i>	<i>V. cholerae O1 y O139</i>	Alta	Corta a larga	Baja	Baja
Virus					
<i>Adenoviridae</i>	<i>Adenovirus</i>	Moderada	Larga	Moderada	Alta
<i>Astroviridae</i>	<i>Astrovirus</i>	Moderada	Larga	Moderada	Alta
<i>Caliciviridae</i>	<i>Norovirus,</i> <i>Sapovirus</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta
<i>Hepeviridae</i>	<i>Virus de la hepatitis E</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta
<i>Picornaviridae</i>	<i>Enterovirus,</i> <i>Parvovirus,</i> <i>Virus de la hepatitis A</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta
<i>Reoviridae</i>	<i>Rotavirus</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta
Protozoos					
<i>Acanthamoeba</i>	<i>A. culbertsoni</i>	Alta	Puede multiplicarse	Alta	Alta
<i>Cryptosporidium</i>	<i>C. hominis/parvum</i>	Alta	Larga	Alta	Alta
<i>Cyclospora</i>	<i>C. cayetanensis</i>	Alta	Larga	Alta	Alta
<i>Entamoeba</i>	<i>E. histolytica</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta
<i>Giardia</i>	<i>G. intestinalis</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta
<i>Naegleria</i>	<i>N. fowleri</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada
Helmintos					
<i>Dracunculus</i>	<i>D. medinensis</i>	Alta	Moderada	Moderada	Alta

Nota. OMS, 2018.

Figura 2

Vías de transmisión y agentes patógenos relacionados con el agua



Nota. OMS, 2006.

Entre las principales enfermedades hídricas se tiene: Salmonelosis, Hepatitis, Disenterías, Hidatidosis, Giardiasis, Esquistosomiasis, Fiebre tifoidea, otros (Dirección Regional de Salud Cajamarca, 1999).

Fuentes de agua para consumo humano

El agua para consumo humano se deriva de dos fuentes: aguas superficiales, como los ríos y reservorios que fluyen sobre la superficie de la tierra, y subterráneas que son las que están situadas bajo el nivel freático y saturando completamente los poros y fisuras del terreno (Lampoglia et al., 2008).

Sistemas convencionales de abastecimiento de agua potable

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, entre los sistemas convencionales de abastecimiento de agua potable se tienen: sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento, sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento, sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento y sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (Canepa, 2004).

Tratamiento de agua para consumo humano

Cuando el agua para consumo humano presenta impurezas que impiden su consumo directo deberá ser previamente tratada, los procesos de tratamiento deben ser definidos de acuerdo a la calidad del agua de la fuente y al tipo de impureza que se quiere remover, debiéndose realizar análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes (Canepa, 2004).

Entre los principales procesos se tienen:

Cribado. Proceso donde se eliminan los sólidos de mayor tamaño que se encuentran en el agua (ramas, madera, piedras, plásticos, etcétera) por medio de rejas, en las que estos materiales quedan retenidos (Chulluncuy, 2011).

Coagulación – floculación. La coagulación consiste en la adición de coagulantes con el fin de desestabilizar las partículas coloidales para que sean removidas, la floculación es el proceso por el cual las partículas desestabilizadas chocan entre sí y se aglomeran formando los floc, ambos procesos, aparte de la

remoción de turbiedad y color también eliminan bacterias, virus, organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación, algas y sustancias que producen sabor y olor en algunos casos (Chulluncuy, 2011).

Sedimentación. Proceso físico donde las partículas suspendidas en el agua son removidas o separadas del fluido, debido a la gravedad, estas partículas son más densas que el agua, el resultado es la obtención de un fluido clarificado y una suspensión más concentrada; los sedimentadores pueden ser sedimentadores o decantadores estáticos, decantadores dinámicos, decantadores laminares (Chulluncuy, 2011).

Filtración. Proceso de separación de partículas con pequeñas cantidades de microorganismos (bacterias, virus) a través de un medio poroso, desde el punto bacteriológico, los filtros tienen una eficiencia de remoción superior a 99% (Chulluncuy, 2011).

Desinfección. Consiste en la destrucción selectiva de los organismos potencialmente infecciosos, los agentes químicos para la desinfección son el cloro, el bromo, el yodo, el ozono, el permanganato de potasio, el agua oxigenada, los iones metálicos, entre otros (Chulluncuy, 2011).

Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mg/L, las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución, no deberán contener menos de 0.5 mg/L de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas durante un mes, del diez por ciento (10%) restante, ninguna debe contener menos de 0.3 mg/L (D.S N° 031-2010-SA).

Calidad del agua para consumo humano

El concepto de calidad posee distintas visiones, remontándonos hasta filósofos griegos, la calidad se concebía como la posesión de una cosa o virtud de ser “la mejor”, entendida como un estándar absoluto. Actualmente, este significado absoluto se conserva de la creencia popular de que la calidad es “lo mejor”, “lo más brillante”, “el poseer los estándares más altos” (Tuchman, 1980). La orientación técnica de la calidad se entiende como la “conformidad con las especificaciones” (Shewhart, 1931).

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario (Mendoza, 1996).

Canepa (2004), considera que la calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. La OMS ha fijado 5 parámetros de calidad del agua que no pueden exceder los niveles aceptables: físicos, químicos, microbiológicos, toxicológicos y radiactivos; aquellas aguas que cumplan con los estándares preestablecidos para el conjunto de parámetros indicadores considerados serán aptas para consumo humano (OPS, 1988).

Parámetros de calidad del agua para consumo humano

Entre los parámetros de calidad del agua para consumo humano se tiene:

Parámetro Físico. Son características que impresionan a los sentidos (vista, olfato, etcétera), teniendo incidencia directa sobre condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [CEPIS/OPS],2004). Entre ellas se tiene:

La turbiedad. Es un parámetro relacionado con el grado de transparencia y limpieza del agua originada por las partículas en suspensión o coloides, afecta a la desinfección del agua reduciendo la eficiencia del proceso, debido a la generación de flóculos en donde los microorganismos se protegen del desinfectante físicamente (Campos, 2003). La OMS (2006), recomienda como valor guía 5.00 UNT, sin embargo, para una desinfección eficiente, el agua filtrada deberá tener una turbiedad promedio menor o igual a 1.00 UNT.

El pH. Influye en ciertos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución, asimismo puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección (CEPIS/OPS,2004). Según la normatividad peruana el pH del agua para consumo humano debe estar en un rango de 6.5 a 8.5 de pH (D.S N° 031-2010-SA,2010).

La temperatura. Parámetro que retarda o acelera la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (CEPIS/OPS,2004).

Entre otros parámetros físicos se tiene: sólidos solubles e insolubles, color, olor y sabor.

Parámetro Químico. El agua, al ser un solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica, sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o aquellos que puedan tener efectos en la salud de la población (CEPIS/OPS, 2004).

Los parámetros químicos se relacionan con metales pesados, agroquímicos, y desechos tóxicos, este tipo de contaminación se da con mayor predominancia en

las aguas subterráneas en comparación con las aguas superficiales, dado que los contaminantes son más persistentes y menos móviles en este tipo de agua (Canter, 2000).

Parámetro Microbiológico. La clase y número de bacterias, sirve para la determinación de la calidad del agua detectando el grado de contaminación del agua con desechos de origen humano y/o animal (CEPIS/OPS, 2000). Se utiliza el grupo de bacterias coliformes como principal indicador de calidad de los distintos tipos de agua; el número de coliformes en una muestra se usa como criterio de contaminación (Kornacki y Johnson, 2001).

Los coliformes totales incluyen varios géneros, todos los cuales pueden ser de origen fecal. Algunas especies coliformes son asociadas frecuentemente a desechos vegetales o pueden ser habitantes comunes del suelo o de las aguas superficiales, por lo tanto, el grupo coliforme no debe ser considerado en general como un indicador de organismos exclusivamente fecales (OPS, 1988). La medición del grupo coliforme es relevante para sistemas de abastecimiento de agua con tratamiento y cloración donde la ausencia del grupo coliforme indicaría normalmente que el agua ha sido lo suficientemente tratada – desinfectada como para destruir los diferentes grupos patógenos (OPS, 1988), es decir proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución (Canepa, 2004).

Los coliformes termotolerantes son ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están estrechamente relacionados con la contaminación

fecal, siendo el *Escherichia coli* el principal indicador bacteriano en el agua (Canepa, 2004).

El Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano señala que en caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, que confirma la contaminación fecal (D.S N° 031-2010-SA,2010).

Plan del Control de la Calidad (PCC)

El Plan de Control de Calidad del Agua (PCC) se sustenta en el Manual para el desarrollo de Planes de Seguridad de Agua (PSA) que promueve la OMS, el cual considera en su metodología la identificación y priorización de peligros y riesgos en sistemas de abastecimiento de agua; procesos para la verificación de la eficacia y eficiencia de la gestión de los sistemas de control de la calidad del agua; análisis de peligros y puntos críticos de control (OMS, 2009).

Para elaborar el PCC el proveedor deberá recolectar y evaluar la información de las características de la fuente de abastecimiento de agua, calidad del agua cruda, riesgo de la salud por sustancias químicas y microorganismos, condiciones de tratamiento, almacenamiento y distribución del agua (R.M N°908-2014/MINSA, 2014).

Para el desarrollo del PCC se considerará, los siguientes componentes enmarcados en la R.M N°908-2014/MINSA:

Conformación del equipo de trabajo. Comprende la creación de un equipo experimentado y multidisciplinario que conozca los componentes del sistema, que esté en condiciones para identificar/evaluar los peligros y riesgos que pudiera presentar cada componente del sistema de agua potable.

Descripción del sistema. El proveedor es responsable de realizar una caracterización analítica inicial, consistente en:

La caracterización inicial de la fuente. Se realizará con arreglo a los ECAs para la Categoría Poblacional y Recreacional. Se debe tener en cuenta la actividad entorno a la cuenca.

El estudio de caracterización inicial del agua. Se realizará para los parámetros microbiológicos y parasitológicos (Anexo I); físico-químicos (de calidad organoléptica del Anexo II, inorgánicos del Anexo III), para determinar el cumplimiento de los valores de LMPs establecidos por D.S N°031-2010-SA.

La caracterización inicial de los parámetros orgánicos. El cual tomara de referencia el Anexo III del D.S N°031-2010-SA, los parámetros serán incorporados de manera gradual durante los dos primeros años de vigencia del PCC.

El parámetro microbiológico (Virus) y parámetros radioactivos. Serán incorporados a la caracterización inicial, ante el riesgo identificado a través de la acción de control del proveedor, vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y/o supervisión de las actividades de la cuenca.

Puntos de muestreo seleccionados. Serán representativos en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano (fuente, salida del sistema de tratamiento, almacenamiento, sistema de distribución, conexión domiciliaria).

Información histórica. Deberá ser incorporado para que permita contrastar el mejoramiento o demetrio de la calidad del agua en el tiempo, que serán tomados como indicios en el proceso de elaboración del Plan de Control de Calidad.

Documentación inicial, caracterización inicial, elaboración y validación del diagrama de flujo. Describir completamente el sistema de agua para consumo

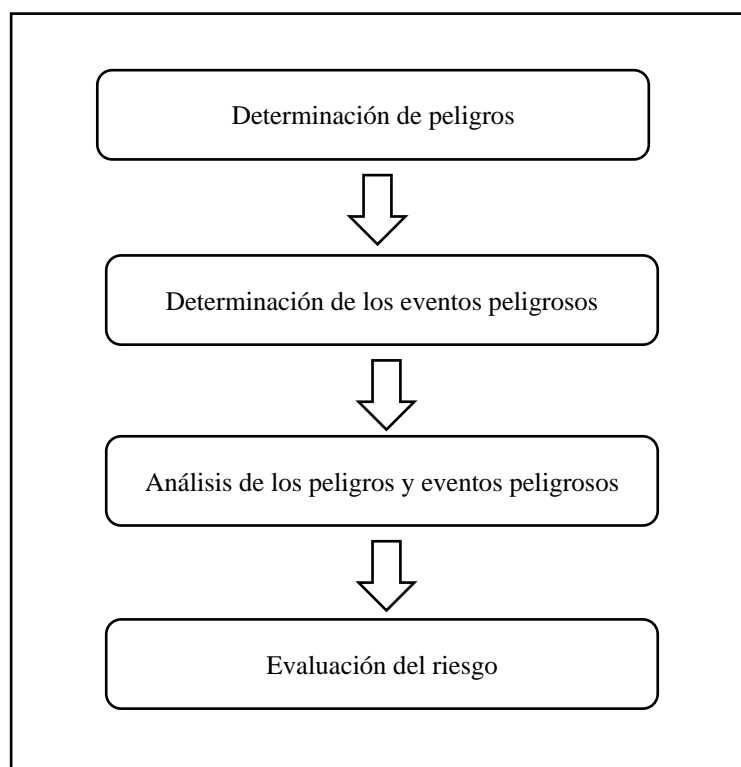
humano. Si el servicio de abastecimiento no dispone de documentación sobre el sistema de suministro de agua, es fundamental documentarlo sobre el terreno. El objetivo es garantizar la exactitud de la documentación sobre la naturaleza de la calidad del agua cruda, semi cruda y tratada y del sistema utilizado para producir agua para consumo humano permitiendo la evaluación y gestión de los riesgos.

Se desarrollará un diagrama de flujo exacto del sistema para la determinación de los peligros, riesgos y controles existentes.

Determinación de peligros y eventos peligrosos. Se identificará los peligros que pueden generar riesgos, para tal efecto se utilizarán listas de verificación. Se debe tener en cuenta el tipo de agentes contaminantes, sustancias químicas manejadas en el tratamiento, vulnerabilidad del sistema de agua frente a posibles eventos naturales o antropogénicos, etc.

Figura 3

Criterios para el análisis y evaluación de peligros y eventos peligrosos



Análisis de Evaluación de los Riesgos. El riesgo asociado a cada evento peligroso y peligro puede determinarse en función de la probabilidad de que se produzca (“casi siempre”, “probable”, “moderada”, “improbable” o “excepcional”) y evaluando la gravedad de las consecuencias en caso de producirse (“insignificante”, “leve”, “moderado”, “grave”, “catastrófico”).

Para la calificación de la gravedad del impacto y la probabilidad de su ocurrencia, se tendrá en cuenta lo indicado en las Tablas N° 5 y 6.

Tabla 5

Gravedad del impacto

Gravedad del Impacto				
Efecto insignificante	Efecto en el cumplimiento leve	Efecto organoléptico moderado	Efecto reglamentario grave	Efecto catastrófico en la salud pública
Puntuación 1	Puntuación 2	Puntuación 3	Puntuación 4	Puntuación 5

Nota. R.M N°908-2014/MINSA, 2014.

Tabla 6

Probabilidad

Probabilidad				
Casi siempre/una vez al día	Probable/una vez por semana	Moderada/una vez al mes	Improbable/una vez al año	Excepcional/una vez cada 5 años
Puntuación 5	Puntuación 4	Puntuación 3	Puntuación 2	Puntuación 1

Nota. R.M N°908-2014/MINSA, 2014.

Para el análisis para la evaluación de riesgos, el proveedor deberá seguir la siguiente metodología:

Definir y sustentar la gravedad del evento peligroso y peligro identificado, dentro de la definición establecida en la Tabla N° 7, aplicando el método de la matriz de evaluación de riesgo semi cuantitativa señalada en la Tabla N°9.

Tabla 7

Definición de efecto de eventos peligrosos en los sistemas de abastecimiento de agua

Efecto insignificante	Efecto en el cumplimiento leve		Efecto organoléptico moderado		Efecto reglamentario grave		Efecto catastrófico en la salud pública	
Suministro de agua que cumple los LMP del reglamento	Suministro de agua	de consecuencias a corto plazo o locales, sin relación con la salud, ni con el incumplimiento de los LMP de algún parámetro organoléptico.	Suministro de agua que incumple los LMP de por lo menos un parámetro organoléptico o algún incumplimiento prolongado, sin relación con la salud.	Suministro de agua que incumple los LMP de algún parámetro, con posibles efectos sobre la salud a largo plazo	Suministro de agua que incumple los LMP de algún parámetro, con posibles efectos sobre la salud a largo plazo	Suministro de agua que incumple los LMP de algún parámetro, con posibles efectos sobre la salud a largo plazo	Suministro de agua que incumple los LMP de algún parámetro, con posibles efectos sobre la salud a largo plazo	Suministro de agua que incumple los LMP de algún parámetro, con posibles efectos sobre la salud a largo plazo

Nota. R.M N°908-2014/MINSA, 2014.

La información en la que se basará la evaluación de riesgos procederá del análisis previo del sistema de abastecimiento de agua.

La puntuación del riesgo queda establecida por el producto de gravedad por la probabilidad de acuerdo a los criterios descritos, teniendo en cuenta la escala de valores que se señalan en la Tabla N° 8.

$$\text{Puntuación de riesgo} = \text{Gravedad} \times \text{Probabilidad}$$

Tabla 8*Escala de valores para la clasificación del riesgo*

Puntuación del riesgo	< 6	6 - 9	10 - 15	> 15
Clasificación del riesgo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

Nota. R.M N°908-2014/MINSA, 2014.

El resultado de la evaluación de peligros y la evaluación de riesgos se debe expresar en la matriz, conforme a la Tabla N° 9. Los resultados de la evaluación de peligros y la probabilidad de riesgos, se presentarán en el formato de la tabla N° 10.

Tabla 9*Escala de valores para la clasificación del riesgo*

Probabilidad de Ocurrencia	Gravedad de la Consecuencia				
	Efecto nulo o insignificante	Efecto en el cumplimiento leve	Efecto organoléptico moderado	Efecto reglamentario grave	Efecto catastrófico en la salud pública
	Clasificación 1	Clasificación 2	Clasificación 3	Clasificación 4	Clasificación 5
Casi siempre /una vez al día Clasificación 5	5	10	15	20	25
Probable/ una vez por semana Clasificación 4	4	8	12	16	20
Moderada/ una vez al mes Clasificación 3	3	6	9	12	15
Improbable/una vez al año Clasificación 2	2	4	6	8	10
Excepcional/una vez cada 5 años Clasificación 1	1	2	3	4	5
Puntuación del riesgo	<6	6 - 9	10-15	>15	
Clasificación del riesgo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	

Nota. R.M N°908-2014/MINSA, 2014.

Tabla 10

Resultados de evaluación del peligro y evaluación del riesgo

Etapa del proceso	Evento peligroso (fuente de peligro)	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación del riesgo (antes de considerar la aplicación de medidas de control)	Fundamento
-------------------	--------------------------------------	-----------------	--------------	----------	------------	--	------------

Nota. R.M N°908-2014/MINSA, 2014.

Determinación de los puntos críticos de control y de sus medidas de control. Todo peligro cuyo riesgo se clasifique como alto o muy alto (puntuación > 10) se constituirá como punto crítico de control y deberá someterse a medidas de control validadas.

La determinación de medidas de control se determina previa identificación de los puntos críticos cuyo riesgo se clasifique como alto y muy alto, para los cuales se identificará las medidas de control que se vienen aplicando lo cual deberá contar con un registro de la periodicidad de su cumplimiento y documentación que lo sustente.

La validación es la obtención de la información acerca de los resultados eficaces de las medidas de control existentes en los puntos críticos de control identificados. En caso que una medida de control se venga aplicando desde algún tiempo antes del PCC, es probable que el proveedor de agua disponga de un historial de medidas de control, información que se complementara al monitoreo de validación.

Para los puntos de control cuyo riesgo se clasifique como insignificante, leve y moderado debe sustentarse con documentación que asegure que tal condición este controlada.

Reevaluación de riesgos, teniendo en cuenta la eficiencia de las medidas de control. El sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control se retroalimenta, luego de la validación de las medidas de control en los puntos críticos. Producto de la retroalimentación se reevaluará bajo la metodología descrita en los puntos críticos para su reclasificación, previa determinación de la eficacia de la medida de control.

Monitoreo Operativo. El monitoreo operativo comprende actividades de seguimiento en los puntos críticos de control, muestra que la medida de control continúa funcionando eficazmente a lo largo del tiempo, si se detecta una desviación, pueden adoptarse correctivos con tiempo suficiente para evitar superar los LMP de calidad del agua.

El monitoreo operativo se basa en las observaciones y pruebas sencillas del cumplimiento de los límites críticos en los puntos críticos de control. Los límites críticos podrán ser:

Mesurables. Medición de las concentraciones como los parámetros de campo (cloro residual, pH, temperatura, entre otros).

Observables. Referente al estado situacional de los componentes del sistema de agua para consumo humano o de las actividades económicas que se desarrollan cerca de los componentes del sistema de agua para consumo humano, entre otras observaciones de campo.

Programa de monitoreo. El desarrollo del programa de monitoreo de la calidad del agua para consumo humano, demostrara la eficacia del PCC sobre la calidad de agua para consumo humano. El programa de monitoreo se formulará de la siguiente manera:

Parámetros a monitorear. Se debe incluir los parámetros de PCO (coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales, color, turbiedad, cloro residual, pH), así como los parámetros PACO los que se incorporarán a partir de los resultados de la caracterización inicial, de las acciones de vigilancia o control de la calidad del agua y supervisión de las actividades de la cuenca que exceden los LMP.

Puntos de monitoreo. Para la determinación de los puntos de monitoreo se tendrá en cuenta el tipo de fuente y complejidad del sistema, los puntos a monitorear deben ser representativos en todo el recorrido del sistema de agua.

Frecuencia. En el ámbito urbano los proveedores del servicio están regulados por la SUNASS y municipios.

La frecuencia de monitoreo de los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y bacterias heterotróficas) se determinará en función a la presencia de cloro residual libre (< a 0.5 mg/L) y turbiedad (> a 5 UNT).

La frecuencia de los PACO se determinará en función de la complejidad del sistema de abastecimiento de agua, población servida y su ámbito de residencia, condiciones de vulnerabilidad de la población peligros asociados a las actividades de la cuenca.

Análisis de muestras, interpretación y presentación de los resultados. Las muestras deben ser analizadas en laboratorios acreditados, los resultados deberán contar con su informe de interpretación. La data de los registros históricos deberá ser sometida a un análisis estadístico para estimación de riesgos donde se determine

en barras el mínimo, máximo, promedio, media de los valores en comparación con el LMP para cada parámetro considerado.

Preparación, formulación y solicitud de aprobación del PCC. El proveedor de agua para consumo humano identifica y estima los riesgos cuantitativamente, estableciendo medidas correctivas, fijando límites críticos operacionales para cada uno de los puntos críticos identificados y reevaluación del riesgo.

La DIRESA, a nivel regional, evaluará la solicitud de aprobación del PCC, el cual debe cumplir con el contenido de la Directiva Sanitaria N° 058-MINSA/DIGESA-V.01, Anexo A (contenido del PCC), aprobada mediante R.M N°908-2014/MINSA. Posterior a la aprobación, se realizará la fiscalización del cumplimiento del PCC.

2.3 Definición de términos

Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable – A

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano (D.S N°004-2017-MINAM,2017).

Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional – A2

Aguas destinadas para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente (D.S N°004-2017-MINAM,2017).

Evento peligroso

Situación que introduce peligro (o impide su eliminación) en un sistema de agua para consumo humano (R.M N°908-2014-MINSA,2014).

Límite máximo permisible

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua (D.S N° 031-2010-SA,2010).

Límite crítico

Valor que no puede sobrepasar el umbral mínimo- umbral máximo. Permite verificar si un punto crítico de control está controlado, pudiendo ser medible, o no medibles (R.M N°908-2014-MINSA,2014).

Monitoreo

Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua (D.S N° 031-2010-SA,2010).

Parámetros de control obligatorio (PCO)

Son los parámetros que los proveedores de agua para consumo humano deben evaluar obligatoriamente, los cuales son: coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual desinfectante y pH, en caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de Escherichia coli, como prueba confirmativa de la contaminación fecal (D.S N° 031-2010-SA,2010).

Peligro

Es la fuente que puede afectar o ocasionar un afecto adverso sobre la calidad del agua para consumo humano, entre el peligro se encuentra agentes físicos, biológicos, químicos o radiológicos, generados por eventos naturales o antropogénicos (R.M N°908-2014-MINSA,2014).

Plan de Control de la Calidad (PCC)

Instrumento técnico para aplicar, asegurar y hacer cumplir la norma sanitaria a fin de proveer agua inocua (R.M N°908-2014-MINSA,2014).

Proveedor del servicio

Persona natural o jurídica que administra el sistema de agua potable, bajo cualquier modalidad empresarial (D.S N° 031-2010-SA,2010).

Punto de control

Fase en el sistema de agua en el que debe aplicarse un control al incumplir los límites críticos por riesgo insignificante, leve o moderado (R.M N°908-2014-MINSA,2014).

Punto crítico de control

Fase en el sistema de agua en el que debe aplicarse un control al incumplir los límites críticos por el riesgo alto o muy alto (R.M N°908-2014-MINSA,2014).

Riesgo

Es la probabilidad de suceso de un evento peligroso en el sistema de abastecimiento de agua (R.M N°908-2014-MINSA,2014).

2.4 Variables

Tabla 11

Operalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Calidad del agua	La calidad se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas que debe cumplir el agua para consumo humano para ser inocuo (Cánepa, 2004).	La calidad del agua en la Zona Urbana del Distrito de Cátaç, Provincia de Recuay, Áncash será apto para consumo humano si de la caracterización de la fuente de agua en los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos cumplen con los ECA establecidos por el D.S N°004-2017-MINAM, asimismo cumplen con los LMP en los parámetros de campo (cloro residual libre, turbiedad, conductividad, PH, temperatura) y parámetros microbiológicos establecidos en el D.S N° 031-2010-SA en los componentes del reservorio y red de distribución del sistema de agua potable.	Parámetros fisicoquímicos	Cloruros (mg/L), dureza (mg/L), nitratos (mg/L), nitritos (mg/L), sulfatos (mg/L).	Razón
			Parámetros inorgánicos	Aluminio (mg/L), antimonio (mg/L), arsénico (mg/L), bario (mg/L), berilio (mg/L), boro (mg/L), cadmio (mg/L), cobre (mg/L), cromo total (mg/L), hierro (mg/L), manganeso (mg/L), mercurio (mg/L), molibdeno (mg/L), níquel (mg/L), plomo (mg/L), selenio (mg/L), uranio (mg/L), zinc (mg/L).	
			Parámetros de campo	Cloro residual libre (mg/l), turbiedad (UNT), conductividad (uS/cm), PH (valor de PH), temperatura (°C).	
			Parámetros Microbiológicos	Bacterias heterotróficas (UFC/ml a 35°C), Coliformes totales (UFC/100 ml a 35 °C), coliformes fecales (UFC/100 ml A 44.5 °C).	
Propuesta de gestión	Propuesta del instrumento técnico Plan del Control de la Calidad (PCC) a través del cual se establecen un conjunto de medidas para garantizar la inocuidad del agua, con el fin de proteger la salud de los consumidores.	Para la elaboración del PCC se considera: - Identificación y priorización de peligros y riesgos en sistemas de abastecimientos de agua, desde la cuenca hidrográfica hasta la conexión domiciliaria. - Análisis de peligro y puntos críticos de control (HACCP). - Elaboración del programa de monitoreo de la calidad del agua para consumo humano, otros.	Identificación y evaluación de peligros y riesgos	Identificación y evaluación del peligro, evento peligroso y caracterización del riesgo. Determinación de puntos críticos y medidas de control.	Nominal
			Monitoreo Operacional	Elaboración del programa de monitoreo de la calidad del agua, otros.	

Capítulo III

METODOLOGIA

3.1 Tipo de investigación

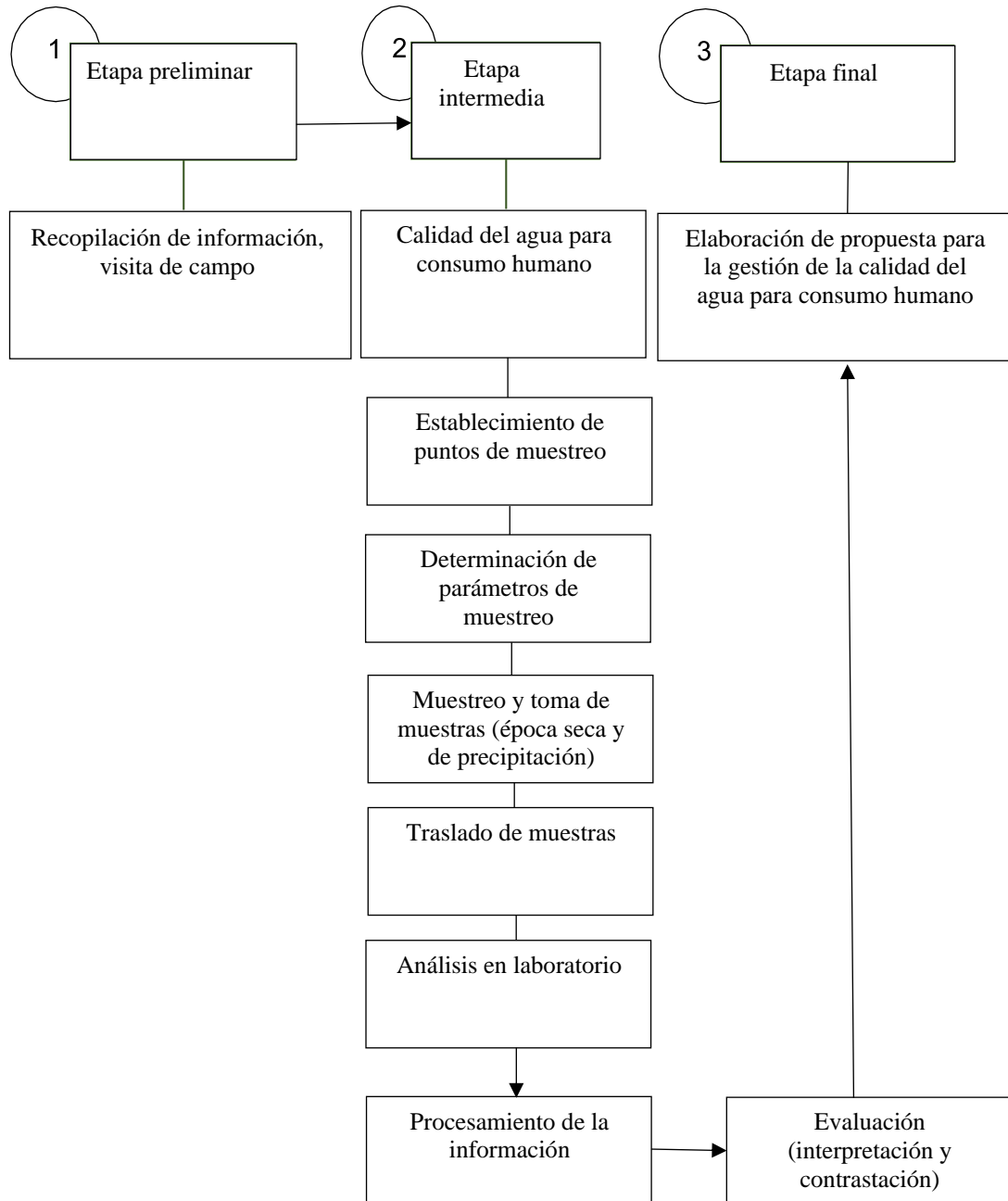
El presente estudio es de tipo descriptivo analítico. Descriptivo porque describió las características del agua para consumo humano y analítico porque contrastó los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (D.S N°004-2017-MINAM) y los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA) con la finalidad de evaluar una relación causal entre los resultados y su efecto sobre la salud de sobrepasar los valores de la normatividad citada.

3.2 Diseño de investigación

Corresponde a un diseño observacional, dado que los datos fueron recolectados de la realidad sin modificar las variables del estudio.

Figura 4

Diseño de la investigación



3.3 Población y muestra

Población

La población del estudio fue el sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac. Este sistema está constituido por una captación, planta de tratamiento, línea de conducción, 02 reservorios y red de distribución.

Muestra

El tipo de muestreo fue no probabilístico. La muestra abarco el muestreo en la captación, un punto en la planta de tratamiento, en cada uno de los dos reservorios y en dos puntos de muestreo en la red de distribución correspondiente a cada uno de los reservorios, muestreo que se realizó en la época seca del año 2018, para la ampliación del presente estudio se realizó el muestreo en la época de precipitación del año 2019, en los puntos antes descritos.

Metodología. La metodología para la selección de los puntos de muestreo en el reservorio y dos en la red de distribución se tomó de la R.M N° 160-2015/DIGESA/SA, que cita que los puntos de muestreo se deben establecer en el grifo de la tubería de salida del reservorio y en las redes de distribución, en estas últimas se establecerán los puntos de muestreo en las áreas intermedias y los extremos finales.

Los parámetros de campo monitoreados fueron: cloro residual, pH, turbiedad, conductividad y temperatura. Se tomó muestras de agua para análisis microbiológico cuando el cloro residual libre estuvo por debajo del Límite Máximo Permisible (<0.5 mg/L) y/o la turbiedad por encima del Límite Máximo Permisible (>5 NTU).

Tabla 12*Puntos de Muestreo*

Componentes operacionales del sistema de abastecimiento	Parámetros a evaluar	Puntos de muestreo	N° de muestras	Fecha de muestreo
Captación	Parámetros fisicoquímicos e inorgánicos	M-1	01	21/02/2018
	Parámetros de campo	M-2	01	25/05/2018
	Parámetros de campo	M-2-1	01	26/02/2019
Planta de Tratamiento	Parámetros de campo	M-3	01	25/05/2018
	Parámetros de campo	M-3-1	01	26/02/2019
Reservorio 1	Parámetros de campo y microbiológico	M-4	01	25/05/2018
	Parámetros de campo y microbiológico	M-4-1	01	26/02/2019
Red de distribución proveniente del reservorio 1	Parámetros de campo y microbiológico	M-5	01	25/05/2018
	Parámetros de campo y microbiológico	M-5-1	01	25/05/2018
	Parámetros de campo y microbiológico	M-5-2	01	26/02/2019
	Parámetros de campo y microbiológico	M-5-3	01	26/02/2019
Reservorio 2	Parámetros de campo y microbiológico	M-6	01	25/05/2018
	Parámetros de campo y microbiológico	M-6-1	01	26/02/2019
Red de distribución proveniente del reservorio 2	Parámetros de campo y microbiológico	M-7	01	25/05/2018
	Parámetros de campo y microbiológico	M-7-1	01	25/05/2018
	Parámetros de campo y microbiológico	M-7-2	01	26/02/2019
	Parámetros de campo y microbiológico	M-7-3	01	26/02/2019

3.4 Técnicas e instrumento (s) de recolección de datos

Técnica

La técnica utilizada en el presente estudio fue la medición de parámetros de campo (cloro residual, pH, turbidez, conductividad, temperatura) y la toma de muestras para el análisis microbiológico (bacterias heterotróficas, coliformes totales, coliformes fecales). Se utilizó como instrumento de recolección de datos los formularios 1,2 y 3 de inspección sanitaria diseñados por el Ministerio de Salud.

Equipos y materiales

- Fotómetro, marca lovibond, modelo MD 100.
- Peachímetro con sensor de temperatura, marca lovibond, modelo SD 50.
- Turbídímetro, marca lovibond, modelo TB 250.
- Conductímetro, marca lovibond, modelo SD 70.
- Cooler.
- Frascos esterilizados de vidrio de 250 ml.
- Refrigerantes.
- Papel toalla.
- Etiquetas.
- Plumón indeleble.
- Hilo de pabilo.
- Ficha de campo.
- Guantes.
- Respirador N°95.
- Cámara fotográfica digital.
- Movilidad.

- Computadora.
- USB/CD.
- Impresora.
- Cartuchos de tinta para impresora.
- Papel bond.
- Lapiceros.
- Folder/faster.
- Servicio de internet.
- Fotocopias.
- Encuadernación.
- Anillado.
- Material bibliográfico.

Instrumentos

Formularios de registro de campo. Formularios 1,2,3 de inspección sanitaria diseñados por el Ministerio de Salud.

Kit de equipos para el análisis de agua. Para la determinación de los parámetros de campo: cloro residual, pH, turbiedad, conductividad y temperatura. Se utilizaron los siguientes equipos: fotómetro, peachímetro con sensor de temperatura, turbidímetro y conductímetro.

3.5 Plan de procesamiento y análisis estadísticos de datos

Una vez obtenidos los datos de la caracterización del agua proveniente del componente de la captación en los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos y los datos de parámetros de campo en los componentes del reservorio y red de distribución, se realizó la codificación de la información, siendo digitada, procesada, analizada, computarizada, elaborándose una propuesta de gestión para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano que será remitida al proveedor del sistema de agua potable, Municipalidad Distrital de Cátac a fin de salvaguardar la salud de la población.

Los pasos seguidos fueron los siguientes:

El contraste de los resultados de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos de las aguas provenientes de la captación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (D.S N°004-2017-MINAM).

El contraste de los datos de parámetros de campo cloro residual libre, pH, turbiedad, conductividad, temperatura y resultados del análisis microbiológico con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA).

El análisis, interpretación y discusión de resultados. Posteriormente se elaboró el PCC del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac, con la finalidad del aseguramiento de la calidad del agua, lo cual será remitido a la Municipalidad Distrital de Cátac.

Capítulo IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Presentación de resultados

Caracterización del sistema que abastece de agua para consumo humano a la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash

Información del distrito de Cátac. El distrito de Cátac, de la provincia de Recuay, departamento de Áncash se ubicada en las coordenadas UTM WGS-84 a 233373.20 m Este y 8915554.90 m Norte, a una altitud de 3 578.90 m.s.n.m. El Fondo de la Cooperación para el Desarrollo Social clasifica al distrito de Cátac, como distrito de quintil 2 (muy pobre).

La población total del distrito de Cátac al año 2018 fue de 4 032.00 habitantes, de los cuales la zona urbana del distrito de Cátac presentó 3 031.00 habitantes, la población restante representada por 1 001.00 habitantes estuvo distribuido en la zona rural del distrito.

Entre los servicios básicos que cuenta la zona urbana del distrito de Cátac cuentan con electricidad, señal de teléfono - televisión - radio emisora, sistema de abastecimiento de agua, sistema de eliminación de excretas, la disposición final de los residuos sólidos es mediante un botadero y se realiza el servicio de la limpieza pública.

En la zona urbana del distrito de Cátac se ubica la institución educativa inicial N°421 “Dos de Mayo de Cátac” y la institución educativa “Cesar Vallejo Mendoza” la cual brinda los servicios educativos de educación primaria y

secundaria respectivamente. Asimismo, cuenta con un centro de salud, C.S Cátac la cual pertenece a la jurisdicción de la Red de Salud Huaylas Sur.

La Red de Salud Huaylas Sur (2018), reportó que 222.00 niños menores de tres años pertenecientes al distrito de Cátac tamizados en el despistaje de anemia el 55.90% presentaron anemia y de 288.00 niños menores de tres años evaluados el 21.90% presentaron desnutrición crónica. Tanto la anemia y desnutrición crónica tiene como una de sus causas principales la insalubridad de agua y deficiencias de saneamiento e higiene.

Gestión del servicio de agua para consumo humano. El prestador del servicio de agua potable, en la zona urbana del distrito, es la Municipalidad Distrital de Cátac. La continuidad del servicio de agua es de 24 horas por los siete días de cada semana, abasteciendo a 3 031.00 habitantes distribuidos en 705.00 viviendas (cobertura al 100%).

Dentro de los parámetros de calidad del agua, el proveedor solo realiza y registra el control de cloro residual en el agua, sin seguir ningún protocolo, no realizando el monitoreo de otros parámetros de campo, análisis microbiológicos, parasitológicos, físico – químico, inorgánicos.

La Municipalidad Distrital de Cátac, al año 2018 menciona que la cuota familiar por el servicio de agua potable no tuvo regulación por lo cual cada vivienda realizaba el pago mensual de S/.3.00 soles recaudándose al mes S/. 2, 115.00, sin embargo, solo el 7.09% de viviendas realizó el pago puntualmente. Los gastos de administración, operación y mantenimiento del sistema de agua ascendieron a S/.3, 330.00 soles promedio mensual habiendo un déficit de S/. 1, 215.00 del aporte familiar (36.49% de déficit).

Caracterización de la infraestructura de abastecimiento de agua potable. La infraestructura cuenta con una antigüedad de 35 años, recibió rehabilitación en el año 2009, a la actualidad presenta funcionamiento continuo, brinda el servicio de agua potable solo a la zona urbana del distrito, siendo el único sistema que abastece a la zona.

Tipo y fuente del sistema de abastecimiento. El tipo de sistema es de gravedad con tratamiento, siendo su fuente de tipo superficial proveniente del canal Queshque, el cual se abastece de la laguna Queshkicocha.

Captación. La infraestructura es de tipo barraje, el cual se ubica en las coordenadas UTM WGS-84 a 239750.32 m Este y 8914140.85 m Norte. Tiene regulado un caudal de entrada de 30 L/s, con una tubería de entrada 6 pulgadas de diámetro.

Línea de conducción. Se encuentra enterrada en toda su extensión (captación-reservorio), se cuenta con una válvula de purga de dn 160 mm.

En las coordenadas UTM WGS-84 a 234163.08 m Este y 8915074.04 m Norte, se ubica un desarenador doble.

La línea de conducción no cuenta con cámaras rompe presión tipo CRP-6.

Planta de tratamiento. Se ubica en las coordenadas UTM WGS-84 a 234048.08 m Este y 8915061.04 m Norte.

La planta de tratamiento cuenta con los componentes de un sedimentador y dos cajas de filtros lentos.

Asimismo, en la planta de tratamiento se tiene la ampliación de los procesos de tratamiento en los componentes de floculador horizontal, decantador y cámara de cloración lo cuales se encuentran inoperativos por la no subsanación de

observaciones para la recepción de la obra del proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Tratamiento de Agua Potable -II Etapa”, proyecto del año 2013.

Reservorios. El sistema de agua potable de la zona urbana del distrito de Cátac cuenta con dos reservorios de tipo apoyados.

El reservorio N°01, denominado por la población como “Cátac Pata”, se ubica en las coordenadas UTM WGS-84 a 233870.08 m Este y 8915013.04 m Norte, es de forma cuadrada y presenta una capacidad de 140 m³. Abastece a los barrios de Yanapampa y Llacshahuanca de la zona urbana del distrito de Cátac. Entre sus deficiencias más resaltantes es que el equipo dosificador de cloro es hipoclorador por difusión (sistema desfasado), cerco de protección precario (alambre de púas oxidadas), falta de mantenimiento de la infraestructura.

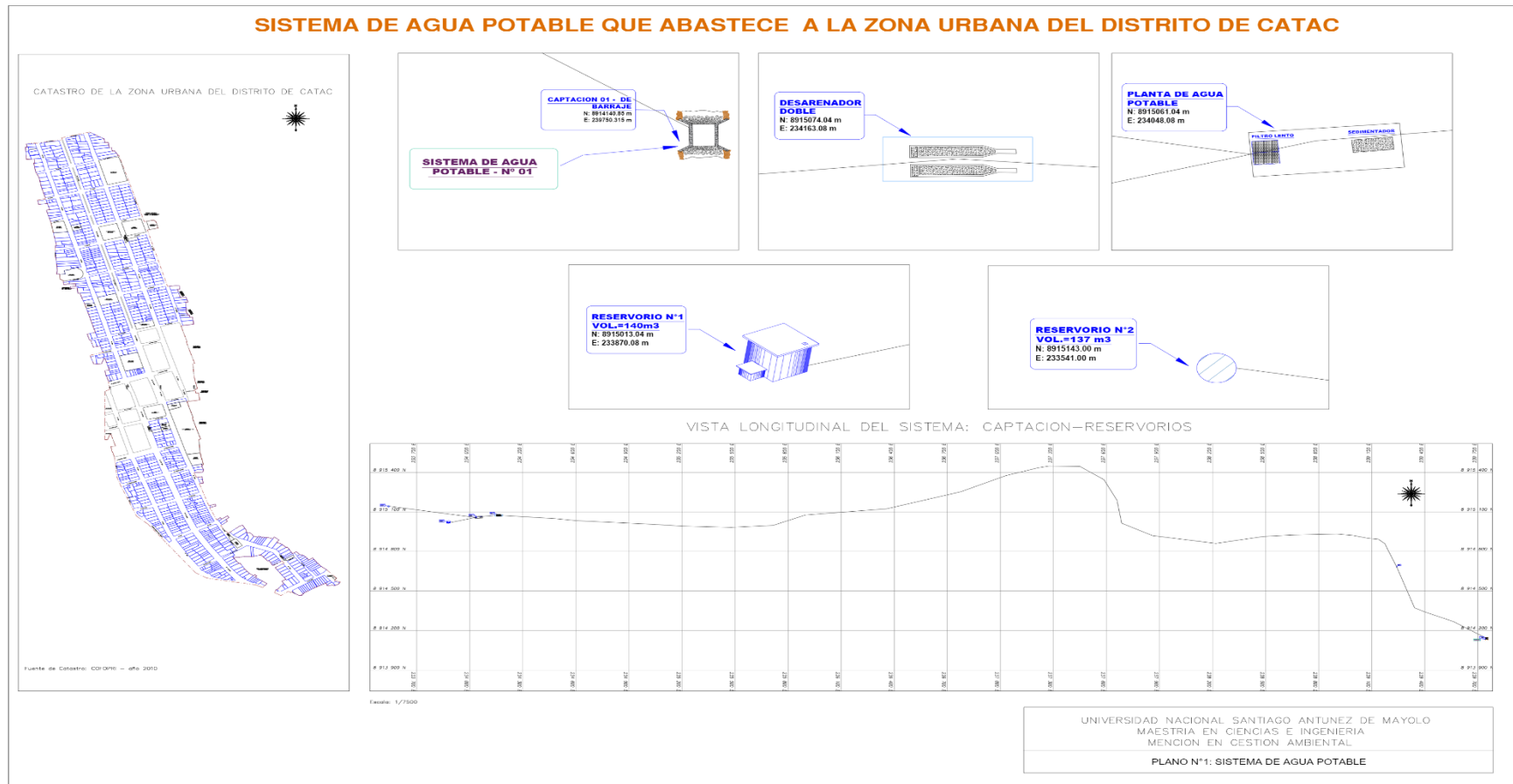
El reservorio N°02, denominado por la población como “Llacshahuanca”, se ubica en las coordenadas UTM WGS-84 a 233541.00 m Este y 8915143 m Norte, es de forma cilíndrica y presenta una capacidad de 137 m³. Abastece a los barrios de Santa Rosa y Dos de Mayo de la zona urbana del distrito de Cátac. Entre sus deficiencias más resaltantes es que el equipo dosificador de cloro es dosificador por goteo o flujo constante sin bomba, no presenta cerco de protección, falta de mantenimiento de la infraestructura.

En ambos reservorios la cloración se realiza utilizando como insumo el hipoclorito de calcio a una concentración del 70%. Para la medición de cloro residual el proveedor cuenta con un comparador de cloro tipo manual.

Red de distribución. La red de distribución se encuentra enterrada en toda su extensión (reservorio - viviendas), las cuales cuentan con válvulas de purga y válvulas de control, no se cuenta con cámaras rompe presión tipo CRP-7.

Figura 5

Plano del Sistema de Agua Potable



Evaluación de la calidad del agua en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos

Caracterización de la fuente en los parámetros físico – químicos e inorgánicos. En la Tabla N° 13 se presenta los valores de caracterización de la fuente en los parámetros físico - químicos e inorgánicos, muestra tomada en coordenadas UTM WGS-84 a 239750.32 m Este y 8914140.85 m Norte, a nivel de la captación, realizado el 21/02/2018 por la Red de Salud Huaylas Sur.

Tabla 13*Caracterización de la fuente en los parámetros físico - químicos e inorgánicos*

Parámetros	Unidad de medida	Valores obtenidos del análisis de agua	A2
			Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
Físicos - químicos			
Cloruros	mg/L	0.093	250
Conductividad	(μ S/cm)	*	1600
Dureza	mg/L	18.63	**
Nitratos	mg/L	0.013	50
Nitritos	mg/L	<0.011	3
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	*	5,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L	7.538	500
Temperatura	$^{\circ}$ C	*	Δ 3
Turbiedad	UNT	*	100
Inorgánicos			
Aluminio	mg/L	<0.008	5
Antimonio	mg/L	<0.0052	0,02
Arsénico	mg/L	<0.0065	0,01
Bario	mg/L	<0.0066	1
Berilio	mg/L	<0.0057	0,04
Boro	mg/L	<0.0102	2,4
Cadmio	mg/L	<0.0027	0,005
Cobre	mg/L	<0.0084	2
Cromo Total	mg/L	<0.0056	0,05
Hierro	mg/L	0.202	1
Manganeso	mg/L	<0.0070	0,4
Mercurio	mg/L	<0.0008	0,002
Molibdeno	mg/L	<0.0048	**
Niquel	mg/L	<0.0050	**
Plomo	mg/L	<0.0047	0,05
Selenio	mg/L	<0.0069	0,04
Uranio	mg/L	<0.001	0,02
Zinc	mg/L	<0.0091	5

Nota. Punto de muestreo M-1 (captación), fecha de muestreo 21/02/2018, hora de muestreo 08:25 am, laboratorio NKAP, informe de ensayo T-119-B218-HRHS, código de laboratorio T-119-01.

De los parámetros físico – químicos e inorgánicos analizados en el punto de captación ninguno sobrepasa los ECA, establecidos en la normatividad D.S N°004-2017-MINAM, para la categoría 1 (poblacional y recreacional), en la subcategoría A2 (aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional).

Tabla 14*Valores de los parámetros de campo, en la fuente*

Parámetros	Unidad de medida	M-2	M-2-1	A2
				Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
Físicos- químicos				
Conductividad	(μ S/cm)	39.00	94.00	1600
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7.89	7.48	5,5 – 9,0
Temperatura	$^{\circ}$ C	15.30	16.40	Δ 3
Turbiedad	UNT	2.00	4.44	100

Nota. Punto de muestreo M-2 (captación), fecha de muestreo 25/05/2018, hora de muestreo 12:07 pm. Punto de muestreo M-2-1 (captación), fecha de muestreo 26/02/2019, hora de muestreo 10:05 am.

En la Tabla N°14 se muestran los valores de la medición de parámetros de campo en época de estiaje (25/05/2018) y en época de precipitación (26/02/2019), del componente de la captación, en ambas épocas los valores obtenidos están dentro de los ECA establecidos mediante la normatividad D.S N°004-2017-MINAM.

Parámetros de campo y análisis microbiológicos a nivel de planta de tratamiento, reservorios y red de distribución

Tabla 15

Valores de los parámetros de campo, salida de planta de tratamiento

Parámetros	Unidad de medida	M-3	M-3-1	LMP, establecido según D.S N°031-2010-SA
Parámetros de campo				
Conductividad	(μ S/cm)	36.00	39.00	1500
Potencial de Hidrógeno	Unidad de pH	7.85	7.87	6.5 a 8.5
Temperatura	°C	11.60	17.00	
Turbiedad	UNT	1.87	4.19	5

Nota. Punto de muestreo M-3 (planta de tratamiento), fecha de muestreo 25/05/2018, hora de muestreo 12:40 pm. Punto de muestreo M-3-1 (planta de tratamiento), fecha de muestreo 26/02/2019, hora de muestreo 11:20 am.

En la Tabla N°15 se muestran los valores de la medición de parámetros de campo en época de estiaje (25/05/2018) y en época de precipitación (26/02/2019), en el componente de la planta de tratamiento, en ambas épocas los valores obtenidos están dentro de los LMP establecidos mediante la normatividad D.S N°031-2010-SA.

Tabla 16*Valores de los parámetros de campo y microbiológicos, reservorio N°01*

Parámetros	Unidad de medida	M-4	M-4-1	LMP, establecido según D.S N°031-2010-SA
Parámetros de campo				
Conductividad	(μS/cm)	142.00	60.00	1500
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	8.30	7.71	6.5 a 8.5
Temperatura	°C	12.90	16.00	
Turbiedad	UNT	4.98	4.70	5
Cloro	mg/L	2.20	0.19	5*
Parámetros microbiológicos				
Bacterias heterotróficas 35°C	UFC/mL		21.00	500 UFC/mL
Coliformes totales 35°C	UFC/100 mL		1.00	0 UFC/100 mL
Coliformes fecales 44.5°C	UFC/100 mL		<1.00	0 UFC/100 MI

Nota. Punto de muestreo M-4 (reservorio N°01), fecha de muestreo 25/05/2018, hora de muestreo 1:10 pm. Punto de muestreo M-4-1 (reservorio N°01), fecha de muestreo 26/02/2019, hora de muestreo 12:24 pm. Parámetros microbiológicos analizados por el Laboratorio de Control Ambiental de la Dires Ancash, fecha y hora de recepción de muestra: 26/02/2019, 3:30 pm.

En la Tabla N°16 se muestran los valores de la medición de parámetros de campo en época de estiaje (25/05/2018) y en época de precipitación (26/02/2019) del reservorio N°01, en ambas épocas los valores obtenidos están dentro de los LMP a excepción del cloro residual medido en la época de precipitación que presentó un valor 0.19 mg/L, por lo cual se procedió a tomar una muestra microbiológica en la cual las bacterias heterotróficas y coliformes fecales estuvieron dentro de los LMP, pero los coliformes totales sobrepasaron los LMP establecidos mediante la normativa D.S N°031-2010-SA.

Cabe resaltar que la turbiedad en época de estiaje fue ligeramente mayor que en época de precipitación, cuando se preguntó, al operador del sistema, hace cuánto tiempo se había realizado el mantenimiento del reservorio N°01 con su respectiva red de distribución, mencionó que había pasado más de 6 meses, lo cual repercutió en los valores del parámetro de turbidez de la red de distribución lo cual se puede visualizar en la tabla 17.

Tabla 17

Valores de los parámetros de campo y microbiológicos, red de distribución abastecida por el reservorio N°01

Parámetros	Unidad de medida	M-5	M-5-1	M-5-2	M-5-3	LMP, establecido según D.S N°031-2010-SA
Parámetros de campo						
Conductividad	(μ S/cm)	39.00	37.00	53.00	57.00	1500
Potencial de	Unidad de pH	7.71	8.34	7.68	7.63	6.5 a 8.5
Temperatura	$^{\circ}$ C	15.70	13.70	16.40	16.15	
Turbiedad	UNT	11.49	11.30	4.19	3.48	5
Cloro	mg/L	1.15	0.00	0.12	0.05	5*
Parámetros microbiológicos						
Bacterias	UFC/mL	<1.00	22x10	18.00	10.00	500 UFC/mL
Coliformes totales	UFC/100 mL	<1.00	10.00	2.00	1.00	0 UFC/100 mL
Coliformes fecales	UFC/100 mL	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	0 UFC/100 MI

Nota. Puntos de muestreos de la red de distribución abastecida por el reservorio N°1, M-5 y M-5-1 de fecha 25/05/2018, hora de muestreo 1:40 pm y 2:15 pm respectivamente. M-5-2 y M-5-3 de fecha 26/02/2019, hora de muestreo 12:42 pm y 1:03 pm respectivamente. Parámetros microbiológicos analizados por el Laboratorio de Control Ambiental de la Dires Ancash, fecha y hora de recepción de muestra: M-5 y M-5-1 de fecha 25/05/2018, 4:55 pm. M-5-2 y M-5-3 de fecha 26/02/2019, 3:30 pm.

En la Tabla N°17 se muestran los valores de la medición de parámetros de campo en época de estiaje (25/05/2018) y en época de precipitación (26/02/2019) de la red de distribución del reservorio N°01, en cada época se monitoreo 2 puntos (parte intermedia y final de la red de distribución).

En la época de estiaje (25/05/2018) en los puntos de muestreo M-5 y M-5-1, la turbiedad sobrepasó los LMP, asimismo en el punto de muestreo M-5-1 el cloro fue de 0.00 mg/L, no cumpliendo con los LMP. En ambos puntos se procedió a tomar una muestra microbiológica para el análisis de la cantidad de bacterias heterotróficas, coliformes totales y coliformes fecales, de las cuales el valor de las coliformes totales en el punto de muestreo grifo M-5-1, sobrepaso los LMP señalados en el D.S N°031-2010-SA.

En la época de precipitación (26/02/2019) en los puntos de muestreo M-5-2 y M-5-3, los parámetros evaluados estuvieron dentro de los LMP a excepción del cloro residual que en los dos puntos de muestreo no cumplió con los LMP presentando valores que fluctuó de 0.12 – 0.05 mg/L, por lo cual se tomó una muestra microbiológica en cada uno de los puntos para el análisis de bacterias heterotróficas, coliformes totales y coliformes fecales de los cuales los coliformes totales en ambos puntos de muestreo sobrepasaron los LMP establecidos por el D.S N°031-2010-SA.

Tabla 18*Valores de los parámetros de campo y microbiológicos, reservorio N°02*

Parámetros	Unidad de medida	M-6	M-6-1	LMP, establecido según D.S N°031-2010-SA
Parámetros de campo				
Conductividad	(μ S/cm)	39.00	37.00	1500
Potencial de Hidrógeno	Unidad de pH	8.06	8.32	6.5 a 8.5
Temperatura	°C	13.00	17.30	
Turbiedad	UNT	2.84	5.03	5
Cloro	mg/L	1.83	0.30	5*
Parámetros microbiológicos				
Bacterias heterotróficas	UFC/mL		<1	500 UFC/mL
Coliformes totales 35°C	UFC/100 mL		<1	0 UFC/100 mL
Coliformes fecales 44.5°C	UFC/100 mL		<1	0 UFC/100 MI

Nota. Punto de muestreo M-6 (reservorio N°02), fecha de muestreo 25/05/2018, hora de muestreo 2:45 pm. Punto de muestreo M-6-1 (reservorio N°02), fecha de muestreo 26/02/2019, hora de muestreo 1:24 pm. Parámetros microbiológicos analizados por el Laboratorio de Control Ambiental de la Dires Ancash, fecha y hora de recepción de muestra: 26/02/2019, 3:30 pm.

En la Tabla N° 18 se muestran los valores de la medición de parámetros de campo en época de estiaje (25/05/2018) y en época de precipitación (26/02/2019) del reservorio N°02, en ambas épocas los valores obtenidos de los parámetros de campo están dentro de los LMP a excepción de la cloro residual medido en la época de precipitación que presenta un valor de 0.30 mg/L y ligeramente la turbiedad con un valor de 5.03 UNT, por estos valores se procedió a tomar una muestra microbiológica en la época de precipitación para el análisis de bacterias heterotróficas, coliformes totales y coliformes fecales, sin embargo del análisis estas se encontraron dentro de los LMP, establecidos en el D.S N°031-2010-SA.

Tabla 19

Valores de los parámetros de campo y microbiológicos, red de distribución abastecida por el reservorio N°02

Parámetros	Unidad de medida	M-7	M-7-1	M-7-2	M-7-3	LMP, establecido según D.S N°031-2010-SA
Parámetros de campo						
Conductividad	(μ S/cm)	39.00	40.00	63.00	60.00	1500
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7.88	7.60	7.85	8.19	6.5 a 8.5
Temperatura	$^{\circ}$ C	12.60	16.40	16.85	17.00	
Turbiedad	UNT	3.37	4.57	4.58	3.99	5
Cloro	mg/L	1.77	0.51	0.29	0.12	5*
Parámetros microbiológicos						
Bacterias heterotróficas 35 $^{\circ}$ C	UFC/mL			<1	1	500 UFC/mL
Coliformes totales 35 $^{\circ}$ C	UFC/100 mL			<1	<1	0 UFC/100 mL
Coliformes fecales 44.5 $^{\circ}$ C	UFC/100 mL			<1	<1	0 UFC/100 MI

Nota. Puntos de muestreos de la red de distribución abastecida por el reservorio N°2, M-7 y M-7-1 de fecha 25/05/2018, hora de muestreo 3:20 pm y 3:40 pm respectivamente. M-7-2 y M-7-3 de fecha 26/02/2019, hora de muestreo 1:33 pm y 1:48 pm respectivamente. Parámetros microbiológicos analizados por el Laboratorio de Control Ambiental de la Dires Ancash, fecha y hora de recepción de muestra: M-7-2 y M-7-3 de fecha 26/02/2019, 3:30 pm.

En la Tabla N° 19 se muestran los valores de la medición de parámetros de campo en época de estiaje (25/05/2018) y en época de precipitación (26/02/2019) de la red de distribución del reservorio N°02, en cada época se monitoreo 2 puntos (parte intermedia y final de la red de distribución).

En la época de estiaje (25/05/2018) en los dos puntos de muestreo (grifos) los parámetros de campo evaluados estuvieron dentro de los LMP establecidos por D.S N°031-2010-SA.

En la época de precipitación (26/02/2019) en los dos puntos de muestreo (grifos), los parámetros evaluados estuvieron dentro de los LMP a excepción del

cloro residual que en ambos puntos muestreados fluctuaron entre valores de 0.29 – 0.12 mg/L respectivamente, por lo cual se procedió a tomar muestras microbiológicas en cada uno de los puntos de muestreo para el análisis de bacterias heterotróficas, coliformes totales y coliformes fecales lo cual presentaron valores que no sobrepasaron los LMP establecidos en el D.S N°031-2010-SA.

Propuesta de gestión para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano

El presente proyecto de investigación propone la formulación del PCC para el aseguramiento de la calidad del agua del sistema que abastece con agua potable a la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Áncash.

Conformación del equipo de trabajo. La Municipalidad Distrital de Cátac, deberá conformar un equipo experimentado y multidisciplinario para el PCC. En la Tabla N°20 se realiza la propuesta de conformación del equipo del PCC, teniendo en consideración al personal de planta del municipio.

Tabla 20

Conformación del equipo PCC del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac

Entidad	Equipo PCC	Función en el Equipo de Trabajo
Municipalidad Distrital de Cátac	Alcalde	Presidente
	Jefe de la Unidad Técnica Municipal	Secretario Técnico
	Administrador	Miembro
	Gerente de servicios públicos y sociales	Miembro
	Gerente de Administración y Finanzas	Miembro
	Sub gerente de desarrollo, turismo y medio Ambiente	Miembro
	Jefe de defensa civil	Miembro
Jefe de asesoría legal	Miembro	

Entidades involucradas en el PCC. En la Tabla N°21 se presenta la relación de instituciones involucradas para el desarrollo del PCC del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac.

Tabla 21

Información de entidades involucradas en el PCC del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac

Nombre de la entidad involucrada	Relación con el sistema de abastecimiento de agua de consumo	Aspecto Clave	Personal de contacto con el PCC	Mecanismos de interacción
Municipalidad Distrital de Cátac	Proveedor del servicio de agua potable	Garantiza la inocuidad del agua de consumo humano	Alcalde	Reuniones mensuales
SUNASS	Autoridad	Supervisa y fiscaliza el servicio de agua	Gerente de supervisión y fiscalización	Notifica informe de vigilancia
DIRESA	Autoridad	Vigila y fiscaliza la calidad del agua para consumo humano	Dirección de Salud Ambiental /Dirección Regional de Salud Ancash	Notifica informe de vigilancia
ALA	Autoridad	Vigila la calidad del agua en la fuente	Director	Publica información en la web institucional

Determinación de peligros y eventos peligrosos. En la Tabla N° 22 se presenta los potenciales eventos peligrosos y peligros identificados en el sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac.

Tabla 22

Potenciales eventos peligrosos y peligros del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac

Etapa del proceso	Peligro (Agentes físicos, químicos, biológicos y antropogénicos)	Evento peligroso (Fuente de peligro)	Peligro asociado
Fuente y Captación	Químico	Geología	Presencia de metales que entran al agua superficial. Deslizamiento, asentamiento de laderas
	Químico, microbiológico	Fenómenos meteorológicos y climáticos	Inundación, cambios de la calidad de la fuente
	Microbiológico	Ganadería – criadero en riberas	Contaminación microbiológica- Organismos de vida libre
	Microbiológico	Uso recreativo (acceso sin control de personas)	Contaminación microbiológica
	Antropogénicos	Demanda de agua para otros usos	Cantidad insuficiente en la fuente de abastecimiento.
Conducción	Físico, químico, microbiológico	Deslizamiento de laderas	Interrupción parcial o total de sistema por desabastecimiento
	Físico, químico, microbiológico	Fluctuaciones de la presión	Ingreso de agua contaminada
	Físico, químico, microbiológico	Obstrucción de desarenador	No remoción de arenas y partículas en suspensión gruesa
Planta de tratamiento	Físicos, químicos, microbiológicos	Obstrucción de sedimentador	No remoción de partículas inferiores a 0,2 mm y superiores a 0,05 mm
	Físicos, químicos, microbiológicos	Obstrucción de filtros	Eliminación insuficiente de partículas y organismos
	Físicos, químicos, microbiológicos	Altura insuficiente de medio filtrante	Eliminación insuficiente de partículas y organismos
	Físicos, químicos, microbiológicos	Mecanismos de derivación	Tratamiento inadecuado
	Físicos, químicos, microbiológicos	Instalaciones incompletas	Capacidad limitada de tratamiento
Almacenamiento (reservorios N°1 y 2)	Físicos, químicos, microbiológicos	Crecimiento de biopelícula en las paredes y acumulación de sedimentos	Contaminación química, biológica y química

	Físicos	Capacidad de las instalaciones de cloración	Sobrecarga de la instalación de cloración (sistema de cloración desfasado – hipoclorador-reservorio N°1, falta de bomba en el sistema de goteo del reservorio N°02)
	Físicos, químicos	Estructuras metálicas oxidadas (escaleras, tapas)	Contaminación física, química
	Físicos, químicos, microbiológicos	Desinfección deficiente	Desarrollo microbiano, subproductos de desinfección
	Físicos, químicos, microbiológicos	Viviendas alrededor del reservorio N°02	Contaminación química, biológica y física (crianza de animales menores, rr.ss, redes de alcantarillado)
Red de distribución	Físicos, químicos, microbiológicos	Roturas de tuberías	Ingreso de sustancias contaminantes
	Físicos, químicos, microbiológicos	Fluctuaciones de la presión	Ingreso de agua contaminada
	Físicos, químicos, microbiológicos	Mecanismo de purga	Acumulación de sedimentos afectando la calidad de agua que llega a los domicilios
	Físicos, químicos, microbiológicos	Conexiones no autorizadas- clandestinaje	Contaminación del agua
	Físicos, químicos, microbiológicos	Existencia del cruce de la red de distribución con el alcantarillado	Contaminación del sistema de distribución
	Físicos, químicos, microbiológicos	Geología, deslizamientos	Deslizamiento, asentamientos
	Conexión domiciliaria	Microbiológico	Inadecuado almacenamiento intradomiciliario/ otras malas praxis

Matriz de evaluación de impactos. En la Tabla N°23 se presenta los resultados de evaluación de peligro y riesgo del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac.

Tabla 23

Resultados de evaluación del peligro y riesgo del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac

Etapa del proceso	Evento peligroso (Fuente de peligro)	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	Fundamento
Fuente y Captación	Geología	Químico	2	4	8	Medio	Incorporación de sustancias químicas
	Fenómenos meteorológicos y climáticos	Químico, microbiológico	2	3	6	Medio	Efecto por la presencia de lluvias
	Ganadería – criadero en riberas	Microbiológico	3	4	12	Alto	Posible introducción de microorganismos patógenos y organismos de vida libre
	Uso recreativo (acceso sin control de personas)	Microbiológico	2	4	8	Medio	Posible introducción de microorganismos
	Demanda de agua para otros usos	Antropogénicos	3	4	12	Alto	Competencia con otros usos en época de estiaje (uso agrícola sector Cátac- pata, piscigranja de Yanayacu)
Conducción	Deslizamiento de laderas	Físico, químico, microbiológico	3	4	12	Alto	Probable en época de lluvia
	Fluctuaciones de la presión	Físico, químico, microbiológico	3	3	9	Medio	Falta de cámaras rompe presión tipo 6
	Obstrucción de desarenador	Físicos, químicos, microbiológicos	2	2	4	Bajo	Falta de programa de mantenimiento del desarenador
Planta tratamiento	Obstrucción de sedimentador	Físicos, químicos, microbiológicos	2	2	4	Bajo	Falta de programa de mantenimiento de sedimentador
	Obstrucción de filtros	Físicos, químicos, microbiológicos	2	2	4	Bajo	Falta de programa de mantenimiento de filtros
	Altura insuficiente de medio filtrante	Físicos, químicos, microbiológicos	2	2	4	Bajo	Reposición de lecho filtrante inadecuado
	Mecanismos de derivación	Físicos, químicos, microbiológicos	3	3	9	Medio	Insuficiente supervisión en la PTAR

	Instalaciones incompletas	Físicos, químicos, microbiológicos	4	4	16	Muy alto	Falta de recepción de obra que contempla los procesos de floculación, decantación, cámara de cloro
Almacena-miento (reservorios N°1 y 2)	Crecimiento de biopelícula en las paredes y acumulación de sedimentos	Físicos, químicos, microbiológicos	3	3	9	Medio	Deficiente mantenimiento
	Capacidad de las instalaciones de cloración	Físico	4	4	16	Muy alto	Sistema de cloración antiguo (hipoclorador por difusión en el reservorio N°1), falta de bomba en el sistema de goteo del reservorio N°02
	Estructuras metálicas oxidadas (escaleras, tapas)	Físicos, químicos	4	4	16	Alto	Presencia de óxido de Fe que altera la calidad química, organoléptica (corrosión de escaleras interiores de los reservorios N°1 y 2)
	Desinfección deficiente	Químicos, microbiológicos	5	5	25	Alto	Suministro de cloro fuera de los límites máximos permisibles
	Viviendas alrededor del reservorio N°02	Físicos, químicos, microbiológicos	4	4	16	Muy alto	Zona donde se ubica el reservorio N°2, está poblada por viviendas.
Red de distribución	Roturas de tuberías	Físicos, químicos, microbiológicos	2	4	8	Medio	Antigüedad de la red
	Fluctuaciones de la presión	Físicos, químicos, microbiológicos	3	3	9	Medio	Falta de cámaras rompe presión tipo 7
	Mecanismo de purga	Físicos, químicos, microbiológicos	3	4	12	Alto	Falta de programa y/o procedimiento de mantenimiento de la red de distribución
	Conexiones no autorizadas-clandestinaje	Físicos, químicos, microbiológicos	3	3	9	Medio	Prácticas inadecuadas, personal no calificado
	Existencia del cruce de la red de distribución con el alcantarillado	Físicos, químicos, microbiológicos	2	2	4	Bajo	Prácticas inadecuadas, personal no calificado
	Geología, deslizamientos	Físicos, químicos, microbiológicos	2	4	8	Medio	Topografía del lugar

Conexión domiciliaria	Inadecuado almacenamiento intradomiciliario/ otras malas praxis (uso de plásticos y trapos en las cañerías, otros)	Físicos, micro-biológicos	5	5	25	Muy Alto	Practicas inadecuadas del almacenamiento y otras malas praxis a nivel intradomiciliario
-----------------------	--	---------------------------	---	---	----	----------	---

Valoración del riesgo. En la Tabla N° 24 se presenta la valoración del riesgo para cada peligro y evento peligroso, identificado en el sistema de agua potable, con valoración alta y muy alta, los cuales vienen a constituirse puntos críticos de control.

Tabla 24

Valoración del riesgo para cada peligro y evento peligroso identificado (valoración alta y muy alta)

Evento peligroso (Fuente de peligro)	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Resultado
Ganadería, criadero en riberas	3: Hay presencia de organismos de vida libre en la fuente de abastecimiento	4: Repercute en la salud pública, puede causar enfermedades	12	El riesgo es prioritario, se debe aplicar medidas de control
Demanda de agua para otros usos	3: Hay competencia por el uso del agua (uso agrícola sector Cáta- pata, piscigranja de Yanayacu	4: El desabastecimiento repercute en la salud publica	12	Se debe aplicar procedimientos de orden del uso del agua
Deslizamiento de laderas	3: Ocurre en periodos de lluvias excesivas	4: Genera desabastecimiento, afecta la calidad del agua	12	El riesgo es prioritario se debe aplicar medidas de control
Instalaciones incompletas	4: La falta de los componentes de floculación, decantación, cámara de cloro, repercute en la calidad del agua	4: La falta de los componentes floculación, decantación, cámara de cloro repercute en la calidad del agua, por ende, en la salud publica	16	Priorización de subsanación de observaciones, para la recepción de obra.

Capacidad de las instalaciones de cloración	4: La capacidad del hipoclorador por difusión del reservorio N°1 está desfasado, falta de bomba al sistema de goteo del reservorio N°02	4: El sistema de cloración repercute en la dosificación de cloro, repercutiendo en la salud pública	16	Cambio del sistema de cloración del reservorio N°1, implementación de bomba al sistema de goteo del reservorio N°02
Estructuras metálicas oxidadas (escaleras, tapas)	4: Presencia de Fe que altera la calidad química, organoléptica	4: Los óxidos de Fe atentan contra la salud pública	16	Reposición de estructuras metálicas en mal estado, retiro de escaleras metálicas que se encuentran dentro de los reservorios N° 1 Y 2
Desinfección deficiente	5: Suministro de agua con cloración fuera de los límites máximos permisibles	5: Agua insegura en el parámetro microbiológico (cloro libre residual menor a 0.5 mg/L), atenta contra la salud pública	25	Dosificación adecuada de cloración a nivel de los reservorios, monitoreo de cloro residual diario, mediante procedimientos validados
Viviendas alrededor del reservorio N°02	4: Hay presencia de viviendas alrededor del reservorio N°2	4: Las actividades antropogénicas e ingreso libre al reservorio N°2, afecta a la salud pública por posible contaminación microbiológica	16	Construcción del cercado del reservorio N°2, reuniones con los propietarios de las viviendas aledañas, para proponer alternativas de solución
Mecanismo de purga	3: Ocurre por la falta o insuficiente mantenimiento de la red de distribución, e incorrecta manipulación de válvulas de purga.	4: Acumulación de sedimentos, repercute en la salud pública, puede causar enfermedades	12	Mantenimiento de la red de distribución mediante procedimiento validado
Inadecuado almacenamiento intradomiciliario/ otras malas praxis (uso de plásticos y trapos en las cañerías, otros)	5: Ocurre por el mal uso de caños, mangueras, depósitos de almacenamiento	5: Repercute en la salud pública, desencadenante de alguna enfermedad	25	Prácticas adecuadas de almacenamiento de agua, prácticas de desinfección del agua a nivel intradomiciliario

Gestión del riesgo. En la Tabla N°25 se presenta la gestión del riesgo por cada evento peligroso identificado.

Tabla 25

Gestión del riesgo

Evento peligroso (Fuente de peligro)	Peligro	Valoración	Gestión del riesgo
Geología	Químico	Medio	Intermedio
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Químico, microbiológico	Medio	Intermedio
Ganadería – criadero en riberas	Microbiológico	Alto	Prioritario
Uso recreativo (acceso sin control de personas)	Microbiológico	Medio	Intermedio
Demanda de agua para otros usos	Antropogénicos	Alto	Prioritario
Deslizamiento de laderas	Físico, químico, microbiológico	Alto	Intermedio
Fluctuaciones de la presión	Físico, químico, microbiológico	Medio	Intermedio
Obstrucción del componente desarenador	Físico, químico, microbiológico	Bajo	Bajo
Obstrucción del componente sedimentador	Físico, químico, microbiológico	Bajo	Bajo
Obstrucción de filtros	Físicos, químicos, microbiológicos	Bajo	Bajo
Altura insuficiente de medio filtrante	Físicos, químicos, microbiológicos	Bajo	Bajo
Mecanismos de derivación	Físicos, químicos, microbiológicos	Medio	Intermedio
Instalaciones incompletas	Físicos, químicos, microbiológicos	Muy alto	Prioritario
Crecimiento de biopelícula en las paredes y acumulación de sedimentos	Físicos, químicos, microbiológicos	Medio	Intermedio
Capacidad de las instalaciones de cloración	Físico	Muy alto	Prioritario
Estructuras metálicas oxidadas (escaleras, tapas)	Físicos, químicos	Alto	Prioritario
Desinfección deficiente	Químicos, microbiológicos	Alto	Prioritario
Viviendas alrededor del reservorio N°02	Físicos, químicos, microbiológicos	Muy alto	Prioritario
Roturas de tuberías	Físicos, químicos, microbiológicos	Medio	Intermedio
Fluctuaciones de la presión	Físicos, químicos, microbiológicos	Medio	Intermedio
Mecanismo de purga	Físicos, químicos, microbiológicos	Alto	Prioritario

Conexiones no autorizadas-clandestinaje	Físicos, químicos, microbiológicos	Medio	Intermedio
Existencia del cruce de la red de distribución con el alcantarillado	Físicos, químicos, microbiológicos	Bajo	Bajo
Geología, deslizamientos	Físicos, químicos, microbiológicos	Medio	Intermedio
Inadecuado almacenamiento y otras malas praxis a nivel intradomiciliario	Físicos, microbiológicos	Muy Alto	Prioritario

Determinación de medidas de control. En la Tabla N°26 se presenta las medidas de control por cada evento peligroso identificado, lo cual queda a evaluación de la Municipalidad Distrital de Cátac para su aplicación, estas medidas de control deberán ser monitoreadas para demostrar su eficiencia en circunstancias normales y excepcionales.

Una vez validadas las medidas de control, se deberá reevaluar los riesgos para determinar si el riesgo a disminuido por efecto de la eficacia de la medida de control o se mantienen en cuanto a los valores pre establecidos en la evaluación del riesgo.

Tabla 26

Determinación de medidas de control

Evento peligroso (Fuente de peligro)	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Riesgo	Medida de control	Eficacia de la medida de control	Fundamento
Geología	Químico	2	4	8		Probable	Variación en parámetros químicos
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Químico, microbiológico	2	3	6	Conformar el comité de	Probable en épocas de lluvia	Presencia de fuertes lluvias
Ganadería – criadero en riberas	Microbiológico	3	4	12	vigilancia de la cuenca, en casos extremos evitar el ingreso de	Probable	Se ha detectado presencia de organismos de vida libre en circunstancias similares
Uso recreativo (acceso sin control de personas)	Microbiológico	2	4	8	agua cruda a la captación	Probable	Acceso de personas sin el control respectivo
Demanda de agua para otros usos	Antropogénicos	3	4	12		Probable	El canal de Queshque es compartido con otros usos
Deslizamiento de laderas	Físico, químico, microbiológico	3	4	12		Probable en época de lluvia	Interrupción en el abastecimiento de agua cruda a la PTAR
Fluctuaciones de la presión	Físico, químico, microbiológico	3	3	9	Instalación de cámaras rompe presión tipo 6	Probable	Fluctuaciones de presión en la línea de conducción
Obstrucción del componente desarenador	Físico, químico, microbiológico	2	2	4	Mantenimiento de desarenador	Probable	Obstrucción del componente con arenas y partículas en suspensión gruesa
Obstrucción del componente sedimentador	Físico, químico, microbiológico	2	2	4	Mantenimiento de la PTAR	Probable	Obstrucción del componente con sedimentos acumulados
Obstrucción de filtros	Físicos, químicos, microbiológicos	2	2	4		Probable	Obstrucción de filtros por flujos de entrada obstruidos
Altura insuficiente de medio filtrante	Físicos, químicos, microbiológicos	2	2	4	Mejoramiento de la PTAR	Probable	Funcionamiento deficiente de los sistemas de operación
Mecanismos de derivación	Físicos, químicos, microbiológicos	3	3	9	Control y vigilancia	Probable	Disponibilidad de sistemas de reserva

Instalaciones incompletas	Físicos, químicos, microbiológicos	4	4	16	Subsanación de observaciones para la recepción de obra	Probable	Falta de los componentes (entrega de obra)
Crecimiento de biopelícula en las paredes y acumulación de sedimentos	Físicos, químicos, microbiológicos	3	3	9	Mantenimiento de reservorios	Probable	Crecimiento microbiano
Capacidad de las instalaciones de cloración	Físico	4	4	16	Cambio del sistema de cloración del reservorio N°1, instalación de bomba al sistema de cloración por goteo del reservorio N°02	Probable	Sistema de cloración del reservorio N°1 desfasado (hipoclorador por difusión), falta de bomba en el sistema de goteo del reservorio N°02
Estructuras metálicas oxidadas (escaleras, tapas)	Físicos, químicos	4	4	16	Reposición de estructuras metálicas en mal estado, retiro de escaleras metálicas de los reservorios N° 1 y 2	Probable	Presencia de Fe por estructuras metálicas oxidadas
Desinfección deficiente	Químicos, microbiológicos	5	5	25	Dosificación de cloro que garantice en la última casa del sistema la concentración de cloro residual en 0.5 mg/l	Probable	Cloro libre residual fuera de los límites máximos permisibles
Viviendas alrededor del reservorio N°02	Físicos, químicos, microbiológicos	4	4	16	Construcción del cercado del reservorio N°2, reuniones con los propietarios de las viviendas aledañas, para proponer alternativas de solución	Poco probable	Presencia de viviendas alrededor del reservorio N°2

Roturas de tuberías	Físicos, químicos, microbiológicos	2	4	8	Catastro técnico, conocer el estado de las tuberías	Probable	Ingreso de sustancias contaminantes al agua
Fluctuaciones de la presión	Físicos, químicos, microbiológicos	3	3	9	Instalación de cámaras rompe presión tipo 7	Probable	Fluctuaciones de presión en la línea de distribución
Mecanismo de purga	Físicos, químicos, microbiológicos	3	4	12	Mantenim. de la red de distribución mediante procedimiento validado	Probable	Acumulación de sedimentos afectando la calidad de agua que llega a los domicilios
Conexiones no autorizadas-clandestinaje	Físicos, químicos, microbiológicos	3	3	9	Control de pérdidas del agua	Poco probable	Ingreso de sustancias contaminantes al agua
Existencia del cruce de la red de distribución con el alcantarillado	Físicos, químicos, microbiológicos	2	2	4	Capacitación de operadores	Poco probable	Ingreso de agua residual a las tuberías de agua potable
Geología, deslizamientos	Físicos, químicos, microbiológicos	2	4	8	Comité de gestión	Poco probable	Ingreso de sustancias contaminantes, desabastecimiento
Inadecuado almacenamiento intradomiciliario/ otras malas praxis (uso de plásticos y trapos en las cañerías, otros)	Microbiológico	5	5	25	Prácticas del almacenamiento del agua y desinfección intradomiciliaria	Poco probable	Almacenamiento y otras malas praxis, de agua para consumo humano, a nivel intradomiciliario

Programa de monitoreo de la calidad del agua para consumo humano

Introducción. El programa de monitoreo de la calidad del agua del sistema que abastece de agua potable a la zona urbana del distrito de Cátac, es una función que le corresponde realizar/ejecutar a la Municipalidad Distrital de Cátac, bajo la responsabilidad de mejorar/mantener la calidad de agua que se sirve a sus usuarios.

Según el artículo 53 del reglamento de la calidad del agua del D.S N°031-2010-SA, para realizar un plan de control de la calidad se debe realizar un análisis en base al análisis de riesgos, lo cual ha sido elaborado previamente en este estudio, donde se establezcan los parámetros microbiológicos, parasitológicos, químicos-físicos, inorgánicos, puntos de muestreo del sistema de abastecimiento para su posterior acción de supervisión y vigilancia sanitaria.

Propósito. Se propone en el presente estudio el programa de monitoreo de la calidad del agua, con el propósito de establecer una metodología para el control de la calidad de agua suministrada a la población de la zona urbana del distrito de Cátac.

Objetivos. Entre los objetivos se tiene:

Objetivo General. Implementar el programa del control de la calidad del sistema que abastece de agua para consumo humano a la zona urbana del distrito de Cátac.

Objetivos Específicos.

- Realizar los análisis de control de calidad del sistema de producción de agua potable con la finalidad de dar cumplimiento al D.S N°031-2010-SA.
- Realizar el control de calidad de los distintos puntos de control a fin de brindar las pautas necesarias para realizar ajustes en el tratamiento de agua.

- Medir y verificar de manera permanente el desempeño de la calidad del agua potable y comparar dichas medidas con los estándares establecidos mediante normas de calidad, sugiriendo acciones inmediatas para reducir las diferencias.

- Determinar tendencias de la calidad del agua potable a lo largo del tiempo.

Marco Legal. Entre la normatividad se tiene:

- Ley N°26338, Ley General de Servicios de Saneamiento.
- D.S N°004-2017 MINAM, Estándares de Calidad Ambiental.
- Resolución Jefatural N°010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- D. S N°031-2010-SA, Reglamento de la calidad del agua para consumo Humano.
- Resolución del consejo Directivo N°015-2012-SUNASS, Frecuencia de muestreo de los parámetros que deben ser controlados por las entidades prestadoras de saneamiento respecto a la calidad del agua.
- Resolución del consejo Directivo 011-2007-SUNASS-CD, Reglamento de la Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento.

Monitoreo Operacional. En la Tabla N°27 se presenta la propuesta de monitoreo operacional del sistema que abastece de agua potable a la zona urbana del distrito de Cátaç, lo cual fue elaborado con la normatividad citada del programa del monitoreo de la calidad del agua para consumo humano del presente estudio.

Tabla 27*Propuesta de monitoreo operacional*

Punto de Muestreo	Frecuencia	Parámetro de control
Fuente	Una muestra semestral (época de avenida y estiaje)	Parámetros de campo (pH, T, Cond, OD) Parámetros químicos –físicos (DBO, A y G, N-NO ₃ , P), inorgánicos (Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Hg, Mn, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, U, Zn) Parámetros microbiológicos y parasitológico (coliformes termotolerantes, escherichia coli, organismos de vida libre)
Captación	Una muestra trimestral	PCO (coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, pH)
Planta de tratamiento	Una muestra diaria	Turbiedad
	Una muestra mensual	PCO (Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, pH), conductividad
Almacenamiento (Reservorio 1 y 2)	Una muestra diaria por reservorio	Cloro residual
	Una muestra trimestral por reservorio	PCO (coliformes totales, coliformes termotolerantes, turbiedad)
Redes de distribución	Una muestra diaria, por cada red de distribución que es abastecida por un reservorio	Cloro residual, turbiedad
	Una muestra quincenal, por cada red de distribución que es abastecida por un reservorio	Coliformes totales, coliformes termotolerantes
	Una muestra mensual, por cada red de distribución que es abastecida por un reservorio	Color
	Una muestra trimestral, por cada red de distribución que es abastecida por un reservorio	pH, conductividad, dureza, cloruros, sulfatos, nitratos

Ejecución y financiamiento. La Municipalidad Distrital de Cátaç, mediante el Área Técnica Municipal deberá realizar el análisis y evaluación del programa de monitoreo de la calidad del agua propuesto en el presente estudio, para su ejecución progresiva, así mismo deberá buscar el financiamiento para la implementación de equipos de medición de parámetros de campo e implementación progresiva de su laboratorio de calidad y/o tercerización para el servicio del análisis de muestras de agua con los parámetros requeridos en la Tabla N°27.

Tabla 28

Relación de equipos de parámetros de campo a implementar y costos referenciales

Equipo	Precio Referencial (S/.)
Colorímetro digital	2,550.00
Turbidímetro	5,900.00
Peachímetro con sensor de temperatura	500.00
Conductímetro	600.00
Total (S/.)	9,550.00

Tabla 29

Costos referenciales del análisis de la calidad del agua para consumo humano (laboratorio)

Parámetro	ACR	Metodología	LC	Unid.	Precio Referencial (S/.)	Cant.	Sub total (S/.)
Parámetros microbiológicos y parasitológicos							
		SMEWW 9221B					
Coliformes Totales	INACAL	2,3,4a(1,3,4),4b. 22nd Ed. 2012	1.8	NMP/100 mL	63.00	1	63.00
Coliformes Fecales	INACAL	SMEWW 9221 E.1. 22nd Ed. 2012	1.8	NMP/100 mL	63.00	1	63.00
Escherichia Coli	INACAL	SMEWW 9221 F. 22nd Ed. 2012	1.8	NMP/100 mL	63.00	1	63.00
Organismos de vida libre (FITO Y ZOO Cuantitativo)	IAS	SM 10200 F, SM 10900	1	Org/L	195.00	1	195.00
Sub total (S/.)							384.00
Parámetros químicos - físicos							
Aceites y grasas	INACAL	SM 5520B. 22nd Ed. 2012	0.25	mg/L	85.00	1	85.00
Cloruros	INACAL	SM 4500-Cl- B Ed.22	0.25	mg/L	48.00	1	48.00
Color	INACAL	SMEWW 2120 C. 22nd Ed. 2012	3.1	CU	47.00	1	47.00
Dureza total	INACAL	SMEWW 2340C. 22nd Ed. 2012	10	mg/L	47.00	1	47.00
DBO5	INACAL	SMEWW 5210B. 22nd Ed. 2012	1.1	mg/L	62.48	1	62.48
Fósforo Total	INACAL	SMEWW 4500-P B,E. 22nd Ed. 2012	0.008	mg/L	59.00	1	59.00
Nitritos NO2-N	INACAL	SM 4500 NO2 B	0,0004	mg/L	49.00	1	49.00
Sulfatos	INACAL	SM 4500-SO4 2- E	5	mg/L	53.00	1	53.00
Sub total (S/.)							450.48
Parámetros inorgánicos							

Aluminio	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.002	mg/L			
Antimonio	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00002	mg/L			
Arsénico	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00004	mg/L			
Bario	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.0003	mg/L			
Berilio	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00001	mg/L			
Boro	INACAL		0.002	mg/L			
Cadmio	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00001	mg/L			
Cobre	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.0003	mg/L			
Cromo	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.001	mg/L			
Hierro	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.03	mg/L	137.00	1	137.00
Manganeso	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00006	mg/L			
Mercurio	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00007	mg/L			
Molibdeno	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00003	mg/L			
Níquel	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.0009	mg/L			
Plomo	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00006	mg/L			
Selenio	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00004	mg/L			
Uranio	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.00001	mg/L			
Zinc	INACAL	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	0.002	mg/L			
Nitratos NO ₃ ⁻	INACAL	SMEWW 4500 NO ₃ D. 22nd Ed. 2012	2.3	mg/L	49.00	1	49.00
Sub total (S/.)							186.00
Total (S/.)							1,020.48

Otros programas. Una vez construidas las medidas de control se puede determinar los principales programas que se pueden desarrollar en cuanto a los diferentes componentes del sistema. Queda a consideración de la Municipalidad Distrital de Cátac la respectiva evaluación para su implementación y determinación de costos.

Tabla 30

Otros programas a implementar

Programa	Descripción	Responsable
Socio – Educativo	Programa dirigido tanto al personal técnico y administrativo de la Municipalidad Distrital de Cátac, usuarios de cuenca, usuarios del sistema de agua potable, con el fin de capacitar en temas técnicos, financieros, ambiental - sanitario, gestión de riesgos, entre otros.	Municipalidad Distrital de Cátac
Hídrico	Estas medidas son referentes a las soluciones en cuanto a cantidad y calidad del agua, proveniente de la fuente de abastecimiento. Determinación de la oferta y demanda del agua potable.	
Mejoramiento	Programa referente a las acciones técnicas del sistema como implementación de cámaras rompe presión RPC 6 y 7, cambio del sistema de cloración de hiporclorador del reservorio N°1, implementación de bomba al sistema de cloración por goteo del reservorio N°02, mejoramiento de las tuberías de distribución, otros.	
Mantenimiento	Programa de mantenimiento y monitoreo del adecuado funcionamiento de los componentes del sistema de agua potable de manera de sistematizada y validada.	

4.2 Discusión

En la discusión de resultados se ha tomado en cuenta los objetivos de investigación, los antecedentes de investigación y el marco teórico.

De los valores de parámetros físicos – químicos e inorgánicos analizados en el laboratorio del punto de muestreo de la captación, ninguno sobrepasa los ECA, establecidos en la normatividad D.S N°004-2017-MINAM, para la categoría 1, subcategoría A2. Asimismo, los valores de los parámetros de campo (pH, turbidez, conductividad, temperatura) tomados en época de estiaje y precipitación están dentro de los ECA establecidos por la normatividad antes citada de la subcategoría A2.

Diferentes resultados se encontraron en el estudio *Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano y Percepción Local de las Tecnologías Apropriadas para su Desinfección a Escala Domiciliaria, en la Microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*, realizado por Mejía (2005), de donde las fuentes muestreadas (captaciones) la calidad de las aguas se vio afectada por la turbidez sobre todo en la época lluviosa dados por los procesos erosivos llegando a valores de entre 6 y 7 UNT.

Zhen (2009) en su estudio *Calidad Físico – Química y Bacteriológico del Agua para Consumo Humano de la Microcuenca de la Quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, 2007-2008*, realizó el muestreo de 15 fuentes de agua para consumo humano en época seca, de precipitación y transición de donde el 33.33% de las fuentes presentaron una media anual que sobrepaso los 5 UNT, llegando hasta 8.72 UNT, donde en época de precipitación el 13.33% puntos muestreados se duplico en comparación a su media anual, asimismo, en la época de

transición se pudo ver en un punto de muestreo que la turbiedad llegó hasta los 31.50 UNT lo cual fue seis veces más el valor que en época seca, lo cual se explica en el estudio por las pendientes pronunciadas y suelos arcillosos, lo que facilita el arrastre de sedimentos por escorrentía superficial.

A nivel nacional Mendoza (2018) en su estudio *Evaluación Físicoquímica de la Calidad del Agua Superficial en el Centro Poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú*, obtuvo similares resultados al presente estudio debido a que su caracterización de agua para consumo humano en el parámetro de metales totales (arsénico, cadmio, calcio, cobre, hierro, magnesio, mercurio, plomo, potasio, sodio y zinc), no sobrepasaron los LMP establecidos en el D.S N°031-2010-SA, comparada bajo esta normatividad dado que la muestra fue tomada a nivel del reservorio.

Los parámetros de campo evaluados a la salida de la planta de tratamiento que abastece al sistema urbano del distrito de Cátac fue el pH, turbiedad, conductividad y temperatura y a partir de los reservorios se agregó el parámetro de campo de cloro residual, cuyos resultados fueron evaluados según los LMP establecidos en el D.S N°031-2010-SA. En la planta de tratamiento los parámetros evaluados estuvieron dentro de los LMP, cabe resaltar que la turbiedad con que salió el agua fue de 1.87 UNT y 4.19 UNT, en la época de estiaje y precipitación respectivamente.

Los parámetros de campo y microbiológicos en los puntos de muestreo de los reservorios N°01 y 02, localizados en la zona urbana del Distrito de Cátac, en la época de estiaje estuvieron dentro de los LMP. Sin embargo, en época de precipitación en el punto de monitoreo reservorio N°01 el parámetro de campo cloro residual y del parámetro microbiológico en el componente coliformes totales

sobrepasaron los LMP; asimismo el reservorio N°02 sobrepasó los LMP en los parámetros de campo cloro residual y turbiedad.

En la red de distribución del reservorio N° 01 en la época de estiaje en los dos puntos de muestreo (grifos) la turbiedad sobrepasó los LMP, asimismo en el punto de muestreo grifo 02 el cloro residual y el parámetro microbiológico para el análisis de coliformes totales sobrepasó los LMP; en la época de precipitación en los dos puntos de muestreo (grifos) el cloro residual no cumplió con los LMP, así como el parámetro microbiológico para los análisis coliformes totales. En la red de distribución del reservorio N°02 los parámetros de campo y parámetro microbiológico estuvieron dentro de los LMP; en la época de precipitación el cloro residual en ambos puntos de muestreo no cumplió los LMP.

Los parámetros de campo turbiedad y cloro residual sobrepasaron los LMP establecidos según la normatividad D.S N°031-2010-SA en algunos puntos de muestreo, y si bien en la época de precipitación se presenta mayor turbidez en la fuente, los datos obtenidos nos muestran, para el presente estudio, que esto no es la principal causa tal como se puede evidenciar en los puntos de muestreo de la red de distribución del reservorio N°01, donde en la época de estiaje se presentaron los mayores valores de turbiedad fluctuando entre 11.30 a 11.49 UNT, concluyéndose que la principal causa de la turbiedad es la falta de mantenimiento del sistema, especialmente en las redes de distribución. En caso del parámetro cloro residual el no contar con el adecuado sistema dosificador de cloro, el no realizar el correcto cálculo para la dosificación de cloro a nivel del reservorio, así como los niveles elevados de turbidez, dará como resultado que en las viviendas del sistema se encuentre cloro menor a los 0.5 mg/L. Respecto al parámetro microbiológico en

algunos puntos de muestreo los coliformes totales sobrepasaron los LMP, sin embargo se concluye que estos coliformes no fueron del grupo termotolerantes o fecales, ya que para para estos últimos los análisis de laboratorio arrojaron su no presencia.

La OMS establece como valor guía de la turbiedad 5.00 UNT, sin embargo, menciona que, para una desinfección eficiente, el agua filtrada debería tener una turbiedad promedio menor o igual a 1.00 UNT, además señala que la elevada turbidez protege a los microorganismos del efecto de desinfección, estimula la proliferación de bacterias y genera una demanda significativa de cloro (OMS,2006). Campos (2003), señala que la turbiedad afecta la desinfección del agua reduciendo la eficiencia del proceso, debido a la generación de flóculos en donde los microorganismos se protegen del desinfectante físicamente.

La OPS (1988), menciona que el grupo coliforme en condiciones adecuadas, pueden multiplicarse en presencia de material orgánico, donde algunas especies coliformes son asociadas frecuentemente a desechos vegetales o pueden ser habitantes comunes del suelo o de las aguas superficiales, por lo tanto el grupo coliforme no debe ser considerado en general como un indicador de organismos exclusivamente fecales; indica que la importancia de la medición del grupo coliforme es relevante para sistemas de abastecimiento de agua con tratamiento y cloración donde la ausencia del grupo coliforme indicaría normalmente que el agua ha sido lo suficientemente tratada – desinfectada como para destruir los diferentes grupos patógenos. Canepa (2004) resalta que los coliformes totales proporcionan

información sobre el proceso de tratamiento y acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución.

Similares resultados se encontraron en los estudios realizados por Reascos y Yar (2010) en su estudio *Evaluación de la Calidad del Agua para el Consumo Humano de las Comunidades del Cantón Cotacachi y Propuesta de Medidas Correctivas*, donde sus resultados de los parámetros físico - químicos se encontraron dentro de las normas ecuatoriana vigentes, sin embargo el parámetro microbiológico en varios puntos de muestreo se encontraron contaminados por coliformes fecales y coliformes totales, mencionando entre las causas a la contaminación por pastoreo, mal estado de las tuberías y mal manejo de las conexiones internas de los usuarios. Petro y Wees (2014) en su estudio *Evaluación de la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del Agua del Municipio de Turbaco – Bolívar, Caribe Colombiano*, evaluó la calidad fisicoquímica y microbiología del agua consumida en el municipio de Turbaco, de sus resultados se concluye que la calidad de agua en términos fisicoquímicos está por encima de los valores establecidos en la normatividad colombiana vigente, donde en la mayoría de los puntos de muestreados la ausencia de cloro residual libre es la mayor preocupación y posible deficiencia en el sistema de tratamiento.

A nivel nacional, Cava (2016) en su estudio *Caracterización Físico – Química y Microbiológica del Agua para Consumo Humano de la Localidad Las Juntas del Distrito de Pacora – Lambayeque, y Propuesta de Tratamiento*, realizó el análisis de agua tomando puntos de muestreo en el pozo subterráneo, tanque de almacenamiento y red de distribución donde los parámetros que sobrepasaron los LMP de la normatividad peruana fueron: cloruros, magnesio, conductividad

eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes, concluyéndose que el agua proveniente de la localidad de Las Juntas no es apta para consumo humano, proponiéndose la aplicación sistemática de un tratamiento de electrodiálisis reversible, con el fin de mejorar la calidad de agua.

A nivel regional Zelaya (2021), en la tesis de *Evaluación del Agua de Consumo Humano y su Incidencia en Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS) para Mejora Continua de la Gestión en la Localidad de Cajamarquilla - La Libertad - Huaraz - Áncash, 2019*, determinó la presencia de coliformes termotolerantes entre 2 UFC/100 ml a 218 UFC/100 ml y escherichia coli entre 1 UFC/100 ml a 198 UFC/100 ml. A nivel local Olivera (2019), en su tesis *Influencia de la Calidad de Agua de Consumo en la Morbilidad por Enfermedades de Transmisión Hídrica en la Población Infantil del Distrito de Cátac-Recuay-Áncash durante el año 2016*, los valores de coliformes fecales y totales sobrepasaron las normas pertinentes. En ambas tesis se concluyó que el agua no es de buena calidad y no es apta para su consumo.

CONCLUSIONES

El presente estudio analizó la calidad del agua del sistema que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac, determinándose que la calidad del agua no es apta para consumo humano, debido a que los valores obtenidos del monitoreo de parámetros de campo (cloro residual, turbiedad) y análisis microbiológico (coliformes totales), en algunos puntos de monitoreo a partir de los reservorios, sobrepasaron los LMP establecidos mediante normatividad D.S N° 031-2010-SA. En marco a los resultados obtenidos en el presente estudio se elaboró como propuesta de gestión el PCC para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano de la zona en mención.

El sistema de agua potable de la zona urbana del distrito de Cátac, es un sistema de gravedad con tratamiento cuya fuente es de tipo superficial proveniente del canal Qeshque, el cual se abastece de la laguna Qeshkicocha, la captación tiene un caudal regulado de 30L/s. El sistema cuenta con una planta de tratamiento la cual cuenta con un sedimentador y dos cajas de filtros lentos, el agua que sale de la planta de tratamiento entra a dos reservorios tipos apoyados. El reservorio N°01 es de forma cuadrada de capacidad de 140 m³ y tiene como equipo de dosificador de cloro al hipoclorador por difusión, su red de distribución abastece a los barrios de Yanapampa y Llacshahuanca; el reservorio N°02 es de forma cilíndrica presenta una capacidad de 137 m³, presenta como equipo dosificador de cloro al dosificador

por goteo o flujo constante sin bomba, su red de distribución abastece a los barrios de Santa Rosa y Dos de Mayo.

De los valores de parámetros físico – químicos e inorgánicos analizados en el punto de captación ninguno sobrepaso los ECA, establecidos en la normatividad D.S N°004-2017-MINAM, para la categoría 1, subcategoría A2. Asimismo, se monitoreo los parámetros de campo en época de estiaje y precipitación en los cuales los valores obtenidos están dentro de los ECA establecidos mediante la normatividad D.S N°004-2017-MINAM. Del monitoreo de parámetros de campo y análisis microbiológico en el sistema de agua para consumo humano, la turbiedad, el cloro residual y el parámetro microbiológico en el análisis coliformes totales, en algunos puntos de muestreo a partir de los reservorios sobrepasaron los LMP establecidos según la normatividad D.S N°031-2010-SA, concluyéndose que si bien en época de precipitación se presenta mayor turbidez en la fuente abastecedora de agua para consumo humano frente a la época de estiaje, los resultados de los parámetros que sobrepasan los LMP en el presente estudio se debe principalmente la falta de mantenimiento del sistema, especialmente de las redes de distribución, los inadecuados equipos dosificadores de cloro presente en cada reservorio así como la dosificación inadecuada del cloro en el proceso de cloración.

El presente estudio como propuesta de gestión elaboró el PCC para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano de la zona urbana del distrito de Cátaç, provincia de Recuay, Áncash. Se determinó los peligros y eventos peligrosos del sistema de agua potable, valoración del riesgo y determinación de las medidas de control por cada evento peligroso. En el PCC propone un programa de monitoreo de la calidad del agua para consumo humano y otros programas

elaborados en base a las medidas de control como: programa socio – educativo, programa hídrico, programa de mejoramiento, programa de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

El presente estudio realiza las siguientes recomendaciones a la Municipalidad Distrital de Cátac:

- Conformar el equipo del PCC, refrendada mediante resolución de alcaldía y/u otro documento de designación de los integrantes del equipo.
- Evaluar y analizar mediante el equipo multidisciplinario del PCC, el presente estudio, para la elaboración final de su PCC y posterior derivación a la autoridad competente para su aprobación.
- Priorizar los peligros y eventos peligrosos valorados en el presente estudio con valoración alta y muy alta, los cuales se constituyen puntos críticos que necesitan control.
- Evaluar y aplicar in situ las medidas de control de los eventos peligrosos identificados en el presente estudio, para la determinación de la eficiencia en circunstancias normales y excepcionales.
- Elaborar programas para mejorar la calidad del agua para consumo humano que abarque los diferentes componentes del sistema de agua potable, en el presente estudio se propone los programas de monitoreo de la calidad del agua para consumo humano, programa socio – educativo, programa hídrico, programa de mejoramiento, programa de mantenimiento.
- Implementar el equipamiento para la medición de parámetros de campo e implementación progresiva de un laboratorio de calidad y/o tercerización del servicio del análisis de muestras de agua con los parámetros requeridos.
- Trabajar articuladamente con las instituciones relacionadas al control de la calidad del agua para consumo humano como la Superintendencia Nacional

de Servicios de Saneamiento (SUNASS), Dirección Regional de Salud
Ancash (DIRESA), Autoridad Local del Agua (ALA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calsin, K. (2016). Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano de Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe:UNAP/4187>
- Campos, I. (2003). Saneamiento Ambiental. Universidad Estatal a Distancia de San José. https://books.google.com.pe/books/about/Saneamiento_Ambiental.html?id=lsgrGBG1GeMC
- Cánepa, L. (2004). Tratamiento de Agua para Consumo Humano, Plantas de Filtración Rápida. CEPIS/OPS.
- Canter, L. (2000). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Mc. Graw Hill.
- Cava, T. (2016). Caracterización Físico – Química y Microbiológica del Agua para Consumo Humano de la Localidad Las Juntas del Distrito de Pacora – Lambayeque, y Propuesta de Tratamiento [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/850>
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2004). Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida [Archivo PDF]. http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1_tomo1_indice.pdf
- Congreso Constituyente Democrático. Constitución Política del Perú de 1993 (31 de octubre 1993). <https://pdba.georgetown.edu/Parties/Peru/Leyes/constitucion.pdf>

- Chulluncuy, N. (2011). Tratamiento del Agua para Consumo Humano [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. <https://repositorio.ilima.edu.pe/handle/20.500.12724/2587?show=full>
- Dirección Regional de Salud Cajamarca (1999). Metodología de educación de adultos en saneamiento: Sistema de experiencia APRISABAC 1993-1997 [Archivo PDF]. http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/756_MINSA182.pdf
- D.S N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (24 de setiembre de 2010). <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>
- D.S N°004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (7 de junio de 2017). <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/59020>
- Fabian, L. y Mendoza, J. (2016). Análisis de la Calidad del Agua Potable y Estrategias de Intervención para su Mejor Uso en el Distrito de Huaura [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/129>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (21 de marzo de 2014). Día Mundial del Agua - Los más pobres del mundo son quienes tienen menos acceso a agua potable. <https://www.unicef.org/peru/comunicados-prensa/dia-mundial-del-agua-los-mas-pobres-del-mundo-son-quienes-tienen-menos-acceso-al>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (18 de junio de 2019). 1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso a agua potable. <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua-potable>

- Gramajo, B. (2004). Determinación de la Calidad del Agua para Consumo Humano y Uso Industrial, obtenida de Pozos Mecánicos en la Zona 11, Mixco, Guatemala [Tesis de pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala].
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0907_Q.pdf
- Hernández, C. (2016). Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano y Propuestas de Alternativas Tendientes a su Mejora en la Comunidad 4 Millas, de Matina, Limón, Costa Rica [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Costa Rica]. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/13212>
- Kornacki, J. & Johnson, J. (2001). Enterobacteriaceae, Coliforms, and Escherichia coli as Quality and Safety Indicators. Journal Food and Nutrition Sciences. [http://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=861755](http://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=861755)
- Lampoglia, T., Agüero, R. y Barrios, C. (2008). Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales [Archivo PDF]. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/LAMPOGLIA%20et%20al%202008.%20Orientaciones%20sobre%20agua%20y%20saneamiento%20para%20zonas%20rurales.pdf
- Ley N° 27972. Ley Orgánica de Municipalidades (27 de mayo de 2003). [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BCD316201CA9CDCA05258100005DBE7A/\\$FILE/1_2.Compendio-normativo-OT.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BCD316201CA9CDCA05258100005DBE7A/$FILE/1_2.Compendio-normativo-OT.pdf)
- Ley N°28611. Ley General del Ambiente 2005 (13 de octubre de 2005). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>

- Lozano, W. (2013). Calidad Fisicoquímica del agua: métodos simplificados para su muestreo y análisis. Universidad Piloto de Colombia.
- Lozano, W. y Lozano, G. (2015). Potabilización del Agua. Universidad Piloto de Colombia.
- Manahan, S. (2007). Introducción a la Química Ambiental. REVERTE.
- Mejía, M. (2005). Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano y Percepción Local de las Tecnologías Apropriadas para su Desinfección a Escala Domiciliaria, en la Microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4434>
- Mendoza, M. (1996). Impacto de la Tierra, en la Calidad del Agua de la Microcuenca Rio Sábalos, Cuenca del Rio San Juan [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10493>
- Mendoza, M. (2018). Evaluación Fisicoquímica de la Calidad del Agua Superficial en el Centro Poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12256>
- Ministerio de Salud. (2017). Plan Nacional para la Reducción y Control de la Anemia Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú 2017-2021. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4189.pdf>
- Olivera, E. (2019). Influencia de la calidad de agua de consumo en la morbilidad por enfermedades de transmisión hídrica en la población infantil del distrito de Cátac-Recuay-Áncash durante el año 2016 [Tesis doctoral, Universidad

- Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3603>
- Organización Mundial de la Salud (2006). Guías para la Calidad del Agua Potable [Archivo PDF]. <file:///C:/Users/51969/Downloads/220.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (2007). Lucha Contra las Enfermedades Transmitidas por el Agua en los Hogares [Archivo PDF]. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43757/9789243595221_spa.pdf?sequence=1
- Organización Mundial de la Salud (2009). Manual para el Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua [Archivo PDF]. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75142/9789243562636_spa.pdf?sequence=1
- Organización Mundial de la Salud (2012). Agua, Saneamiento y Salud: Progresos sobre el Agua Potable y Saneamiento. http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2012/fast_facts/es/
- Organización Mundial de la Salud (2018). Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda [Archivo PDF]. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- Organización Panamericana de la Salud (1988). Guías para la Calidad del Agua Potable, Control de la Calidad del Agua Potable en Sistemas de Abastecimiento para Pequeñas Comunidades [Archivo PDF]. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/712>

- Petro, A. y Wees, T. (2014). Evaluación de la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del Agua del Municipio de Turbaco – Bolívar, Caribe Colombiano [Tesis de pregrado Universidad Tecnológica de Bolívar]. <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/1725#page=1>
- Reascos, B. y Yar, B. (2010). Evaluación de la Calidad del Agua para el Consumo Humano de las Comunidades del Cantón Cotacachi y Propuesta de Medidas Correctivas [Tesis de pregrado Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/221>
- Resolución del consejo Directivo 011-2007-SUNASS-CD. Reglamento de la Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento (2 de febrero de 2007). <https://www.gob.pe/institucion/sunass/normas-legales/1328300-011-2007-sunass-cd>
- Resolución del consejo Directivo N°015-2012-SUNASS. Frecuencia de muestreo de los parámetros que deben ser controlados por las entidades prestadoras de saneamiento respecto a la calidad del agua (27 de abril de 2012). <https://www.gob.pe/institucion/sunass/normas-legales/1481175-015-2012-sunass-cd>
- Resolución Directoral N°160-2015/DIGESA/SA. Protocolo de Procedimientos para Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento, y Recepción de Muestra de Agua para Consumo Humano (24 de setiembre de 2015). http://www.digesaminsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesaminsa.pdf

- Resolución Jefatural N°010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (11 de enero de 2016).
<http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>
- Resolución Ministerial N°908-2014/MINSA. Resolución Ministerial que aprueba la Directiva Sanitaria N°058- MINSA/DIGESA-V.01 (24 de noviembre de 2014).http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Directiva_Sanitaria_058-MINSA-DIGESA-PCC.pdf
- Roldan, G. y Ramírez, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Universidad de Antioquia. https://books.google.com.pe/books/about/Fundamentos_de_limnolog%C3%ADa_neotropical.html?id=FA5Jr7pXF1UC&redir_esc=y
- Shewhart, W. (1931). Economic Control of Quality of Manufactured Product. Macmillan. <https://books.google.com.ec/books?id=XBeoAgAAQBAJ&printsec=frontc>
- Tuchman, B. (1980). The decline of quality. New York Times Magazine, 38. <http://apps.lonestar.edu/blogs/rreichle/files/2014/08/the-decline-of-quality-tuchman1.pdf>
- Vicuña, F. (2019). Evaluación de la Calidad del Agua Potable del Sistema de Abastecimiento y el Grado de Satisfacción en la Población de Olleros – Huaraz–Áncash, Periodo 2015–2016 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2900>
- Zelaya, E. (2021). Evaluación del Agua de Consumo Humano y su Incidencia en Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS) para Mejora Continua de la

Gestión en la Localidad de Cajamarquilla - La Libertad - Huaraz - Áncash, 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4839>

Zhen, B. (2009). Calidad Físico – Química y Bacteriológico del Agua para Consumo Humano de la Microcuenca de la Quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, 2007-2008 [Tesis de maestría, Universidad Estatal a Distancia San José]. <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad%20f%C3%ADsico>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

“ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y PROPUESTA PARA LA GESTIÓN, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE CÁTAC, PROVINCIA DE RECUAY, ANCASH, 2018”

Problema	Objetivos	Variables	Metodología
<p>¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano y propuesta de gestión en la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Ancash, 2018?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Analizar la calidad del agua y elaborar una propuesta de gestión del sistema que abastece de agua potable a la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Ancash, 2018.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Caracterizar al sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac, provincia de Recuay, Ancash. – Evaluar la calidad del agua en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, del sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac. – Elaborar una propuesta de gestión para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano. 	<p>Variable independiente</p> <p>Calidad del agua para consumo humano.</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Propuesta de gestión.</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Descriptivo analítico</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Diseño Observacional</p> <p>Población y muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> – La población lo constituye el sistema de agua potable que abastece a la zona urbana del distrito de Cátac. – La muestra está constituida por puntos de muestreo en la captación, en cada uno de los 02 reservorios y en 02 puntos de muestreo de cada red de distribución correspondiente a cada reservorio (época seca y de precipitación).

Anexo 02. Formularios para la inspección sanitaria

Formulario 1

FORMULARIO DE REGISTRO DE LA COMUNIDAD ANEXO Y/O SECTOR

1. Información general:

Localidad/anexo: _____ Sector: _____ Distrito: _____

Provincia: _____ Departamento: _____

DIRESA: _____ Red: _____

MicroRed: _____ CS: _____ PS: _____

Coordenadas UTM (Localidad): Este _____ Norte _____

Altura (m.s.n.m.): _____

Temperatura (°C) Máxima: _____ Mínima: _____

N.º de Fuentes de agua:

Subterráneas: _____ Superficiales: _____

2. Accesibilidad:

Desde	Hasta	Distancia (Km.)	Tiempo (Minutos)	Tipo de Vía ⁽¹⁾	Medio de transporte ⁽²⁾

⁽¹⁾ Asfaltado, afirmado, trocha, camino de herradura, fluvial

⁽²⁾ Vehículo, acémila, pie, bote, otros.

3. Servicios básicos:

Electricidad Horas de servicio de energía eléctrica _____

Teléfono Número telefónico ⁽³⁾ _____ / _____

Señal de Radio emisora. Radio EESS Frecuencia de radio _____

Señal de televisión Internet

Agua Desagüe/Alcantarillado

Letrinas N.º _____ Vertimiento ⁽⁴⁾ _____

Limpieza pública Si No Disposición final ⁽⁵⁾: _____

⁽³⁾ Teléfono de la comunidad/ EESS

⁽⁴⁾ Nombre del cuerpo receptor del desagüe: río, lago, mar, canal de regadío, etc.

⁽⁵⁾ Relleno sanitario, Botadero, Río, entierra, otros, etc.

4. Establecimientos educativos:

PRONOEI/CEI Primaria Secundaria Otros: _____

5. Autoridades Locales o Comunales.

Autoridades	Nombre completo	Teléfono	Sexo	
			H	M

6. Establecimiento de Salud.

Nombre del Establecimiento de Salud: _____

Distancia del EESS a la Localidad: _____ Km.

Medio de Transporte: _____

Fecha: ____/____/____

Nombre del Inspector: _____ Firma:

Nombre de la Autoridad: _____ Firma:

Formulario 2

FORMULARIO PARA EVALUAR LA GESTIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. Ubicación:

Localidad/Anexo: _____ Sector: _____
 Distrito: _____ Provincia: _____
 Departamento: _____ Población total: _____
 Nro. Viviendas con abastecimiento de agua: _____

2. Gestión

2.1 Autoridad administradora del servicio de agua

JASS Municipalidad Directiva comunal
 Empresa Prestadora de Servicios Otros _____
 Nombre/ Razón Social _____
 Dirección _____ Teléfono _____ Fax _____
 e-mail _____
 Fecha de creación _____
 Tiempo de duración del cargo (según estatutos) _____ años
 Tiempo de permanencia en el cargo _____ años
 La administración cuenta con personal capacitado Si No

2.2 Integrantes de la Administración del Servicio de Agua

Cargo	Nombre completo	Profesión / Oficio	D.N.I.	Sexo	
				H	M

2.3 Cobertura

- Número de viviendas **que se abastecen** del sistema de agua:
 Conexión domiciliaria _____ o por pileta pública: _____
- Número de viviendas **que no se abastecen** del sistema de agua:
 Conexión domiciliaria _____ o por pileta pública: _____

2.4 Continuidad

Nº horas promedio del servicio por día _____
 Días de servicio por semana _____

2.5 Calidad

Realiza y registra control de cloro residual del agua Si No
 Realiza el análisis microbiológico del agua Si No
 Realiza el análisis físico-químico del agua Si No

2.6 Operación y mantenimiento

- Cuenta el servicio con operador/gasfitero/otro Sí No

En caso afirmativo, tiempo que dedica a operar el servicio

Permanente A demanda Tiempo parcial

▪ Cuenta con las herramientas necesarias Sí * No

* Observaciones

Herramientas mínimas necesarias: lampa, pico, llaves, arco de sierra

▪ Cuenta con equipos, materiales, repuestos e insumos para el óptimo funcionamiento del Sistema Sí No

▪ Cuenta con registros de operación y mantenimiento Sí No

▪ Cuenta con equipo de protección personal Sí No Incompleto **

* *Observaciones

Completo : Botas, protector de gases, gafas, guantes y mamelucos

Incompleto : Parte de los accesorios.

2.7 Ingresos

2.7.1 Monto de cuota/tarifa por el servicio de agua

<u>Categoría</u>	<u>S/. por mes</u>	<u>N.º de conexiones</u>
Conexiones domiciliarias	_____	_____
Conexión de uso industrial/comercial	_____	_____
Piletas públicas	_____	_____

Tiempo de vigencia de la tarifa _____ años

Otra modalidad: _____

2.7.2 Puntualidad de pago

Número de usuarios que pagan puntualmente por el servicio de agua _____

2.7.3 Aportes extraordinarios

¿Realizan los usuarios aporte extraordinario? Sí No

2.8 Gastos (por mes)

2.8.1 Gastos administrativos S/. _____

Operadores S/. _____

Materiales: cloro (Kilo por mes) _____ kilos

Costo: cloro en soles S/. _____

Tubería, pegamento, accesorios y otros. S/. _____

Fecha: ____ / ____ / _____

Nombre de Inspector: _____ Firma: _____

Nombre del representante de la administración: _____

Firma: _____

Formulario 3

FORMULARIO PARA EVALUAR EL ESTADO SANITARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

1. Ubicación.

Localidad / Anexo: _____ Sector: _____
Distrito: _____ Provincia: _____ Departamento: _____
Población total: _____
Población servida: _____

2. Del sistema de agua potable.

Antigüedad _____ Ente Ejecutor _____
Rehabilitación: Si No Año _____
Funcionamiento: Continuo Restringido Inoperativo
El sistema es único en el sector Si No

3. Tipo de sistema de abastecimiento.

Gravedad sin tratamiento Gravedad con tratamiento Bombeo sin tratamiento
Bombeo con tratamiento
Observaciones: _____

4. Fuente.

TIPO DE FUENTE CAPTADO	
Manantial captado en el ojo <input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.1
Pozo profundo <input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.4
Agua superficial (galería filtrante) <input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.2
Agua superficial con tratamiento <input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.3

Nº de fuentes de abastecimiento: _____ Caudal Total $Q_t =$ _____ L/s

Nombre fuente Nº 1: _____ $Q_1 =$ _____ L/s

Nombre fuente Nº 2: _____ $Q_2 =$ _____ L/s

Nombre fuente Nº 3: _____ $Q_3 =$ _____ L/s

Nombre fuente Nº 4: _____ $Q_4 =$ _____ L/s

Existen otras fuentes alternas en tiempo de sequía y/o emergencia Sí No

Nombre fuente Nº1: _____ $Q_1 =$ _____ L/s

Nombre fuente Nº2: _____ $Q_2 =$ _____ L/s

4.1 Agua superficial con tratamiento

Coordenadas UTM: Este _____ Norte _____ Altura (m.s.n.m.): _____

Fuente :	Riachuelo <input type="checkbox"/>	Lago/laguna <input type="checkbox"/>	Río <input type="checkbox"/>	Acequia <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	_____	
Suministro :	Bombeo <input type="checkbox"/>	Gravedad <input type="checkbox"/>					
Proceso de tratamiento:	Coagulación <input type="checkbox"/>	Tipo de coagulante: _____			Floculación <input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> Sedimentación <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Prefiltración <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Filtración lenta <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Filtración rápida <input type="checkbox"/>			
Características	Cog	Flo	S	Pre Fil	Fil	Si	No
¿Existe cerco de protección?							
¿Las estructuras de tratamiento están libres de inundaciones accidentales?							
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?							
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?							
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?							
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?							
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?							
¿Cuenta con registro de limpieza y mantenimiento de los filtros?							
¿Ha realizado cambio y/o reposición de lecho filtrante en los últimos 2 años?							
¿Se realiza la evacuación de lodos del sedimentador?							
¿El flujo de ingreso de agua a las unidades es uniforme?							
¿La adición de coagulante se realiza a todo lo ancho del canal?							

5. LINEA DE CONDUCCIÓN

5.1 Línea de conducción/impulsión	LC1		LC2	
Características	Si	No	Si	No
¿Presencia de fugas de agua?				
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?				
¿Los cruces aéreos están protegidos y en buen estado?				
¿Existen y están operativas las válvulas de aire?				
¿Existen y están operativas las válvulas de purga?				

5.2 Cámara rompe presión en línea de conducción (CRP- 6)	C.R.P – 6					
	1		2		3	
Coordenadas UTM: Este Norte Altura (m.s.n.m.):						
Características	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?						
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?						
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?						
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 m?						
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?						
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?						

6. Sistema de distribución

6.1 Reservoirio	1	2	3					
Volumen Reservoirio (m3)								
Coordenadas UTM: Este Norte Altura (m.s.n..m.):								
Características	Si	No	Si	No	Si	No		
¿Existe cerco de protección?								
¿Cuenta con tapa sanitaria?								
¿La estructura está en buen estado? y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?								
¿Presencia de excrementos y charcos de agua en un radio de 25 m?								
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?								
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?								
¿Tiene tubería de limpia y rebose?								
¿A la salida de las tuberías de limpia y rebose existe rejilla de protección?								
¿Existe caseta de válvulas?								
¿Las válvulas están operativas?								
¿Cuenta con la tubería de ventilación?								
¿Cuenta con punto de muestreo?								
6.2 Red de distribución			Si	No				
¿Presencia de fugas de agua?								
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?								
¿Las cajas de válvulas se encuentran secas?								
¿Cuenta con válvulas de purga?								
¿Cuenta con un plan de purgado de redes?								
6.3 Cámara rompe-presión en red de distribución (CRP-7)	1	2	3	4				
Coordenadas UTM: Este Norte Altura (m.s.n..m.):								
Características	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿Cuenta con tubería de ventilación?								
¿Presencia de excrementos y charcos de agua en un radio de 25 m?								
¿Cuenta con válvula de control operativa?								
¿Funciona la válvula flotadora?								

6.4 Piletas públicas	PP1		PP2		PP3		PP4		PP5		PP6		PP7		PP8		PP9		PP10	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?																				
¿Está limpia la estructura?																				
¿Están los accesorios y el grifo completos y en buen estado?																				
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?																				
Cuenta con pozo percolador funcionando																				

7. Cloración

El agua se clora en forma: Permanente Eventual Nunca
 Tipo de cloración: Gas Goteo Hipoclorador N.º Hipocloradores __
 Manual
 Insumo utilizado: _____ Concentración (%): _____

Características	Si	No
¿Está el equipo en buen estado?		
¿Está el equipo en uso en el momento de la visita?		
¿Existe <i>stock</i> de cloro?		
¿El cloro residual en el reservorio es mayor o igual a 1.0 mg/L?		
¿El cloro residual en las redes es mayor o igual a 0.5 mg/L?		
¿Cuenta con registro de control de cloro residual?		
¿Cuenta con comparador de cloro residual?		
¿Cuenta con insumos DPD 1 para medir cloro residual?		
¿El personal que opera ha recibido capacitación sobre limpieza y desinfección de agua?		

8. Tipo de almacenamiento de agua en las viviendas:

Tachos PVC Cilindros metálicos Bidones Otros _____
 Desinfección intradomiciliaria:
 Cloro Hervido Otros _____

9. Enfermedades relacionadas a la Calidad de Agua en la localidad (proporcionadas por el EESS)

Nº de casos de EDAs en menores de 5 años: _____

Nº de EDAs totales en la localidad: _____

Nº de casos de enfermedades parasitarias: _____

Cinco primeras causas de Morbilidad:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Cinco primeras causas de Mortalidad:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Fecha _____

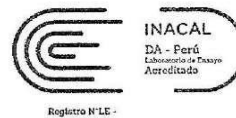
Nombre del Inspector: _____ Firma: _____

BºVº Administración del Sistema _____ Firma: _____

Anexo 03. Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-119-B218-HRHS

Pág. 01 de 04

CLIENTE : DIRECCION DE RED DE SALUD HUAYLAS SUR
JR. CORONGO, PJE LA MERCED NRO. 135 URB.
INDEPENDENCIA (COSTADO DEL HOTEL PASTORURI)
ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA

ATENCION : INES GONZALES

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico

ITEM DE ENSAYO : Agua Superficial, Agua Subteranea

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 22 de febrero de 2018
Hora: 12:15

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 22 de febrero de 2018

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Metales por ICP	EPA 200.7, Rev 4.4, 1994	Ag <0.0053, Al <0.0050, As <0.0055, Be <0.0056, Ba <0.0057, B <0.0102, Ca <0.0110, Cd <0.0027, Co <0.0054, Cr <0.0071, Cu <0.0056, Fe <0.0094, Fe <0.0058, Hg <0.0008, K <0.0100, Li <0.0095, Mg <0.0195, Mn <0.0070, Mo <0.0048, Se <0.0053, Ni <0.0121, Ni <0.0050, P <0.0137, Pb <0.0047, Si <0.0052, Si <0.0120, Sn <0.0078, Sr <0.0100, Ti <0.0050, Ti <0.0076, V <0.0076, Zn <0.0051 (mg/L)
Uranio*	EPA 200.7, Rev 4.4, 1994	<0.001 mg/L
Dureza	SMEWW-AFHA-AWWA-WEF Part 2340 A, C, 22nd Ed. 2012	<1.04 mg/L

Los resultados del informe corresponden a los ensayos solicitados para los ítems recibidos.

Prohibida la reproducción total o parcial sin el permiso de NKAP S.R.L.

*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

*Las muestras serán eliminadas al término del tiempo de almacenamiento, salvo requerimiento expreso del cliente.

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

Sede Principal: Av. 02 Mz. C, Lot. 5 Parque Industrial - La Esperanza - Trujillo - Perú
Sede Cajamarca: Libre Para Calle MZ 4, LOT 18 Campo Real - Cajamarca - Perú

Central 51 - 44 - 280426
www.nkap.com.pe

INFORME DE ENSAYO

T-119-B218-HRHS

Pág. 02 de 04

MÉTODO DE ENSAYO

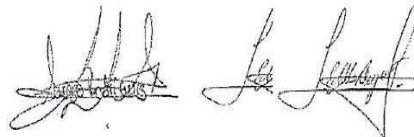
Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4110, A y B, 22nd Ed. 2012	<0.012 mg/L
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4110, A y B, 22nd Ed. 2012	<0.009 mg/L
Nitritos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4110, A y B, 22nd Ed. 2012	<0.011 mg/L
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4110, A y B, 22nd Ed. 2012	<0.050 mg/L

Sello

Fecha Emisión

Jefe Administrativo

Jefe del Laboratorio de Química



07/03/2018

Alexandra Aurazo Rodríguez

Edder Neyra Jaico

Los resultados del informe corresponden a los ensayos solicitados para los ítems recibidos.

Prohibida la reproducción total o parcial sin el permiso de NKAP S.R.L.

*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

*Las muestras serán eliminadas al término del tiempo de almacenamiento, salvo requerimiento expreso del cliente.

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

Sede Principal: Av. 02 Mz. C, Lot. 5 Parque Industrial - La Esperanza - Trujillo - Perú

Sede Cajamarca: Libre Para Calle N° 17, Edif. El Campo Real - Cajamarca - Perú

Central 51 - 44 - 280426

www.nkap.com.pe

INFORME DE ENSAYO

T-119-B218-HRHS

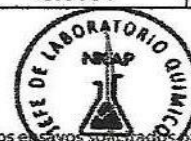
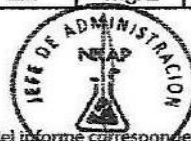
Pág. 03 de 04

Código de Laboratorio			T-119-01
Código de Cliente			Catac, Captación
Ítem de Ensayo			Agua Superficial
Fecha de Muestreo			21/02/2018
Hora de Muestreo			08:25
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Uranio*	U	mg/L	<0.001
Dureza	DT	mg/L	18.63
Cloruros	Cl	mg/L	0.093
Nitratos	NO3-N	mg/L	0.013
Nitritos	NO2-N	mg/L	<0.011
Sulfatos	SO42-	mg/L	7.538

INFORME DE ENSAYO

T-119-B218-HRHS

Código de Laboratorio			T-119-01
Código de Cliente			Catac, Captación
Item de Ensayo			Agua Superficial A
Fecha de Muestreo			21/02/2018
Hora de Muestreo			08:25
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Metales Totales por ICP			
Aluminio	Al	mg/L	<0.0080
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0052
Arsénico	As	mg/L	<0.0065
Bario	Ba	mg/L	<0.0066
Berilio	Be	mg/L	<0.0057
Boro	B	mg/L	<0.0102
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0027
Calcio	Ca	mg/L	2.767
Cerio	Ce	mg/L	<0.0054
Cobalto	Co	mg/L	<0.0071
Cobre	Cu	mg/L	<0.0084
Cromo	Cr	mg/L	<0.0056
Estaño	Sn	mg/L	<0.0079
Estroncio	Sr	mg/L	<0.0103
Fósforo	P	mg/L	<0.0137
Hierro	Fe	mg/L	0.202
Litio	Li	mg/L	<0.0098
Magnesio	Mg	mg/L	1.069
Manganeso	Mn	mg/L	<0.0070
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0008
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0048
Niquel	Ni	mg/L	<0.0050
Plata	Ag	mg/L	<0.0093
Plomo	Pb	mg/L	<0.0047
Potasio	K	mg/L	<0.0100
Selenio	Se	mg/L	<0.0069
Silice	SiO ₂	mg/L	4.332
Sodio	Na	mg/L	0.477
Talio	Tl	mg/L	<0.0078
Titanio	Ti	mg/L	<0.0090
Vanadio	V	mg/L	<0.0075
Zinc	Zn	mg/L	<0.0091



Los resultados del informe corresponden a los ensayos solicitados por
Prohibida la reproducción total o parcial sin el permiso de NKAP

*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales

*Las muestras serán eliminadas al término del tiempo de almacenamiento, salvo disposición en contrario

*Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de
de la entidad que lo produce.



DIRECCIÓN DE LABORATORIOS DE SALUD PÚBLICA
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA



INFORME DE ENSAYO N° 061-18

SOLICITANTE: RED DE SALUD HUAYLAS SUR

Muestra: Agua para uso y consumo humano

DATOS DEL MUESTREO

Procedencia de la muestra: CATAAC - RECUAY - ANCASH

Fecha/hora de muestreo : 25/05/18 12:40 p.m., 1:40 p.m., 2:15 p.m., 3:20 p.m. y 3:40 p.m.

Muestreado por : Ing. Ines Gonzales Dominguez

CONTROL DEL LABORATORIO

N° de muestras : 5

Fecha/hora de recepción en lab.: 25/05/18 4:55 p.m.

Fecha/hora de inicio del ensayo: 25/05/18 5:25 p.m.

Código de Campo	Código del Lab.	Datos de muestra				ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS			ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS				
		Localidad	Distrito	Origen de la Fuente	Punto de Muestreo	Bacterias heterotróficas 35 °C (UFC/mL)	Coliformes totales 35 °C (UFC/100mL)	Coliformes fecales 44.5 °C (UFC/100mL)	*Cloro residual mg/L	*pH	*Turbidez UNT	*Temperatura °C	*Conductividad µS/cm
P 1	A151-18	Cataac	Cataac	Superficial	Salida Pla de tratamiento	35 x 10	3	< 1	-	7.85	1.87	11.6	36
C1 R1	A152-18	Cataac	Cataac	Superficial	Grifo	< 1	< 1	< 1	1.15	7.71	11.49	15.7	39
C2R1	A153-18	Cataac	Cataac	Superficial	Grifo	22 x 10	10	< 1	0	8.34	11.3	13.7	37
C1R2	A154-18	Cataac	Cataac	Superficial	Grifo	< 1	< 1	< 1	1.77	7.88	3.37	12.6	39
C2R2	A155-18	Cataac	Cataac	Superficial	Grifo	< 1	< 1	< 1	0.51	7.6	4.57	16.4	40

* Dato obtenido al instante de la toma de muestra, no ha sido determinado en el laboratorio

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbidez

µmho/cm = µS/cm = microSiemens/centimetro

Gr = Grifo

UFC= Unidades formadoras de colonias

Método de ensayo microbiológico: Numeración de Coliformes totales y Coliformes fecales por Método de Filtración por membrana de acuerdo a Standard Method for the examination of water and wastewater, APHA, AWW. WEF. 9222 B. 22 th ed. 2012 - 9222 D. 22 th ed. 2012

Recuento de Bacterias Heterotróficas por Método de placa fluida de acuerdo al Standard Methods for the Examination of water and Wastewater, APHA, AWW. WEF. 22 th ed, 2012, sec. 9215 B.

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, D.S.N° 031-2010-SA)

Coliformes totales : 0 UFC/100ml

Coliformes fecales : 0 UFC/ 100 ml

Bacterias heterotróficas: 500 UFC/mL

Cloro residual : 0.5 mg.L

pH : 6.5 - 8.5

Turbidez : 5 UNT

Conductividad : 1500 µmho/cm

FECHA DE REPORTE: 29/05/18



Milgo MANUEL FERNÁNDEZ CHUNGA
D.S.P. 5765

Av. Confraternidad Internacional 299, 06144 (Ex Tarapaca) / Huaraz - Ancash

Telef. 043-421925. Telefax (043) - 428593



**DIRECCIÓN DE LABORATORIOS DE SALUD PÚBLICA
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA**



INFORME DE ENSAYO N° 012-19

SOLICITANTE: RED DE SALUD HUAYLAS SUR

Muestra: Agua para uso y consumo humano

DATOS DEL MUESTREO

Procedencia de la muestra: CATAc - RECUAY - ANCASH

Fecha/hora de muestreo : 26/02/19 12:24 p.m., 12:42 p.m., 1:03 p.m., 1:24 p.m., 1:33 p.m. y 1:48 p.m.

Muestreado por : Ing Ines Gonzalez Dominguez

CONTROL DEL LABORATORIO

N° de muestras : 6

Fecha/hora de recepción en lab.: 26/02/19 3:30 p.m.

Fecha/hora de inicio del ensayo: 26/02/19 3:50 p.m.

Código de Campo	Código del Lab.	Datos de muestra				ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS			ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS				
		Localidad	Distrito	Origen de la Fuente	Punto de Muestreo	Bacterias heterotróficas 35 °C (UFC/mL)	Coliformes totales 35 °C (UFC/100mL)	Coliformes fecales 44.5 °C (UFC/100mL)	*Cloro residual mg/L	*pH	*Turbidez UNT	*Temperatura °C	*Conductividad µS/cm
M1	A030-19	Catac	Catac	Superficial	Reservorio 1	21	1	< 1	0.19	7.71	4.7	16	60
M2	A031-19	Catac	Catac	Superficial	Gr Restaurante	18	2	< 1	0.12	7.68	4.19	16.4	53
M3	A032-19	Catac	Catac	Superficial	Gr vivienda	10	1	< 1	0.05	7.63	3.48	16.15	57
M4	A033-19	Catac	Catac	Superficial	Reservorio 2	< 1	< 1	< 1	0.3	8.32	5.03	17.3	37
M5	A034-19	Catac	Catac	Superficial	Gr Municipalidad	< 1	< 1	< 1	0.29	7.85	4.58	16.85	63
M6	A035-19	Catac	Catac	Superficial	Gr vivienda	1	< 1	< 1	0.12	8.19	3.99	17	60

* Dato obtenido al instante de la toma de muestra, no ha sido determinado en el laboratorio

Gr = Grifo

UFC= Unidades formadoras de colonias

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbidez

µmho/cm = µS/cm = microSiemens/centimetro

Método de ensayo microbiológico: Numeración de Coliformes totales y Coliformes fecales por Método de Filtración por membrana de acuerdo a Standard Method for the examination of water and wastewater, APHA, AWWA, WEF, 9222 B, 22 th ed. 2012 - 9222 D, 22 th ed. 2012

Recuento de Bacterias Heterotróficas por Método de placa fluida de acuerdo al Standard Methods for the Examination of water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF, 22 th ed, 2012, sec. 9215 B.

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, D.S.N° 031-2010-SA)

Coliformes totales : 0 UFC/100ml

Coliformes fecales : 0 UFC/ 100 ml

Bacterias heterotróficas: 500 UFC/mL

Cloro residual : 0.5 mg.L

pH : 6.5 - 8.5

Turbidez : 5 UNT

Conductividad : 1500 µmho/cm



Molgo, MAJUELA, FERNÁNDEZ CHUNGA
C.B.P. 5795

FECHA DE REPORTE: 04/03/19

Av. Confraternidad Internacional Oeste N° 1544 (Ex Tarapaca) / Huaraz - Ancash

Telef. 043-421925 Telefax (043) - 428593

Anexo 04. Galería fotográfica

Foto 1

Vista del canal Queshque



Foto 2

Vista de la captación del sistema de agua para consumo humano de la zona urbana del distrito de Cátac



Foto 3

Vista del sedimentador ubicado en la planta de tratamiento del sistema de agua para consumo humano de la zona urbana del distrito de Cátac



Foto 4

Vista del filtro lento ubicado en la planta de tratamiento del sistema de agua para consumo humano de la zona urbana del distrito de Cátac



Foto 5

Vista de la obra “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Tratamiento de Agua Potable -II Etapa”



Foto 6

Vista del reservorio N°01 del sistema de agua para consumo humano de la zona urbana del distrito de Cátac



Foto 7

Vista del equipo dosificador de cloro (hipoclorador) en el reservorio N°01



Foto 8

Vista de estructuras metálicas dentro del reservorio N°1 (escalera)



Foto 9

Vista del reservorio N°02 del sistema de agua para consumo humano de la zona urbana del distrito de Cátac



Foto 10

Vista interior del reservorio N°02



Foto 11

Monitoreo de parámetros de campo del sistema de agua para consumo humano de la zona urbana del distrito de Cátac (época de estiaje 25/05/2018)



Foto 12

Monitoreo de parámetros de campo del sistema de agua para consumo humano de la zona urbana del distrito de Cátac (época de precipitación 26/02/2019)



