

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**“PROTOCOLOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL
AGUA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA
CIUDAD DE POMABAMBA-ANCASH”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO

AUTOR

JORGE ANTONIO MARILUZ JIMENEZ

ASESOR

ING. GLADIS ENITH REYNA MENDOZA

LINEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2022

PERÚ

JORGE ANTONIO MARILUZ JIMÉNEZ



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
IX CICLO DE TESIS
JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**ACTA N° 110 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO**

**LIBRO 01 FOLIO N° 111 ACTA N° 110 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO**

A los 06 días del mes de noviembre del año 2022, siendo las 11:10 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/bpv-xvfd-mxu>, el JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS para la obtención del TÍTULO profesional de Ingeniero Químico de la Facultad de Ingeniería Química, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

Ing. CARRASCO VENEGAS LUIS AMERICO	PRESIDENTE
Ing. ANGELES QUEIROLO CARLOS ERNESTO	SECRETARIO
Ing. RANGEL MORALES FABIO MANUEL	VOCAL
Ing. REYNA MENDOZA GLADIS ENITH	ASESORA

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del bachiller **MARILUZ JIMENEZ JORGE ANTONIO** quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico, sustenta la tesis titulada "**PROTOSCOLOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE POMABAMBA-ANCASH**", cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado de Sustentación y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **MUY BUENO** y calificación cuantitativa **DIECISÉIS (16)**, la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021.

Se dio por concluida la sustentación a las 11:45 horas del día 06 de noviembre del año en curso.

Ing. CARRASCO VENEGAS LUIS AMERICO
PRESIDENTE DE JURADO DE SUSTENTACIÓN

Ing. ANGELES QUEIROLO CARLOS ERNESTO
SECRETARIO DE JURADO DE SUSTENTACIÓN

Ing. RANGEL MORALES FABIO MANUEL
VOCAL DE JURADO DE SUSTENTACIÓN

Ing. REYNA MENDOZA GLADIS ENITH
ASESORA DE JURADO DE SUSTENTACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
IX CICLO DE TESIS
JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

INFORME Nº 011-2022-JS-IXCT-FIQ

DE : Ing. Dr. CARRASCO VENEGAS LUIS AMERICO
PRESIDENTE DE JURADO DE SUSTENTACIÓN
IX CICLO DE TESIS – FIQ

PARA : Ing. Dr. CALDERON CRUZ JULIO CESAR
DECANO – FIQ

ASUNTO : LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

FECHA : Bellavista, 19 DE DICIEMBRE DE 2022

Me dirijo a usted para saludarlo cordialmente y a su vez comunicarle que al haberse visto y revisado las observaciones formuladas por el Jurado de Sustentación del IX Ciclo de Tesis FIQ a la Tesis titulada **“PROTOSCOLOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE POMABAMBA-ANCASH”** presentado por el bachiller señor **MARILUZ JIMENEZ JORGE ANTONIO** de la Facultad de Ingeniería Química, el Jurado de Sustentación da su conformidad respecto al levantamiento de observaciones para que continúe con los trámites respectivos.

Atentamente.

Ing. Dr. CARRASCO VENEGAS LUIS AMERICO
PRESIDENTE DE JURADO DE SUSTENTACIÓN
IX CICLO DE TESIS – FIQ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD

Facultad de Ingeniería Química

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Química

TÍTULO

Protocolos para el mejoramiento de la calidad del agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba-Ancash.

AUTOR

Jorge Antonio Mariluz Jimenez

ORCID: 0000-0002-9895-4042 DNI: 32612682

ASESOR

Ing. Gladis Enith Reyna Mendoza

ORCID: 0000-0002-7400-6558 DNI: 07836885

LUGAR DE EJECUCIÓN

Pomabamba – Ancash

UNIDAD DE ANÁLISIS

Sistema de agua potable de Pomabamba

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Aplicada

ENFOQUE

Cualitativo – cuantitativo

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Documental

TEMA OCDE

Ingeniería de proceso

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a los pobladores usuarios del sistema de agua potable de la provincia de Pomabamba.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a los docentes de la Universidad Nacional del Callao. a mi asesora la Mg. Gladis Enith Reyna Mendoza, a los funcionarios de la Municipalidad Provincial de Pomabamba y la Red de Salud Conchucos Norte - Ancash.

INDICE

ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ABREVIATURAS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Descripción de la realidad problemática	15
1.2 Formulación del problema	17
1.2.1 Problema general	17
1.2.2 Problemas específicos.....	17
1.3 Objetivos de la investigación	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
1.4 Justificación	18
1.5 Delimitantes de la investigación	19
1.5.1 Teórica.....	19
1.5.2 Temporal	19
1.5.3 Espacial	19
II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Antecedentes.....	20
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	21
2.2 Bases teóricas	25
2.2.1 Agua Potable	25

2.2.2	Características del agua potable	25
2.2.3	Fuentes de agua.....	25
2.2.4	Calidad del agua.....	26
2.2.5	Verificación de la calidad del agua	27
2.2.6	Calidad microbiológica del agua.....	27
2.2.7	Calidad química del agua	29
2.2.8	Sistemas de abastecimiento de agua potable	30
2.2.9	Normativa peruana sobre la calidad del agua	31
2.3	Marco conceptual	34
2.3.1	Mejoramiento de la calidad de agua potable	34
2.3.2	Sistema de producción del agua potable.....	35
2.3.3	Protocolos.....	38
2.4	Definición de términos básicos	39
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	41
3.1	Hipótesis.....	41
3.1.1	Operacionalización de variables.....	41
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	43
4.1	Diseño metodológico	43
4.2	Método de investigación	43
4.3	Población y muestra	43
4.4	Lugar de estudio y período desarrollado	43
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
4.5.1	Técnicas	44
4.5.2	Instrumentos.....	44
4.6	Análisis y procesamiento de datos	44
4.7	Aspectos éticos en investigación.....	44

V. RESULTADOS	45
5.1 Resultados descriptivos.....	45
5.2 Resultados inferenciales.....	55
5.3 Otro tipo de resultados de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis.....	55
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	56
6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares	57
6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a reglamentos vigentes.....	59
VII. CONCLUSIONES.....	60
VIII. RECOMENDACIONES	61
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	64
ANEXO 1 Matriz de consistencia.....	65
ANEXO 2 Planta de tratamiento de agua potable de Pomabamba, estructura actual y proyectada	66
ANEXO 3 Protocolos para la operación y mantenimiento	67
ANEXO 4 Evaluación de parámetros de la Red de Salud Conchucos	81
ANEXO 5 Evaluación de parámetros del Laboratorio de Calidad Ambiental - UNASAM	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores de la calidad del agua	26
Tabla 2: Límites Máximos Permisibles para parámetros físicos y químicos	33
Tabla 3: Límites Máximos Permisibles para parámetros Microbiológicos	34
Tabla 4: Variables, dimensiones e indicadores de la investigación.....	42
Tabla 5: Análisis de conductividad en el reservorio Ampash	49
Tabla 6: Valores del parámetro pH obtenidos en el reservorio Ampash	50
Tabla 7: Análisis de temperatura en el reservorio Ampash	51
Tabla 8: Valores de turbiedad obtenidos en el reservorio Ampash	52
Tabla 9: Análisis de cloro en el sistema de abastecimiento, reservorio Ampash	53
Tabla 10: Parámetros bacteriológicos tomados a la salida del reservorio	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Captación de la planta de tratamiento.....	45
Figura 2: Sedimentador de la planta de tratamiento	46
Figura 3: Filtro lento de la planta de tratamiento	47
Figura 4: Análisis de conductividad en el reservorio Ampash	50
Figura 5: Valores de pH obtenidos en el reservorio de Ampash	51
Figura 6: Análisis de temperatura en el reservorio Ampash.....	52
Figura 7: Valores del parámetro de turbiedad en el reservorio Ampash	53
Figura 8: Análisis de cloro en el reservorio Ampash	54

ABREVIATURAS

APHA	: América Public Health Association (Asociación Americana de Salud Pública)
AWWA	: American Water Works Association.
C.E.	: Comunidad Europea
DIGESA	: Dirección General de salud Ambiental
ECA	: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua
EPA	: Environmental Protection Agency
EPS	: Empresa Prestadora de Servicio
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
ISO	: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
JASS	: Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento
LMP	: Límite máximo permisible
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
MVCS	: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
NTP	: National Toxicology Program (Programa nacional de toxicología de los EE. UU.)
OMS	: Organización Mundial de la Salud.
PACO	: Parámetros Adicionales de Control Obligatorio.
PCO	: Parámetros de control obligatorio
SGA	: Sistema de Gestión Ambiental
STD	: Sólidos disueltos totales.
SUNASS	: Superintendencia Nacional de servicio de Saneamiento
UFC	: Unidad formadora de colonias
UNT	: Unidad nefelométrica de turbiedad

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo elaborar protocolos para el mejoramiento de la calidad de agua en el sistema de producción del agua potable en la ciudad de Pomabamba – Ancash. Como metodología se priorizó un trabajo de campo que nos permitió observar y describir cada una de las etapas de producción de agua potable desde la captación hasta el reservorio de Ampash. A través de un análisis documental se ha evaluado los valores obtenidos para los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua muestreados a la salida del reservorio. Los resultados muestran que cuenta con una planta convencional para la producción de agua potable, se requiere implementar equipos de medición de caudal, dosificadores de coagulante entre otros; en el control de parámetros de acuerdo a lo establecidos por el D.S 031-2010-SA, de la Dirección Nacional de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud, se ha encontrado valores de parámetros como la turbiedad, cloro y coliformes no cumplen con los límites máximos permisibles. A partir de estos hallazgos se concluye la necesidad de mejorar los procesos de producción del agua potable de la ciudad de Pomabamba, para lo cual se ha elaborado protocolos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento para la producción de agua potable para consumo humano en la ciudad de Pomabamba.

Palabras claves: Protocolos para calidad de agua, agua potable, planta de tratamiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to develop protocols for the improvement of water quality in the drinking water production system in the city of Pomabamba - Ancash. As a methodology, a field work was prioritized that allowed us to observe and describe each of the stages of drinking water production from the catchment to the Ampash reservoir. Through a documentary analysis, the values obtained for the physical, chemical and bacteriological parameters of the water sampled at the outlet of the reservoir have been evaluated. The results show that it has a conventional plant for the production of drinking water, it is required to implement measurement equipment of flow, coagulant dispensers among others; in the control of parameters according to the provisions of D.S 031-2010-SA, of the National Directorate of Environmental Sanitation of the Ministry of Health, values of parameters such as turbidity, chlorine and coliforms do not comply with the maximum permissible limits. Based on these findings, the need to improve the production processes of drinking water in the city of Pomabamba is concluded, for which operation and maintenance protocols have been developed for the treatment plant for the production of drinking water for human consumption in the city of Pomabamba.

Keywords: Protocols for water quality, drinking water, treatment plant.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Pomabamba está situada en el distrito y provincia del mismo nombre y pertenece a la región Ancash, está ubicada a una altitud de 2800 msnm. En la actualidad cuenta con una población de 5667 habitantes residentes en la zona urbana (1). Dentro de los servicios básicos, el abastecimiento de agua para consumo humano está bajo la administración de la Municipalidad Provincial de Pomabamba.

El abastecimiento de agua para consumo humano es un servicio básico para la subsistencia, este debe ser permanente y de calidad, pues repercute en la salud de la población que la consume. La ciudad de Pomabamba se abastece de agua proveniente de una planta de tratamiento cuya fuente corresponde al río Pomabamba. Esta planta cuenta con un sistema de captación a partir de un canal abierto, derivado del río Pomabamba, el cual pasa a un proceso de potabilización para luego ser derivada a un reservorio y su posterior distribución a la población. La planta de tratamiento cuenta con un sistema básico que en la actualidad presenta deficiencias en la producción de agua, generando efectos negativos en la salud de la población usuaria.

Con la presente investigación se busca mejorar la calidad de agua potable en la ciudad de Pomabamba – Ancash, mediante la propuesta de uso de protocolos para la operación de cada etapa de potabilización de agua, así como para el mantenimiento de la misma asegurando se cumplan los parámetros de calidad dados por el organismo del sector y que el control sea sostenible en el tiempo.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos. (2) Miles de millones de personas en todo el mundo siguen careciendo de acceso al agua, el saneamiento y la higiene, según un nuevo informe de UNICEF y la Organización Mundial de la Salud (2), alrededor de 2.200 millones de personas en todo el mundo no cuentan con servicios de agua potable gestionados de manera segura, 4.200 millones de personas no cuentan con servicios de saneamiento gestionados de manera segura y 3.000 millones carecen de instalaciones básicas para el lavado de manos (3).

El informe del Programa Conjunto de Monitoreo, Progress on drinking water, sanitation and hygiene: Special focus on inequalities, 2000-2017 (Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene: Atención especial a las desigualdades, 2000-2017), indica que, si bien se han realizado progresos considerables en el logro del acceso universal al agua básica, el saneamiento y la higiene, existen enormes lagunas en la calidad de los servicios prestados (2). “El simple acceso a estos servicios no es suficiente. Si el agua no está limpia, no es segura para beber o está lejos, y si el acceso a los retretes no es seguro o está limitado, entonces no estamos cumpliendo con nuestra misión en favor de los niños del mundo”, dijo Kelly Ann Naylor, Directora Asociada de Agua, Saneamiento e Higiene de UNICEF. Los gobiernos deben invertir en sus comunidades si queremos superar estas divisiones económicas y geográficas y hacer realidad este derecho humano esencial. El informe revela que 1.800 millones de personas han obtenido acceso a los servicios básicos de agua potable desde el año 2000, pero existen grandes desigualdades en la accesibilidad, disponibilidad y calidad de estos servicios. Se estima que 1 de cada 10 personas (785 millones) todavía carecen de servicios básicos,

incluidos los 144 millones que beben agua de superficie que no ha recibido tratamiento. Los datos muestran que ocho de cada diez personas que viven en zonas rurales carecían de acceso a estos servicios, y en uno de cada cuatro países con estimaciones para diferentes grupos de riqueza, la cobertura de los servicios básicos entre los más ricos era por lo menos el doble de alta que entre los más pobres. (3)

“Los países deben duplicar sus esfuerzos en materia de saneamiento o no alcanzaremos el acceso universal para 2030”, dijo la Dra. María Neira, Directora del Departamento de Salud Pública y Determinantes Ambientales y Sociales de la Salud de la OMS. “Si los países no redoblan sus esfuerzos en materia de saneamiento, agua potable e higiene, seguiremos viviendo con enfermedades que deberían haber sido consignadas hace mucho tiempo a los libros de historia: enfermedades como la diarrea, el cólera, la fiebre tifoidea, la hepatitis A y las enfermedades tropicales desatendidas, como el tracoma, los parásitos intestinales y la esquistosomiasis. Invertir en agua, saneamiento e higiene es rentable y bueno para la sociedad de muchas maneras. Es la base esencial de una buena salud”. (2)

En el Perú, entre las causas de contaminación se destacan dos tipos, las naturales y las antropogénicas. Las primeras se caracterizan por la naturaleza química de los suelos en zonas de predominancia volcánica o formación cuaternaria donde existe la presencia de algunos metales y metaloides. La fuente de tipo antropogénico puede estar representado por: manejo inadecuado de agroquímicos, minería Informal, pasivos ambientales, vertimientos de aguas residuales no tratadas y manejo inadecuado de residuos sólidos (4)

Respecto al tratamiento o potabilización del agua, un cuerpo de agua contaminada va afectar directamente en el costo y sobre-costos del tratamiento del agua, su potabilización para consumo humano o empleo en las actividades productivas. Por ejemplo, la potabilización de agua contaminada por elevada carga orgánica, nitrógeno, metales pesados, pesticidas y otros, obliga a un tratamiento avanzado. Por ende, mayores costos en comparación al tratamiento de agua de una fuente no contaminada, todas estas fuentes

influyen en el deterioro de la calidad del recurso hídrico en las 35 unidades hidrográficas del Perú. (4)

La ciudad de Pomabamba, cuenta con una población en permanente crecimiento por tanto requiere ampliar sus diversos servicios y principalmente el abastecimiento de agua potable. A pesar de tener una historia con más de 150 años, no cuenta con un adecuado abastecimiento de agua para consumo humano lo cual incide directamente en la salud de la población usuaria, quienes sufren enfermedades asociadas al consumo de agua no tratada.

El abastecimiento de agua para el consumo de la población cuenta con una fuente superficial, siendo la captación en el río Pomabamba, a partir del cual se conduce mediante un canal hasta un sistema de tratamiento precario que no cuenta con los elementos necesarios para luego ser almacenado en un reservorio para su distribución a la población.

La precariedad del sistema genera en la población enfermedades asociadas que permanentemente son tratadas en los centros de salud, de lo cual existe información estadística.

Por estas consideraciones en el presente trabajo de investigación se pretende realizar una propuesta de protocolos para el mejoramiento de la calidad de agua en el sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba, en base a la evaluación de los actuales parámetros de control fisicoquímicos y bacteriológicos del sistema de producción de agua potable a fin de reducir la incidencia de problemas de salud asociados a una baja calidad de agua.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son los protocolos para mejorar la calidad de agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba-Ancash?

1.2.2 Problemas específicos

✓ ¿Cómo es el sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba - Ancash?

- ✓ ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos que se controlan en el sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba - Ancash?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar protocolos para el mejoramiento de la calidad de agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba - Ancash.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Describir el sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba- Ancash
- ✓ Evaluar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en las diferentes etapas del sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba- Ancash

1.4 Justificación

Esta investigación se realizó con la finalidad de elaborar una propuesta de protocolos para el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano en la ciudad de Pomabamba, brindando un servicio que no afecte la salud de los pobladores y reduzca la incidencia de enfermedades relacionadas a una baja calidad de agua.

Se ha descrito los procesos de tratamiento del agua identificando sus componentes asociados al sistema de producción.

Se evaluó los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos con la finalidad de compararlos con los establecidos por el ministerio de salud respecto a los límites máximos permisibles la identificación de estos valores nos ha permitido proponer mejoras en el servicio de agua potable que se brinda en la ciudad de Pomabamba.

1.5 Delimitantes de la investigación

1.5.1 Teórica

En la presente investigación se ha descrito las etapas de producción de agua potable que se consume en la ciudad de Pomabamba, también se ha evaluado los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos procesados por la Red de Salud Conchucos Norte del mencionado sistema de agua potable. Estos valores han sido comparados con lo establecido por la norma técnica peruana emitida por la Dirección Nacional de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud a través del D.S 031-2010-SA, a fin de determinar si cumplen con los límites máximos permisibles establecidos por la norma. Para mejorar la calidad del agua que se consume, se ha elaborado una propuesta de protocolos para la operación y mantenimiento del sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba.

1.5.2 Temporal

Los datos considerados en el desarrollo del trabajo de investigación, fueron enmarcados entre los meses de agosto a noviembre del 2022, haciendo referencia específicamente a los parámetros de calidad del agua potable para consumo humano, según Norma Técnica Peruana.

1.5.3 Espacial

El proyecto de investigación propuesto se realizó en la ciudad de Pomabamba, en la planta de tratamiento del agua potable.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

En la investigación titulada, Evaluación de la calidad del agua y optimización de la capacidad de almacenamiento de agua potable para la junta administrativa de agua potable y saneamiento, cantón Mejía, evaluaron la calidad y demanda de agua que distribuye la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento Rosario & Aymesa (JAAPS). Para el análisis de la calidad del agua, tomaron muestras que fueron analizados en un laboratorio especializado, los resultados obtenidos fueron comparados con las normas vigentes de límites máximos permisibles establecido en la norma INEN 1108-2021, norma Ecuatoriana. Los resultados obtenidos se encontraron dentro de los límites permitidos.(5)

En el trabajo de investigación titulada Calidad del agua para consumo humano en una comunidad rural caso Corral de Piedra, Guanacaste, Costa Rica, teniendo como objetivo determinar la calidad de agua, teniendo en cuenta las estaciones seca y lluviosa. Realizaron una caracterización hidrogeoquímica del agua extraída del pozo mediante el diagrama de Piper, que la identificó como agua de tipo bicarbonatada - cálcica. En el estudio determinaron que existe alto cumplimiento con lo establecido en el decreto 38924-S, norma estatal que regula los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de calidad del agua en la república de Costa Rica (6).

En la investigación titulada Modelamiento de la calidad de agua potable en la red de distribución de la parroquia Chanduy mediante el uso del programa Watercad 2022, realizó la comprobación del cloro en el agua potable, mediante 6 tipos de muestras que fueron recolectadas en diferentes puntos de la red de distribución, a lo largo de la parroquia Chanduy. Esta investigación tuvo como objetivo principal elaborar un modelo mediante el uso del software WaterCad,

respecto a la presencia del cloro residual, dando como resultado una concentración adecuada de cloro en las redes de distribución. (7)

En un estudio titulado, Evaluación de la calidad de agua potable, sistema de abastecimiento, Recinto Cochancay, propuesta de medidas preventivas-correctivas. 2019, desarrolló una evaluación de la planta de agua potable, recinto Cochancay, los puntos seleccionados para su evaluación fueron: La captación, planta de tratamiento y distribución, se realizó la medición de los parámetros: físicos (color, turbidez, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, conductividad), químicos (dureza, pH, sulfatos, nitritos, alcalinidad, calcio, cloruros, hierro, fosfatos, magnesio, potasio, sodio) y biológicos (coliformes totales, coliformes fecales. *escherichia coli*). Se muestreó en base norma INEN 2169 y análisis de la calidad del agua con Standar Methods.m Verificaron 21 parámetros físicos y químicos analizados cumplen con la INEN 1108 y RULSMA libro VI, anexo 1. Los 21 parámetros físicos y químicos, analizados cumplían con la norma, la potabilización mejora la calidad; mientras los parámetros biológicos están sobre los límites máximos permisibles establecidos en INEN 1108.(8)

2.1.2 Antecedentes nacionales

En la investigación titulada, Sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Azángaro, Puno -2017, con ña finalidad de determinar los parámetros físico – químicos y carga bacteriana: Los resultados fueron contrastados con los límites máximos permisibles según el Decreto Supremo No. 031-2010-SA (10). Los puntos de muestreo fueron las galerías filtrantes, la cámara de bombeo y en el reservorio o almacenamiento de la localidad de Azángaro. El procesamiento de datos fisicoquímicos y bacteriológicos los realizó mediante pruebas de análisis de varianza y pruebas de contraste de Duncan. Los resultados entre los tres puntos de muestreo (PM1, PM2 y PM3) fueron: el pH osciló entre 7.64 y 7.86 unidades, la conductividad eléctrica entre 1074.20 y 1208.43 uS/cm, la dureza total entre 261.16 y 273.48 mg/L de CaCO₃, los cloruros entre 45.54 y 46.88 mg/L, los sólidos totales disueltos entre 272.75 y

284.04 mg/L, los sulfatos entre 16.33 y 16.41 mg/L, todos ellos estuvieron por debajo de los LMP indicados en la norma vigente, el recuento de BH con un promedio 477 UFC/mL sólo en el PM1, los recuentos de coliformes totales osciló entre 3.00 y 14.33 NMP/100 mL, superando los LMP indicados en la norma vigente y valores de 0 NMP/100 mL para el recuento de coliformes fecales , el cual se encuentra dentro de los LMP.(9)

En la investigación titulado, Calidad físico, químico y bacteriológico de aguas subterráneas para consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, tuvo como objetivo evaluar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de las aguas subterráneas del sector Tarapachi de la ciudad de Juliaca. Desarrolló una investigación descriptiva y analítica, Los valores de los parámetros físicos químicos encontrados fueron: temperatura de 14.49 °C – 14.52°C; sólidos totales disueltos 785.03 – 509.82mg/l; conductividad eléctrica 1636.25 – 1082.18 µS/cm turbiedad 2.15 – 3.09UNT; sulfatos 324.00 - 226.18mg/l, cloruros 206.50 – 134.31mg/l; dureza total 628.91 – 438.91mg/l, concluyendo que se encuentran dentro de los valores normales según los LMP. Respecto a los parámetros bacteriológicos, encontró: coliformes totales 628.91 – 438.91 UFC/100ml; coliformes fecales 107.22- 27.79 UFC/ml, concluyendo que se encuentran muy elevados y para ser consumidas deberán tener tratamiento de potabilización. (11)

En el estudio titulado, Abastecimiento de agua para consumo humano en el poblado de Trapiche – Puno, determinó el estado sanitario de la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua en el poblado de Trapiche - Puno, mediante la identificación de los parámetros bacteriológicos de agua de pozo y del agua potable del centro poblado de Trapiche- Puno. Los valores encontrados fueron de 14.84 UFC/ml de coliformes totales y E. coli NMP en 100/ml para el agua de los pozos concluyendo que dicha agua no es apta para consumo humano. (12)

En la investigación titulada Calidad Bacteriológica de los suministros de Agua para Consumo Humano en el Distrito de Totos y su relación con las Enfermedades Diarréicas Agudas (EDAS), estudio la calidad bacteriológica de los suministros de agua que consume la población del distrito de Totos, a través de análisis microbiológicos para establecer su relación con las enfermedades diarreicas agudas. El análisis bacteriológico fue realizado mediante la técnica filtración por membrana, UFC para coliformes totales y coliformes fecales. En total se analizaron 652 muestras en 15 comunidades, asimismo las muestras fueron tomadas en la red de distribución y reservorio. Los resultados muestran que el 52.5% (342) de muestras de agua estuvieron contaminados con Bacterias Coliformes Totales y el 24.2% (158) con bacterias coliformes fecales; el 5.0% (24) de muestras de agua con límites no permisibles de bacterias coliformes totales y el 4.4% (21) con límites no permisibles de bacterias coliformes fecales presentaron problemas de EDAS. La comunidad que mayor porcentaje de contaminación con coliformes totales fue Totos con 10.9% (71) y 5.7% (37) con coliformes fecales. En cuanto al lugar de muestreo el 38.7% (252) muestras provenientes de la red de distribución y el 13.8% (90) del reservorio presentaron límites no permisibles para bacterias coliformes totales y 17.5% (114) en la red de distribución y 6.7% (44) en el reservorio estuvieron con los límites no permisibles para Bacterias coliformes fecales, entre otros resultados (13).

Se desarrolló la investigación titulada, Comportamiento de las enfermedades gastrointestinales por la operación de un sistema de tratamiento de agua (STAV), teniendo como objetivo, evaluar el comportamiento de las enfermedades gastro intestinales por la operación del sistema de tratamiento de agua en la comunidad General Marcial Merino - Loreto. Los parámetros de calidad de agua que se evaluaron fueron; conductividad, pH, turbidez, cloro libre, cloro total, coliforme total, coliforme fecal, cobre, dureza y hierro; obteniendo como resultado que el agua obtenida del sistema de tratamiento, no superó los parámetros establecidos en el D.S. N° 031-2010 "Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano". Sobre la evaluación de la

situación socio – económica de la comunidad “General Marcial Merino”, mediante encuestas, se obtuvieron que, los grupos familiares están conformados en su mayoría por personas con edades inferiores a los 46 años (61%), con un tiempo de estancia inferiores a los 37 meses (67%), conformados en su mayoría por 5 habitantes (48%), con primaria completa (61.1%), cuya actividad principal de ingreso económico es la agricultura (77.8%), con ingreso mensual por familia igual a 100 soles (47.2%).

Con la operación de un sistema de tratamiento de agua (STA) en la comunidad “General Marcial Merino”, lograron disminuir la cantidad de casos de enfermedades gastrointestinales de su población en un 83% (de 31 casos reportados a 05 casos); esto debido a la mejora de la calidad de agua para consumo humano (14).

En la investigación titulada, Calidad del agua para consumo humano en los centros poblados de Sachapite y Antacocha, teniendo como objetivo de investigación, determinar la calidad de agua para consumo humano mediante la determinación de los parámetros fisicoquímicos: Turbiedad, pH, conductividad, cloro residual libre, parámetros microbiológicos: coliformes totales y termotolerantes y parámetros inorgánicos: cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), en los centros poblados de Sachapite y Antacocha, para ello analizaron las aguas de los manantiales, reservorios y hogares, para el proceso de muestreo, preservación, conservación, almacenamiento y transporte de muestras se basaron en los lineamientos establecidos por el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales – Autoridad nacional de agua (R. J. N°010 – 2016 – ANA) y para el estudio de sus parámetros en el D.S. N° 004 – 2017- MINAM que aprueba los Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 1 (Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, sub categoría A1 (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) y DS N° 031-2010. S.A. Los resultados fueron analizados con un nivel de significancia de 5% donde se evaluaron la calidad de aguas resultando el pH, cadmio y arsénico para el centro poblado de Sachapite y los parámetros de Turbiedad, pH, cadmio,

arsénico y coliformes totales para el centro poblado de Antacocha, encontrando que no cumplen con la normativa correspondiente, en conclusión, en ambos centros poblados no presentan la calidad de agua, que se recomienda para ser aprovechada para consumo humano (15)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Agua potable

Es el agua apta para el consumo humano, es decir, el agua que puede beberse directamente o usarse para lavar y/o preparar alimentos sin riesgo alguno para la salud. (2)

2.2.2 Características del agua potable

El agua para ser considerada potable debe cumplir con condiciones de limpieza y seguridad, Debe ser inodora: no debe tener olor ya que no debe tener nada que pueda generarlo. Debe ser insípida: no debe tener ningún sabor. Libre de elementos en suspensión: el agua no debe tener nada que pueda generar turbidez. No debe tener contaminantes orgánicos como pesticidas, ni otros contaminantes inorgánicos (metales pesados), tampoco ningún elemento radiactivo. Debe tener una determinada proporción de gases y de sales inorgánicas disueltas. No debe contener microorganismos patógenos que pongan en peligro la salud (16).

2.2.3 Fuentes de agua

Las fuentes potencialmente utilizables de agua están constituidas por: aguas superficiales, por aguas subterráneas y por aguas de lluvia. La calidad del agua varía dependiendo de su origen y de las condiciones del medio en que se encuentra, y es afectada tanto por los fenómenos naturales como por fenómenos artificiales, consecuencia del desarrollo de la población.

Las aguas superficiales presentan características diferentes en cada caso y se ven afectadas frecuentemente por los fenómenos naturales y artificiales. Las aguas subterráneas presentan condiciones más uniformes; por regla general

son más claras, pero también pueden estar bastante mineralizadas. Por su contacto con la atmósfera, las aguas de lluvia pueden contaminarse ocasionalmente debido a las emisiones atmosféricas generadas por la actividad industrial. En definitiva, se considera que la calidad del agua es muy variable y necesita ser caracterizada a través del tiempo para definir los parámetros que deben ser tratados, así como el grado de tratamiento de conformidad con el uso que se le va a dar. El agua para consumo humano es el que tiene los requisitos más estrictos de calidad. (17).

2.2.4 Calidad del agua

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), agua potable de calidad, es aquella que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes sensibilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. El agua posee unas características variables que la hacen diferente de acuerdo al sitio y al proceso de donde provenga, estas características se pueden medir y clasificar de acuerdo a características físicas, químicas y biológicas del agua. Éstas últimas son las que determinan la calidad de la misma y hacen que ésta sea apropiada para un uso determinado (17).

En las guías para la calidad del agua potable (1) se muestran los principales parámetros que de acuerdo a sus valores determinan si el agua es de buena calidad para un uso determinado. En la tabla 1 se puede apreciar los principales parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua.

Tabla 1

Indicadores de la calidad del agua

Parámetros	Descripción
Parámetros físicos	Sólidos o residuos, turbiedad, color, olor y sabor, y temperatura.
Parámetros químicos	Aceites y grasas, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, pH, sodio, sulfatos
Parámetros biológicos	Algas bacterias (coliformes termotolerantes y coliformes totales), recuento heterotrófico, protozoos, virus y helmintos patógenos.

Fuente: Organización Mundial de Salud, Guías para la calidad del agua potable.

2.2.5 Verificación de la calidad del agua

Según la Organización Mundial de la Salud, existe una amplia gama de componentes microbianos y químicos del agua de consumo que pueden ocasionar efectos adversos sobre la salud de las personas. Su detección, tanto en el agua bruta como en el agua suministrada a los consumidores, suele ser lenta, compleja y costosa, lo que limita su utilidad para la alerta anticipada y hace que resulte poco asequible. Puesto que no es físicamente posible ni económicamente viable analizar todos los parámetros de calidad del agua, se deben planificar cuidadosamente las actividades de monitoreo y los recursos utilizados para ello, los cuales deben centrarse en características significativas o de importancia crítica.

También pueden resultar de importancia ciertas características no relacionadas con la salud, como las que afectan significativamente a la aceptabilidad del agua. Cuando las características estéticas del agua (por ejemplo, su aspecto, sabor y olor) sean inaceptables, podrá ser necesario realizar estudios adicionales para determinar si el agua presenta problemas relevantes para la salud. (17)

2.2.6 Calidad microbiológica del agua

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), la verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye sólo análisis microbiológicos. Dichos análisis son de suma importancia, ya que el riesgo para la salud más común y extendido asociado al agua de consumo es la contaminación microbiana. Así pues, el agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos (18).

En la mayoría de los casos, conllevará el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos. Para determinar la contaminación fecal, generalmente se usa como indicador la presencia de *Escherichia coli*. A su vez, el análisis de la presencia de bacterias coliformes termotolerantes puede ser una alternativa aceptable en muchos casos.

Por otro lado, los virus y protozoos entéricos son más resistentes a la desinfección; por tanto, la ausencia de *Escherichia coli* no implica necesariamente que no haya presencia de estos organismos. Por ello, muchas veces lo más recomendable es que además de la prueba de los coliformes fecales, se realice un análisis de microorganismos más resistentes, como bacteriófagos o esporas bacterianas para determinar la concentración de patógenos específicos.

La inocuidad del agua de consumo no depende únicamente de la contaminación fecal. Algunos microorganismos proliferan en las redes de distribución de agua (por ejemplo, *Legionella*), mientras que otros se encuentran en las aguas de origen (el dracúnculo, *Dracunculus medinensis*) y pueden ocasionar epidemias. Es importante resaltar que no solo el consumo del agua contaminada puede traer problemas a la salud, sino también el contacto con la misma o la inhalación de gotículas de agua (aerosoles).

Algunos de los agentes patógenos cuya transmisión por agua de consumo contaminada es conocida producen enfermedades graves que en ocasiones pueden ser mortales, algunas de estas enfermedades son la fiebre tifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa y las enfermedades causadas por *Shigella* spp y por *Escherichia coli*. Otras enfermedades conllevan típicamente desenlaces menos graves, como la diarrea de resolución espontánea.

Coliformes termotolerantes (fecales) Se denomina coliformes termotolerantes a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están más estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Los coliformes termotolerantes generalmente no se multiplican en los ambientes acuáticos. También se los conoce como bacterias coliformes fecales. (Aspectos biológicos de la calidad de agua). Los coliformes termotolerantes crecen a una temperatura de incubación de 44,5 °C. Esta temperatura inhibe el crecimiento de los coliformes no tolerantes. Se miden por pruebas sencillas y de bajo costo y ampliamente usadas en los programas de vigilancia de la calidad del

agua. Los métodos de análisis son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana.

Coliformes totales: Los coliformes totales se emplean para la evaluación sanitaria de los efluentes finales de la planta de tratamiento. Para su determinación se emplean los métodos mencionados para coliformes termotolerantes.

Las enfermedades transmitidas por el agua son enfermedades provocadas por el consumo del agua contaminada con orina, restos fecales de humanos o animales, desechos industriales y que contienen microorganismos y sustancias patogénicos. En países en vías de desarrollo, cuatro quintos de las enfermedades son transmitidas por el agua, siendo la diarrea la causa principal de muerte infantil. Además, existe una gran deficiencia de fármacos, vacunas y recursos sanitarios necesarios para tratar a la gente que está afectada por estas enfermedades, convirtiéndose así en un círculo vicioso difícil de solucionar, cuya cadena tiene implicaciones socioeconómicas muy importantes. La población está más débil debido a todas estas circunstancias y por eso se contagia más rápidamente de estas enfermedades y otros agentes infecciosos. La capacidad física de las personas disminuye y por lo tanto no pueden trabajar, ni producir dinero ni comida para el cuidado de sus familias. La falta de nutrientes afecta y debilita a las personas, de las cuales niños y niñas son los más afectados por esta fatal cadena, no pueden ir a la escuela porque están enfermos y por lo tanto reciben una formación deficiente e insuficiente.

2.2.7 Calidad química del agua

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), la mayoría de los productos químicos sólo constituyen un peligro en la salud de las personas cuando su presencia ocurre en el agua de manera prolongada; mientras que otros pueden producir efectos peligrosos tras múltiples exposiciones en un periodo corto. Se debe tener en cuenta que no todas las sustancias químicas de las cuales se

han establecido valores de referencia están presentes en un mismo sistema de abastecimiento, cada uno de estos es único y depende del origen y distribución del agua fuente. Lo mismo sucede a la inversa, para algunos lugares existirán parámetros característicos del agua fuente propia del lugar, pero que no se contemplan en las normas. Por otro lado, en algunos casos se han fijado valores de referencia provisionales para contaminantes de los que se dispone información sujeta a cierta incertidumbre o cuando no es posible, en la práctica, reducir la concentración hasta los niveles de referencia calculados. (18)

Existe una gran cantidad de parámetros químicos los cuales determinan la calidad del agua, sin embargo, son pocas las sustancias de las que se haya comprobado que causan efectos nocivos sobre la salud humana como consecuencia de la exposición a cantidades excesivas de las mismas en el agua de consumo, tales como fluoruros, el arsénico, nitrato y plomo.

2.2.8 Sistemas de abastecimiento de agua potable

Se define como sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, al conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua mediante conexión domiciliaria, para un abastecimiento convencional cuyos componentes cumplan las normas de diseño del ministerio de vivienda construcción y saneamiento (SA, 2010)

El agua suministrada debe ser en cantidad suficiente y de buena calidad física, química y bacteriológica; es decir, apta para el consumo humano. Para construir un sistema de abastecimiento se deben elaborar estudios que definan las unidades operacionales requeridas. Las unidades deben tener capacidad hidráulica para las condiciones actuales y futuras de la localidad. Las opciones tecnológicas dependen de varios factores de rendimiento y tipo de fuente, demanda de la localidad, característica de la población, etc. (SA, 2010) (10)

Los componentes de un sistema de abastecimiento de agua guardan relación con los procesos de potabilización necesarios a realizar al agua antes de la entrega para el consumo humano. Las aguas provenientes de fuentes subterráneas profundas y de galerías filtrantes no necesitan ningún

procedimiento de purificación, siempre que el agua sea química y microbiológicamente apropiada. En estos casos solo se recomienda el tratamiento con cloro para resguardarlas de cualquier contaminación accidental en la red de distribución. En cambio, las aguas provenientes de fuentes superficiales no presentan condiciones físicas ni microbiológicas adecuadas, por lo tanto, es necesario proceder a su corrección antes de su consumo. Los componentes que señalamos a continuación se refieren a la utilización de un agua superficial (SUNAS, 2011). (19)

- ✓ Captación
- ✓ Líneas de conducción
- ✓ Estación de bombeo
- ✓ Planta de tratamiento
- ✓ Reservorio
- ✓ Red de distribución
- ✓ Conexiones domiciliarias

2.2.9 Normativa peruana sobre la calidad del agua

El 2 de febrero del 2007, mediante resolución de consejo directivo N° 011-2007-SUNASS-CD, la superintendencia nacional de servicios de saneamiento (SUNASS) se crea el “reglamento de calidad de la prestación de servicios de saneamiento”, el cual tiene como objetivo regular las características que debe tener la prestación de los servicios de saneamiento bajo el ámbito de competencia de la SUNASS, el cual alcanza a las entidades prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) públicas, privadas o mixtas; considerándose como calidad de servicio al conjunto de características de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. En este reglamento, en el capítulo 2: Calidad del agua potable, artículo 51°: Calidad sanitaria del agua potable, se hace mención de la que la calidad del agua potable distribuida por la EPS para consumo humano debe cumplir con los requisitos físicos, químicos y microbiológicos establecidos en las normas sobre calidad del agua para consumo humano emitidas por la autoridad de salud.

El 30 de julio del 2008, mediante decreto supremo N°002-2008- MINAM, el ministerio del ambiente crea los “Estándares nacionales de calidad ambiental para agua” el cual tiene como objetivo establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los cuerpos acuáticos, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Estos estándares son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios para el diseño de normas legales y las políticas públicas, siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Estos estándares dividen a los cuerpos de agua en tres categorías: Categoría 1 (poblacional y recreacional), Categoría 2 (actividades marino costeras), Categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

El 25 de septiembre del 2010, mediante decreto supremo N° 031- 2010-SA, la dirección general de salud ambiental (DIGESA), aprueba el “reglamento de la calidad del agua para consumo Humano”, el cual tiene como finalidad establecer las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgo sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población y es de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo. En este reglamento, el agua destinada para el consumo humano, de acuerdo a los parámetros microbiológicos, debe estar exento de:

Bacterias coliformes totales, termotolerantes y E. coli.

Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos.

Para el caso de bacterias heterotróficas menos de 500UFC/mL a 35 °C.

Los parámetros de control obligatorio para el agua de consumo humano, son los siguientes:

- ✓ Coliformes totales;
- ✓ Coliformes termotolerantes;
- ✓ Color;
- ✓ Turbiedad;
- ✓ Residual de desinfectante; y
- ✓ pH.

De comprobarse en los resultados de la caracterización del agua la presencia de los parámetros señalados en los numerales del presente artículo, en los diferentes puntos críticos de control o muestreo del plan de control de calidad (PCC) que exceden los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el presente reglamento (ver tabla 2), o a través de la acción de vigilancia y supervisión y de las actividades de la cuenca, se incorporarán éstos como parámetros adicionales de control obligatorio (PACO).

Tabla 2

Límites Máximos Permisibles para parámetros físicos y químicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	mmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl · L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ = L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

Nota: UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: (DIGESA 2010 – Perú)

Los parámetros microbiológicos para el agua de consumo humano, son los siguientes:

Bacterias heterotróficas; virus; huevos y larvas de helmintos, quistes y quistes de protozoarios patógenos; y organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos. (Ver Tabla 3)

Tabla 3

Límites Máximos Permisibles para parámetros Microbiológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacterias coliformes totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias coliformes Termotolerantes o fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
Virus	UFC / mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

Nota: UFC Unidad formadora de colonias

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

Fuente: (DIGESA 2010 – Perú)

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Mejoramiento de la calidad de agua potable

El mejoramiento de la calidad de agua potable se enfoca no solo en el cumplimiento de los parámetros de control fisicoquímicos y microbiológicos exigidos por la autoridad sanitaria, sino también en la ejecución de un proceso

de potabilización controlado de manera rigurosa, evaluando las entradas y salidas en cada etapa del proceso. En este sentido el estudio de campo se hace necesario para caracterizar la realidad de los servicios de agua en la ciudad de Pomabamba,

Para conseguir un abastecimiento de agua apto para el consumo humano tal como establece el D: S: 031 – 2010-SA generado por la Dirección de Salud Ambiental de Ministerio de Salud, se requiere de mejorar el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba, para lo cual debe establecerse protocolos para la adecuada operación y mantenimiento de la planta de tratamiento del agua potable, tanto en la infraestructura física, el equipamiento necesario y la operación con personal capacitado. Debe existir un sistema de abastecimiento de insumos que permita una disponibilidad permanente de los mismos,

Para el monitoreo y control de parámetros se debe contar con una unidad de análisis de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos,

2.3.2 Sistema de producción del agua potable

El sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba, esta constituido por una planta de tratamiento y un reservorio de almacenamiento, que luego es distribuido a la población. Estos componentes se detallan a continuación:

Captación. Es la etapa en la que se extrae el agua desde una fuente natural, rios, lagos. dependiendo del tipo de fuente su captación puede ser mas o menos compleja y requerir un tratamiento previo. Se debe captar en cantidad necesaria para ser tratada El ingreso de agua debe realizarse a traves de una bocatoma protegida por una regilla que permita una selección inicial para luego ser incorporada a la planta de tratamiento contando con un medidor de caudal que permita controlar la cantidad de agua que ingresa.

Canalización. El agua que es captada debe ser conducida hacia la planta de potabilización, la geografía del lugar determinará el tipo de transporte del agua bien sea por gravedad o por impulsión.

Floculación. Este primer proceso permite eliminar las partículas en suspensión, para lo cual se utilizan agentes químicos como el sulfato de aluminio, cloruro ferrico a fin de formar los flocs, que vienen a ser la aglomeración de partículas, cuyo peso permitirá decantarse quedando el agua clarificada. Los flocs pueden ser removidos por la sedimentación y la filtración. En este proceso es importante tomar en cuenta el caudal de entrada y la dosis óptima de coagulante obtenida mediante el test de jarras se debe dosificar en la canaleta parshal para empezar la mezcla rápida. El control para una operación óptima debe significar prever contar con suficiente cantidad de sulfato de aluminio que permita cumplir con los estándares de calidad verificar el estado de funcionamiento del equipo y la disponibilidad de agua para preparar la solución del coagulante.

Sedimentación. Mediante este proceso se induce el depósito del material en suspensión por acción de la gravedad y que el peso específico de la sustancia sea mayor que el del fluido tiene por remover los flocs de gran tamaño generados en la unidad de mezcla. Los flocs quedan atrapados en los módulos de sedimentación para luego ser retirados mediante la limpieza del sedimentador. En la operación del sedimentador se debe tomar en cuenta una adecuada distribución del caudal total entre todas las unidades de sedimentación se debe vigilar que no estén placas rotas o desplazadas que pudieran aumentar la velocidad del agua en la zona de sedimentación. Distribución uniforme del agua sedimentada en los canales recolectores y a lo largo del mismo canal.

Decantación. El agua reposa en un gran estanque para la separación de los sólidos del líquido, los sólidos se depositan por gravedad en el fondo del estanque.

Filtración. El agua que aun contiene materia en suspensión pasa a través de un filtro poroso, generalmente un lecho formado por arena, grava y carbón activado (antracita). El resultado es una agua mas clara con eliminacion de un 95% de microorganismos y otras impurezas que no han sido eliminados en procesos anteriores. Para el adecuado funcionamiento del filtro se debe contar con elvolumen necesario y suficiente de agua para el lavado de los filtros, mantener en buen estado las tres capas que conforman los filtros.

Es importante un monitoreo permanente de la calidad del agua mantener el nivel del agua en la caja del filtro.

Almacenamiento. Permite garantizar la cantidad de agua requerida porlapoblación de modo suficiente y permanente. Se debe almacenar en horasdelanoche y en horas de menor consumo el volumen depende del tamaño de la poblaciónsealmacena en tanques que permitecompensar las ariaciones de consumo durante el día, es necesario considerar volumenesdeagua en reserva para atender situacionesde emergencia.

Cloración o desinfección. En esta etapa se utiliza agentes químicos como hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, dióxido de cloro, ozono, entre otros para destruir los agentes microbianos que pudieran estar presentes en el agua.

Es imporante considerarla aplicación suficiente de cloro para obtener un residual de acuerdo a las normas recomendadas por el sector salud, establecido en el DS -2010-SA de la Dirección de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. Es importante monitorearde modo permanente la concentración de cloro residual, considerar el tiempo decontacto agua – cloro.

En el proceso de cloración es necesario considerar adecuada limpieza evitando focos de contaminación, verificar que no existan fugas o grietas en los tanques de almacenamiento donde se ejecuta la cloración, el personal encargado de este proceso debe estar adecuadamente capacitado y entrenado, contar con la cantidad necesaria del insumo para un tratamiento constante y sostenido.

Distribución. Terminado el proceso de potabilización, se realiza la distribución mediante redes de tuberías a la población. Requiere un control permanente de la calidad del agua que se distribuye así como la continuidad del servicio.

2.3.3 Protocolos

Son instrucciones o recomendaciones que debe seguir el personal encargado de conducir los procedimientos. Partiendo de este significado, es posible emplear la noción en diferentes contextos. Un protocolo puede ser un documento o una normativa que establece cómo se debe actuar en ciertos procedimientos. De este modo, recopila conductas, acciones y técnicas que se consideran adecuadas ante ciertas situaciones.

Finalidad del protocolo

Los objetivos del protocolo están en relación a: garantizar la efectividad de las intervenciones y disminuir los riesgos y costos.

Tipos de protocolos

Hasta hace unos años, el uso de las diferentes clases de protocolos estaba estrictamente restringido a un grupo de personas, ya que se empleaba solo en actos oficiales. Actualmente existen diversos tipos de protocolos que están presentes en múltiples actos, así como relaciones sociales con el objetivo de evitar la improvisación y el conflicto de formas.

Protocolo institucional. Se trata de un tipo de protocolo que reúne las normas que regulan el desarrollo de los actos que corresponde a las

instituciones en consideración a las actividades y características de los mismos.

Protocolo empresarial Esta clase de protocolo se entiende como los comportamientos estandarizados que se fomentan desde el interior y exterior de la empresa. En este sentido, existen organizaciones que son mucho más rígidas en materia protocolar que otras. Igualmente, este protocolo es necesario para la preparación, planificación, desarrollo y control de un acto organizado. Dentro de estas pautas, se regula la vestimenta, las normas de seguridad, las normas de convivencia o las instrucciones del uso del material e instalaciones.

Protocolo Social. Este tipo de protocolo está presente en muchos ámbitos y es fundamental porque se encuentra implantado en la vida cotidiana y social. Son normas de conducta para la sociedad, no estrictamente obligatorias, que indica cómo comportarse para fomentar la buena educación. Con el paso del tiempo, en algunos sitios, estos convencionalismos han cambiado, aunque se siguen considerando necesario, ya que esta clase de protocolo garantiza que se respeten las normas de convivencia.

2.4 Definición de términos básicos

Agua tratada: Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano. (1)

Bacterias coliformes totales: Son bacterias pertenecientes al Grupo “Coliforme”, Gram negativos, de forma bacilar, no espatulados, aerobios y anaerobios facultativos, algunos de vida, y otros propios del tracto digestivo, que se caracterizan por fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a temperaturas de 34 a 37 °C en un tiempo máximo de 48 horas. Son utilizadas como indicadores de la calidad higiénica del agua.

Bacterias coliformes termotolerantes: Sub grupo de bacterias pertenecientes al Grupo “Coliforme”, propios del tracto digestivo del hombre y de animales de sangre caliente, que se caracterizan por ser capaces de

fermentar la lactosa, con producción de ácido y gasa temperaturas de 44 °C en un tiempo máximo de 24 horas. Son utilizadas como indicadores de la calidad sanitaria del agua, relacionada con la transmisión de patógenos

Consumidor: Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor para su consumo

Cloro residual libre: Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación.

Inocuidad: Que no hace daño a la salud humana.

Límite máximo permisible: Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

Monitoreo: Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua.

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

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

Parámetros inorgánicos: Son los compuestos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno analizado en el agua de consumo humano.

Protocolos: Son instrucciones o recomendaciones que debe seguir el personal encargado de conducir los procedimientos en la operación y mantenimiento del proceso de producción de agua potable.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

Hipótesis general

La implementación de protocolos adecuados en el sistema de producción de agua potable, mejorará la calidad del servicio en la ciudad de Pomabamba - Ancash

Hipótesis específicas

- ✓ El sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba – Ancash, no cuenta con las etapas necesarias para su potabilización.
- ✓ Existe un limitado control de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en el sistema de producción del agua potable en la ciudad de Pomabamba - Ancash.

3.1.1 Operacionalización de variables

Definición conceptual

Y: Protocolos para el mejoramiento de la calidad del agua potable en la ciudad de Pomabamba. - Se refiere al documento que establece pautas para la adecuada operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Pomabamba, es una guía cuya aplicación permitirá mejorar la calidad de agua que se brinda a la población.

X₁: Sistema de producción del agua potable en la ciudad de Pomabamba. - Es la descripción de cada una de las etapas que se realizan en el proceso de potabilización del agua para consumo de los pobladores de la ciudad de Pomabamba.

X₂: Parámetros de control de la calidad del agua potable en la ciudad de Pomabamba. - Son los resultados de la evaluación de cada una de las

propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua potable que consumen los pobladores de la ciudad de Pomabamba y que se evaluó en un periodo de tres meses.

Las variables, dimensiones, indicadores y métodos se presentan en la tabla 4.

Tabla 4

Variables, dimensiones e indicadores de la investigación

VARIABLE Y	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
Protocolos para el mejoramiento de la calidad del agua potable en la ciudad de Pomabamba.	Operación	Protocolos aprobados para la operación.	Descriptivo
	Mantenimiento	Protocolos aprobados para el mantenimiento.	
VARIABLE X	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
X ₁ : Sistema de producción del agua potable en la ciudad de Pomabamba.	Captación	l/s de agua captada	Descriptivo
	Sedimentación	Volumen de sólidos sedimentados	
	Filtración	Volumen de partículas retenidas	
	Desinfección	Coliformes existentes (UFC/ml)	
X ₂ : Parámetros de control de la calidad del agua potable en la ciudad de Pomabamba.	Físicos	Turbiedad	Turbidimetría
		Conductividad	Conductimetría
		Temperatura	Termometría
	Químicos	pH	Potencio métrico
		Cloro residual libre	Comparador de cloro
	Bacteriológicos	Bacterias coliformes totales	Microbiológico
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales		Microbiológico	

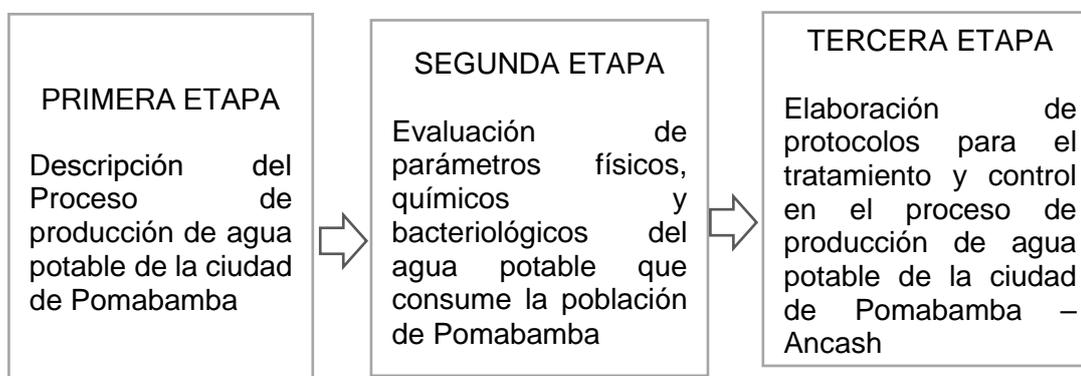
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1 Diseño metodológico

El presente estudio corresponde a una investigación básica, de tipo aplicada además corresponde a un nivel de investigación descriptiva y un diseño de análisis documental.

4.2 Método de investigación

El método de investigación está basado en la observación directa y la descripción del sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba. Luego se procedió a evaluar mediante el análisis de fuentes documentales, los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua potable, estos valores fueron comparados con los parámetros establecidos como límite máximo permisible (LMP) establecido en el D.S 031-2010-SA, emitido por la Dirección General de Saneamiento Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud. Finalmente se ha elaborado protocolos de operación y mantenimiento del sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba.



4.3 Población y muestra

La población está constituida por toda el agua que se potabiliza en la ciudad de Pomabamba – Ancash. La muestra está constituida por el agua que se potabiliza durante el proceso de evaluación.

4.4 Lugar de estudio y período desarrollado

El lugar de estudio de la presente investigación es en la planta de tratamiento de agua de la ciudad de Pomabamba, perteneciente al distrito y provincia del

mismo nombre y ubicado en la región Ancash. El periodo desarrollado corresponde a los meses de agosto - octubre del año 2022.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1 Técnicas

Para la descripción del sistema de producción de agua potable, se desarrolló un trabajo de campo, que permitió observar y describir la infraestructura física de los componentes del sistema de producción del agua potable, cuyas características se describen en el capítulo de resultados.

También se utilizó la técnica de análisis documental para la evaluación de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, a partir de valores registrados por la Red de Salud Conchucos Norte, perteneciente al Ministerio de Salud, El registro de valores obtenidos se muestra en el anexo 4.

4.5.2 Instrumentos

Se utilizaron ficha de análisis de laboratorio, registros fotográficos.

4.6 Análisis y procesamiento de datos

El análisis y procesamiento de datos se realizó mediante la identificación de parámetros y los comparativos con los estándares establecidos en la norma vigente, D.S. 031-2010 SA de la Dirección General de Saneamiento Ambiental de Ministerio de Salud.

4.7 Aspectos éticos en investigación

La investigación se desarrollará respetando los derechos de autor, mostrando originalidad y utilidad, siguiendo los principios del código de ética de investigación de la UNAC.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

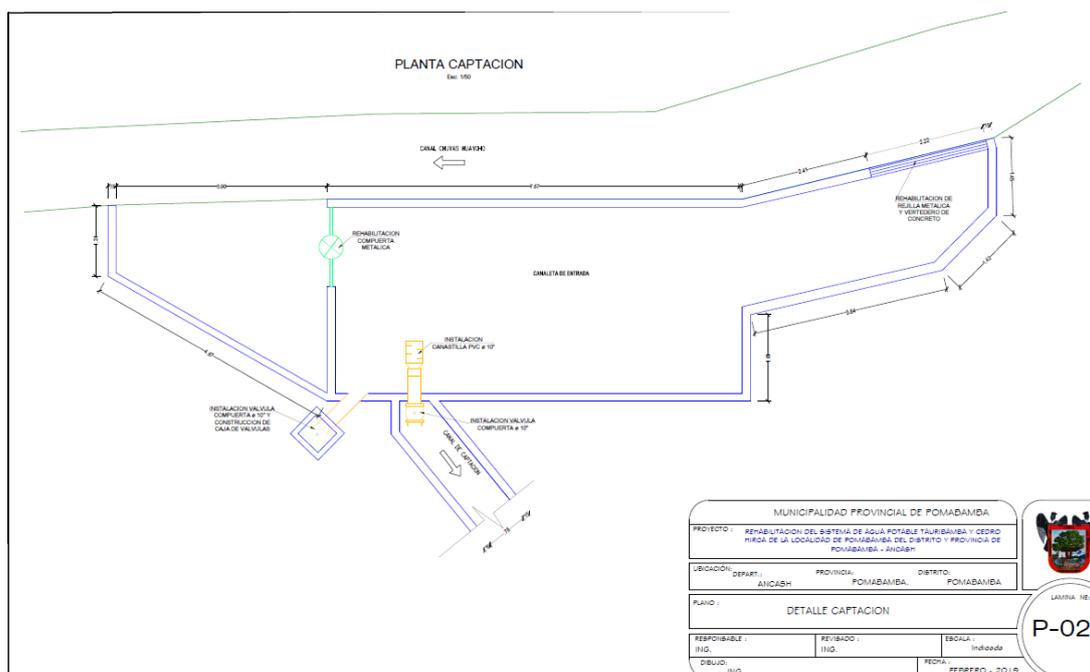
A continuación, se describe los componentes del sistema de producción de agua potable en la planta de tratamiento de la ciudad de Pomabamba.

Captación.

El agua que ingresa a la planta de tratamiento es aproximadamente de 30 l/s, proviene de una fuente superficial que es el río Pomabamba, el punto de captación está ubicado en el lugar denominado Tauribamba. Comprende un vertedero de sección rectangular, rejas metálicas para impedir el ingreso de sólidos gruesos, estructura para control de sedimentos, compuerta para retorno del agua excedente al canal secundario, válvula de control de agua captada, línea de limpia y purga. No cuenta con un medidor de caudal que permita el ingreso de agua necesaria para su tratamiento, Este componente se muestra en la figura 1.

Figura 1

Captación de la planta de tratamiento

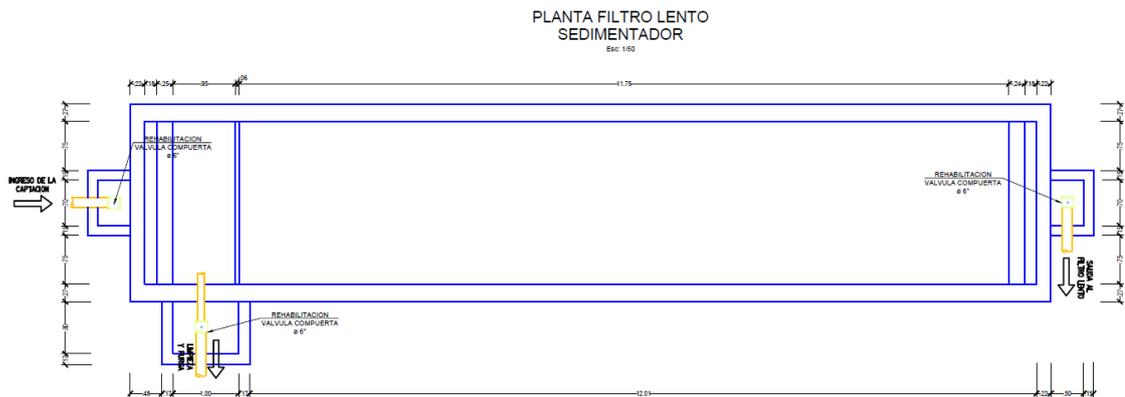


Floculador: Esta estructura está deteriorada generando un proceso deficiente, además no hay una adecuada dosificación de sustancias coagulantes, sin los criterios técnicos requeridos, tampoco la frecuencia para cumplir con los objetivos de esta etapa.

Sedimentador. Cuenta con un sedimentador convencional de forma rectangular y de flujo horizontal, en cuya salida cuenta con dos líneas de conducción con sus respectivas válvulas de control para distribuir el agua a la planta de tratamiento (ver Figura 2). Se observa deterioro en las placas que componen el sedimentador, así como un mantenimiento inadecuado cuya frecuencia no es controlada.

Figura 2

Sedimentador de la planta de tratamiento

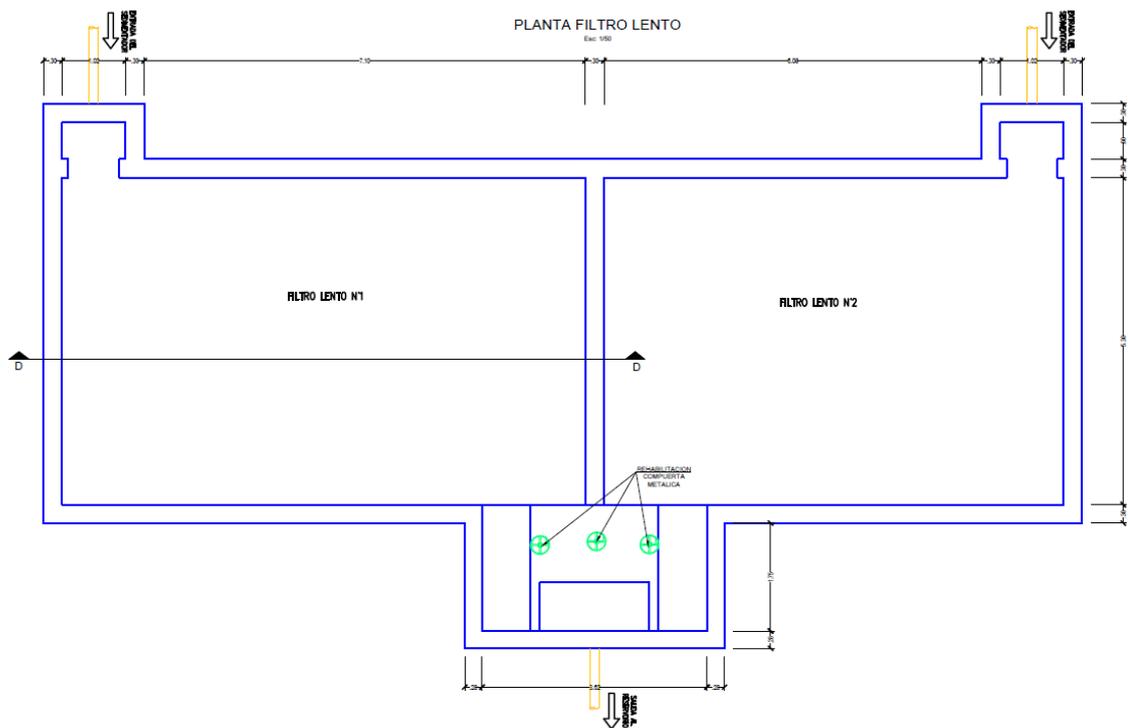


Filtro rápido. La planta de tratamiento cuenta con un tipo convencional de filtración rápida. Fue implementado por la municipalidad provincial de Pomabamba. Cuenta con un vertedero rectangular para la mezcla rápida (no cuenta con un sistema de medición de caudal de ingreso), una caseta para el recipiente del coagulante, un floculador hidráulico de flujo horizontal de dos tramos con pantallas de madera, un decantador adaptado con pantallas de madera inclinadas y cuatro filtros rápidos de flujo descendente compuesto por una capa de antracita, no cuentan con un sistema de lavado.

Filtro lento. La planta de tratamiento también cuenta en su infraestructura con la instalación de filtros lentos, Según lo señalado por el Área Técnica Municipal (ATM) Pomabamba, este filtro fue construido aproximadamente en el año 2008 con financiamiento del fondo Italo-Peruano con el fin de ampliar la capacidad de producción de la planta. No cuenta con un sistema de medición de caudal de ingreso. El agua que sale del sedimentador convencional, es conducida a través de una tubería de $\varnothing 6''$ hacia otros dos sedimentadores convencionales de menor tamaño (de forma rectangular y de flujo horizontal) que operan en paralelo y cada uno de ellos descarga las aguas sedimentadas a dos filtros lentos (medio filtrante antracita) que también operan en paralelo. En resumen, esta planta de tratamiento de agua potable (PTAP) cuenta con 2 sedimentadores secundarios y 4 filtros lentos. Ver figura 3. En esta etapa se requiere incorporar un floculador que permita mejorar el proceso.

Figura 3

Filtro lento de la planta de tratamiento



Reservorio de almacenamiento. Cuenta con un reservorio circular de concreto armado y tipo apoyado, con una capacidad aproximada de 400 m³, el mismo que se encuentra interconectado con dos reservorios gemelos de 25 m³ cada uno y un reservorio rectangular de 20 m³, ubicados dentro del mismo terreno, con cerco perimétrico de material noble.

Respecto a los reservorios gemelos de 25 m³ cada uno, estos son de polietileno y de sección circular (marca Farplast) y se encuentran apoyados sobre una loza de concreto. El entidad señala que fueron instalados en el año 2018 por la municipalidad para abastecer a la zona alta de un barrio denominado Cañarí, debido a que presentaba problemas de baja presión. Su estructura se encuentra en buen estado sin embargo requiere de un adecuado mantenimiento y limpieza de la estructura interna de almacenamiento como una adecuada protección de las paredes externas. Se observa que los espacios adyacentes no tienen el mantenimiento y conservación requerida. La caseta de valvulas muestra deterioro, requiere de un mantenimiento preventivo

Sistema de desinfección. Cuenta con un sistema de cloración por goteo compuesto por un tanque de 750 litros, de polietileno (sección circular) y una válvula regulada para dosificación de hipoclorito de calcio diluido. Este sistema se encuentra instalado sobre el reservorio. Este sistema de cloración es muy artesanal en sus instalaciones, no cuenta con una adecuada operación del mismo. Se usa cloro granulado que debe ser diluido para su incorporación al reservorio. La dosificación de cloro no cumple con los estándares necesarios.

Resultados de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del sistema de abastecimiento del agua potable de Pomabamba

Análisis de los parámetros físicos y químicos

En las siguientes tablas y figuras se muestran los resultados de los parámetros físicos y químicos del agua en el sistema de producción del agua potable de la ciudad de Pomabamba, estas muestras fueron tomadas y analizadas en los

meses de enero a agosto del año 2022, se considera este periodo teniendo en cuenta que en la zona de estudio las épocas de lluvia son los meses de enero a marzo y las épocas de estiaje corresponden a los meses de abril a agosto.

Conductividad

En la tabla 5 se describe el parámetro de conductividad, los valores obtenidos están en un rango de valor mínimo de 75, valor máximo de 142 $\mu\text{S/cm}$, estos valores se encuentran por debajo del límite máximo permisible (LMP) establecido según el D. S 031-2010 SA de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA),

Tabla 5

Análisis de conductividad en el reservorio Ampash

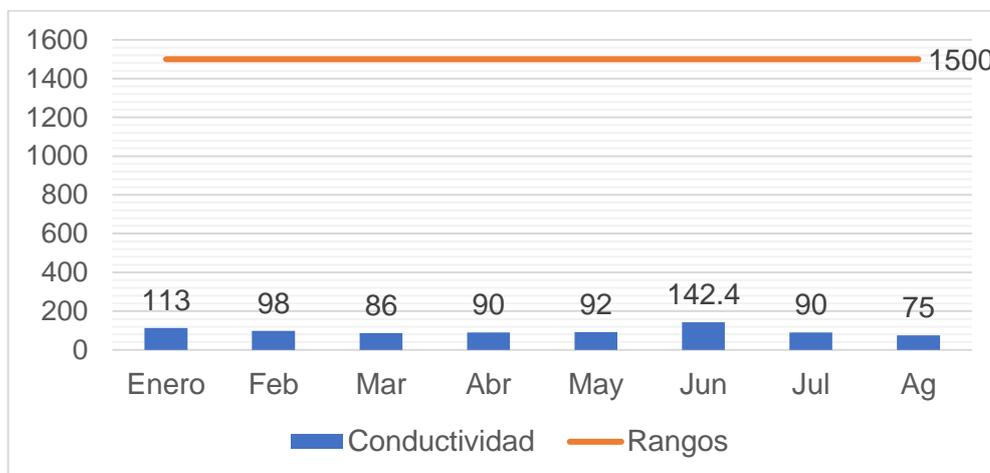
Mes	Conductividad $\mu\text{S/cm}$	LMP ($\mu\text{S/cm}$)
Enero	113	1500
Febrero	98	1500
Marzo	86	1500
Abril	90	1500
Mayo	92	1500
Junio	142.4	1500
Julio	90	1500
Agosto	75	1500

Fuente: Red de Salud Conchucos Norte

En la figura 4 se presenta en un gráfico de barras los valores obtenidos de conductividad en los meses comprendidos entre enero y agosto de 2022; se observa que los resultados están por debajo del límite máximo permisible establecido en la norma. Ver figura 4, pág. 50.

Figura 4

Análisis de conductividad en el reservorio Ampash



Fuente: Red de Salud Conchucos Norte

Parámetro pH

En la tabla 6 (p. 50) y figura 5, (p. 51) se muestran los valores obtenidos para el pH, también en este caso las características del agua potable cumplen con el valor del parámetro establecido por la norma D.S. 031-2010 –SA cuyo rango debe estar entre 6.5 y 8.5, los valores obtenidos cumplen con el rango establecido por la norma, salvo el registrado en el mes de junio.

Tabla 6

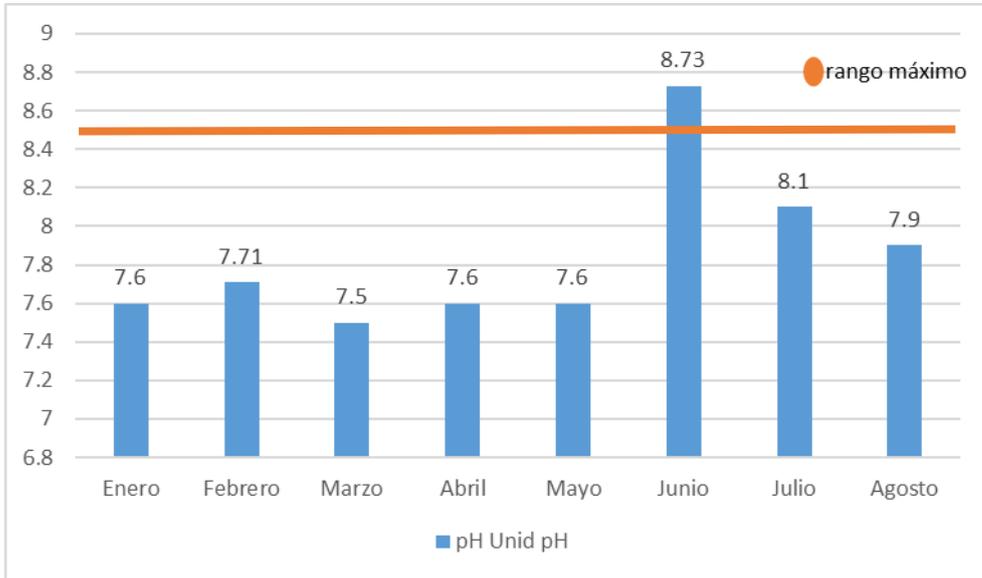
Valores del parámetro pH obtenidos en el reservorio Ampash

Mes	pH	LMP (6.5 a 8.5)	
		6.5	8.5
Enero	7.6	6.5	8.5
Febrero	7.71	6.5	8.5
Marzo	7.5	6.5	8.5
Abril	7.6	6.5	8.5
Mayo	7.6	6.5	8.5
Junio	8.73	6.5	8.5
Julio	8.1	6.5	8.5
Agosto	7.9	6.5	8.5

Fuente: Red de Salud Conchucos Norte Pomabamba-Ancash

Figura 5

Valores de pH obtenidos en el reservorio de Ampash



Temperatura

La tabla 7 (p. 51 y figura 6, p. 52) muestran los valores de la temperatura del agua, siendo el valor mínimo de 12 °C y el valor máximo igual a 15 °C, estos valores se consideran normales para zonas andinas.

Tabla 7

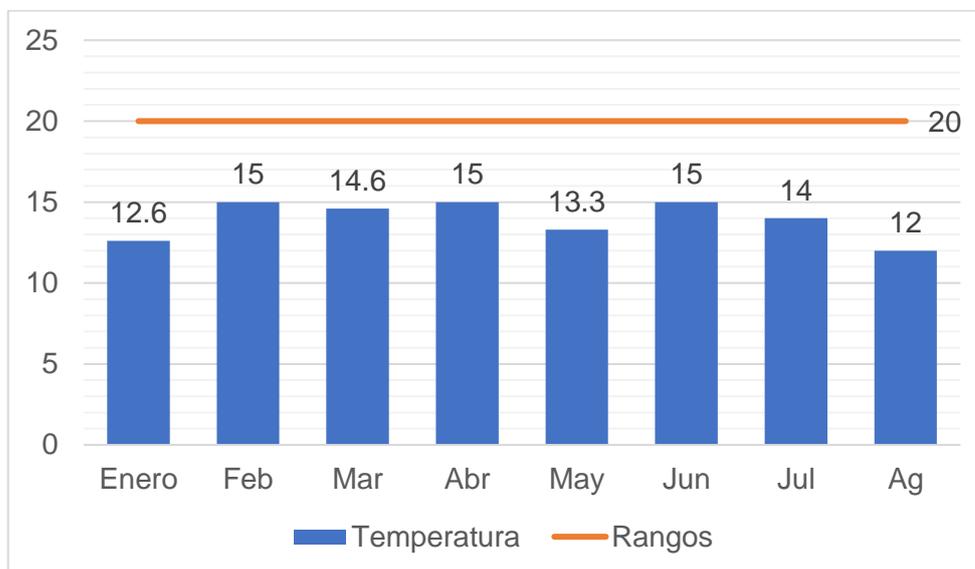
Análisis de temperatura en el reservorio Ampash

Mes	Temperatura (°C)	Rangos
Enero	12.6	20
Febrero	15	20
Marzo	14.6	20
Abril	15	20
Mayo	13.3	20
Junio	15	20
Julio	14	20
Agosto	12	20

Fuente: Red de Salud Conchucos Norte Pomabamba-Ancash

Figura 6

Análisis de temperatura en el reservorio Ampash



Turbiedad

En la tabla 8 p. 52 y figura 7 p. 53 se presentan los valores obtenidos en la muestra para turbiedad, siendo algunos valores obtenidos superiores a lo establecido por la Dirección General de Salud Ambiental según el D.S. 031-201-SA, estos valores no cumplen con lo establecido por la norma

Tabla 8

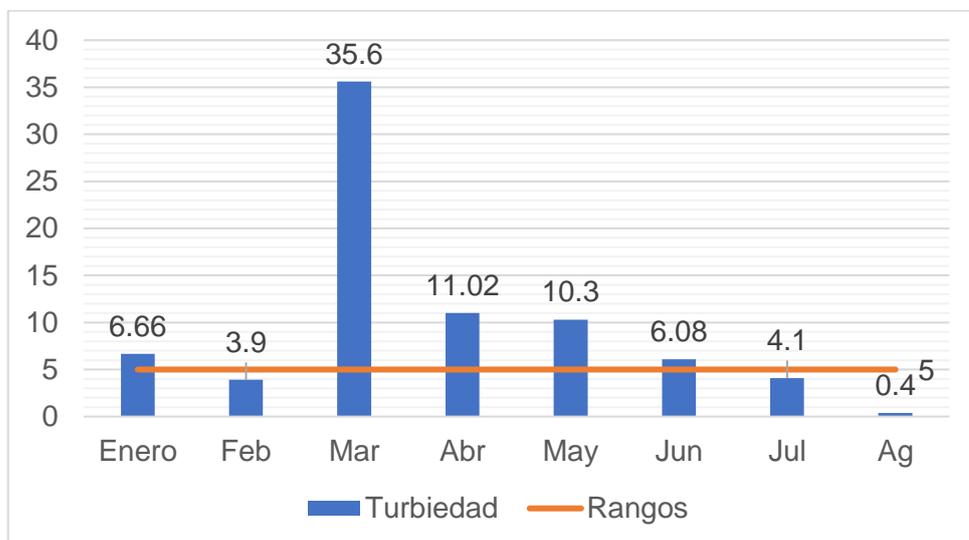
Valores de turbiedad obtenidos en el reservorio Ampash

Mes	Turbiedad (UNT)	Rangos
Enero	6.66	5
Febrero	3.9	5
Marzo	35.6	5
Abril	11.02	5
Mayo	10.3	5
Junio	6.08	5
Julio	4.1	5
Agosto	0.4	5

Fuente: Red de Salud Conchucos Norte Pomabamba-Ancash

Figura 7

Valores del parámetro de turbiedad en el reservorio Ampash



Parámetro cloro

En la tabla 9(p. 53) y figura 8(p. 54), se presentan los valores obtenidos para el cloro en el periodo de análisis de enero a agosto del 2022. Los resultados no cumplen con lo establecido en la norma, muestran valores fuera del LMP que para el cloro no debe ser menor a 0.5 mg/l Cl₂. Según el D. S 031-2010-SA, Ver tabla 9.

Tabla 9

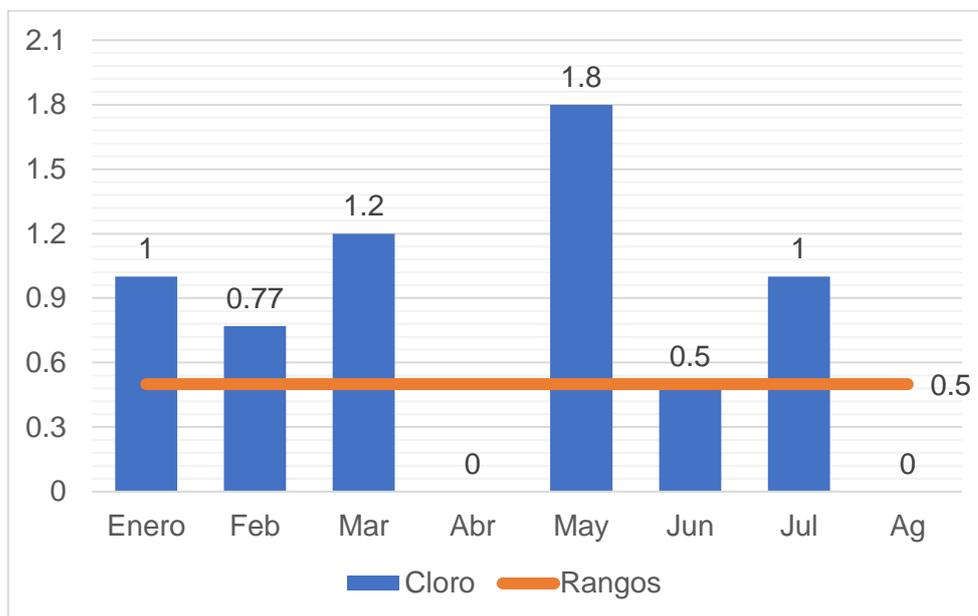
Análisis de cloro en el sistema de abastecimiento, reservorio Ampash

Mes	Cloro mg/l Cl ₂	LMP mg/l Cl ₂
Enero	1	0.5
Febrero	0.77	0.5
Marzo	1.2	0.5
Abril	0	0.5
Mayo	1.8	0.5
Junio	0.5	0.5
Julio	1	0.5
Agosto	0	0.5

Fuente: Red de Salud Conchucos Norte – Pomabamba Ancash.

Figura 8

Análisis de cloro en el reservorio Ampash



Análisis de los parámetros bacteriológicos

En la tabla 10 se presenta resultados de los parámetros bacteriológicos como son el número de coliformes totales y coliformes fecales. De los resultados obtenidos, podemos colegir que la presencia de coliformes totales como los coliformes fecales están por encima de los valores que corresponden al límite máximo permisible establecido en el D.S 031 – 2010 SA – MINSA.

Tabla 10

Parámetros bacteriológicos tomados a la salida del reservorio

Parámetros bacteriológicos	Unidad	M	Límite máximo permisible
Numeración de Coliformes totales	UFC/ml	26	0
Numeración de coliformes fecales	UFC/ml	14	0

Fuente: Laboratorio calidad ambiental - UNASAM

5.2 Resultados inferenciales

En el presente trabajo este tipo de resultados no es aplicable, dado que es de tipo descriptivo para la planta de tratamiento de agua de la ciudad de Pomabamba.

5.3 Otro tipo de resultados de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis

Se ha elaborado seis protocolos para la operación y mantenimiento del proceso de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba, que permita mejorar los procesos de producción y conseguir agua de mejor calidad. (Ver anexo 3). Los protocolos han sido elaborados para los siguientes procesos:

Protocolo 1

Operación y mantenimiento de la captación

CÓDIGO: POM 01. PTAP

Protocolo 2

Operación y mantenimiento del desarenador

Código: POM 02. PTAP

Protocolo 3

Control de mezcla y coagulación

CÓDIGO POM 03. PTAP

Protocolo 4

Control de decantación

CODIGO POM 04 PTAP

Protocolo 5

Control de filtros

CÓDIGO POM 05 PTAP

Protocolo 6

Control de cloración

CÓDIGO POM 06 PTAP

Protocolo 7

Control de reservorios

CÓDIGO POM 07 PTAP

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

En la descripción del sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba.

Se observa que la planta de tratamiento cuenta con las etapas necesarias requeridas para el tratamiento del agua, sin embargo, carece de equipos como medidores de caudal, equipos para la dosificación de coagulantes, dosificadores de cloro. no se observó una adecuada y oportuna regeneración de materiales para el proceso de filtración; otro factor importante es, que no cuenta con un control y monitoreo permanente de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

La planta de tratamiento existente tiene una antigüedad de más de 50 años, habiendo sido ampliada o mejorada en el tiempo, sin embargo, el tamaño de planta en la actualidad es insuficiente debido al crecimiento poblacional de la ciudad de Pomabamba.

Se ha registrado los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos a la salida del reservorio, los que se muestran en las tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10 y en las figuras de 4, 5, 6, 7, 8 el valor obtenido para los parámetros se detalla como sigue:

En el parámetro conductividad en muestras tomados en los meses de enero y agosto presenta valor mínimo de 75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un valor máximo de 142.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ambos valores están por debajo del LMP que es de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por tanto, para este parámetro cumple con lo establecido por la norma.

Los valores de pH evaluados para el mismo periodo de tiempo (ocho meses) también se encuentran en el rango establecido por la norma que es de 6.5 – 8.5. Los valores evaluados fluctúan entre 7.5 y 8, salvo en el mes de junio cuyo valor es de 8.73.

Los valores obtenidos para la temperatura, valor mínimo de 12.6 °C y valor máximo de 15 °C, se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Dirección de saneamiento ambiental del Ministerio de salud (D.S 031- 2010 SA), ver tabla 7.

Sin embargo, se encontraron valores de parámetros que no cumplen con los LMP establecidos por la norma, como:

Turbiedad LMP no debe ser mayor a 5 UNT, sin embargo, se encontró valores hasta de 35.6 UNT, existe deficiencias en el proceso de coagulación que no cuenta con una adecuada dosificación del sulfato de aluminio al no tener datos reales del caudal de agua que ingresa a la planta dado que no está instalado un medidor de caudal, el dosificador de sulfato de aluminio no responde a las características requeridas en el suministro como en la operación.

En el caso del cloro residual se puede observar resultados muy fluctuantes en los valores obtenidos, mostrando una dosificación irregular, así como el abastecimiento de cloro en cantidades adecuadas y oportunas, en la tabla ocho podemos verificar periodos en las que se obtiene valor cero y otros valores con rangos demasiado fluctuantes respecto a lo recomendado por el ministerio de Salud, a través del D.S 031-2010-SA.

En la tabla 10, se presenta los valores obtenidos respecto a los parámetros bacteriológicos, verificándose que los valores de los coliformes totales, así como los coliformes fecales están por encima del límite máximo permisible (LMP) establecido en el D.S 031-2010-SA. Estos resultados obedecen a una deficiente desinfección del agua potable que se suministra a la población usuaria y a la falta de mantenimiento de la planta en general.

Es necesario referir que el área municipal correspondiente a cargo de este control y monitoreo de parámetros no cuenta con una unidad específica, tampoco con los equipos necesario para cumplir con este objetivo.

Se ha elaborado seis protocolos para implementar procesos adecuados en el sistema de producción de agua potable y asegurar el mejoramiento de la calidad de agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba- Ancash, en estos protocolos se dan las pautas para una correcta operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de agua potable.

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

La propuesta de protocolos para el tratamiento y control en el sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba – Ancash es único,

para los sistemas de producción de agua gestionada por las municipalidades, no se ha reportado una propuesta similar en otros autores.

La mayoría de investigadores han enfocado su estudio en la caracterización de la calidad de agua en función a los parámetros fisicoquímicos, así Ortiz (15) en el estudio de la calidad de agua en centros poblados de Sachapite y Antacocha en, evaluaron parámetros como turbiedad, pH, coliformes, entre otros, encontrando valores que no cumplen con los estándares establecidos por el sector correspondiente, por lo que concluyen que este servicio no cumple con la calidad para el consumo humano. En la evaluación que realizamos para el servicio de agua potable en la ciudad de Pomabamba, también encontramos parámetros que no cumplen con los estándares requeridos como es el caso de turbiedad cuyo valor está por encima del límite máximo permisible, así como los valores para coliformes totales es de 26 UFC/ml y para coliformes fecales es de 14 UFC/ml, el valor de LMP igual a cero.

Los valores de la conductividad eléctrica encontrados en el agua para consumo humano en la ciudad de Pomabamba en el periodo de observación están muy por debajo de los límites máximos permisibles (LMP), hallamos valores entre 75 y 142.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ siendo el LMP igual a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ establecido por el D.S 031-2010-SA, por lo tanto, se considera apto para el consumo humano, estos valores generalmente cumplen con los estándares establecidos por la norma legal, cuando se trata de agua proveniente de ríos que no tienen alta contaminación con elementos metálicos, como es el caso del río Pomabamba que proviene de los nevados de Jancapampa y en su recorrido no se presentan contaminantes de este tipo. lo cual es coherente con la investigación realizada por Zambrano (8) quien evaluó los parámetros físicos del agua potable, entre los cuales está la conductividad cuyos resultados cumplen con lo establecido en la norma, siendo este caso similar al nuestro por cuanto la captación del agua proviene de fuentes no contaminadas.

Al analizar la turbiedad cuyos valores se muestra en la tabla 7 se encuentran valores que fluctúan entre 3.9 UNT y 11.2 UNT y comparando lo establecido por el D.S. 031.2010-SA, estos valores exceden al LMP siendo este límite igual a 5 UNT, en la evaluación, este parámetro no cumple con lo establecido por la

norma. Se explica por cuanto el agua captada procede de una fuente superficial generando cierto grado de contaminación que al ser tratada no es adecuadamente corregida. Comparamos con un estudio realizado por Calsín (11) quien en un estudio realizado en Tarapachi- Juliaca, también evalúa parámetros físicos y químicos en un sistema cuya fuente proviene de aguas subterráneas, en su evaluación de la turbiedad encuentra valores que están en el rango de 2015 – 3.09 UNT, valores que cumplen con lo establecido en el D.S 031 -2010 SA.

Otro parámetro cuyo valores obtenidos no cumplen con establecido con la norma es la presencia de cloro libre, el LMP cuyo valor no debe ser menos a 0.5 mg/l Cl₂ , en la tabla 8, se describe los valores obtenido, podemos concluir que estos valores están por debajo de lo establecido o valores muy altos lo que muestra una deficiente dosificación de cloro incluso en algunos valores se muestra la no presencia de cloro, significando que este servicio de agua no cumple con los valores establecidos y constituye un servicio de agua no apto para el consumo humano. En un estudio similar, Domínguez (7), en su investigación revaluó la presencia de cloro en el agua potable después de aplicar un modelo de cloración en el sistema, obteniendo valores con concentraciones adecuadas de cloro, lo cual nos muestra que con una adecuada dosificación de cloro obtendremos un servicio de agua potable de calidad.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a reglamentos vigentes

El autor de la investigación se responsabiliza por la información emitida en el presente trabajo de investigación de acuerdo al Reglamento del Código de Ética de la Investigación de la Universidad Nacional Del Callao, Resolución de Consejo Universitario N° 260-2019-CU.

VII. CONCLUSIONES

Se elaboró seis protocolos para el mejoramiento de la calidad de agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba - Ancash, cuya aplicación en la operación y mantenimiento del sistema de producción del agua potable, signifique mejorar el servicio brindando agua de calidad de acuerdo a los parámetros establecidos por la Dirección General de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud a través del D.S. 031-2010-SA.

Se ha descrito el sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba- Ancash, referido a la planta de tratamiento desde el punto de captación, el proceso de tratamiento físico químico y la desinfección en el reservorio para su posterior distribución. Dentro de los hallazgos se concluye la necesidad de mejorar la infraestructura física de la planta, así como la instalación de equipos como medidores de caudal en la captación, dosificadores para los coagulantes, renovación periódica de material como grava, antracita, en los filtros que permitan un adecuado proceso.

Se evaluó los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba- Ancash, concluyéndose que existen parámetros que cumplen con los valores establecidos por la norma vigente, como conductividad, pH, temperatura, así como encontramos parámetros cuyos valores no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. 031-2010-SA, debido a deficiencias en la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, los parámetros como turbiedad, cloro residual y bacteriológicos presentan valores que no cumplen con los límites máximos permitido (LMP), establecidos por la Dirección General de Saneamiento Ambiental de Ministerio de Salud

VIII. RECOMENDACIONES

A los responsables de la gestión del sistema de producción de agua potable de Pomabamba, incorporar los protocolos para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, presentados en este trabajo, con la finalidad mejorar y optimizar la calidad del agua potable que se brinda en la ciudad de Pomabamba.

Mejorar la infraestructura física de la planta de tratamiento instalando medidores de caudal, dosificadores de coagulantes y restituir periódicamente elementos para el proceso de filtración.

Realizar mayor control y seguimiento de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos a fin de conseguir valores que cumplan con los LMP establecidos por el D.S 031-2010-SA emitido por la Dirección General de Saneamiento ambiental del Ministerio de Salud.

Implementar un módulo de análisis microbiológico para control de parámetros bacteriológicos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INEI – Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de comunidades indígenas
2. Organización Mundial de la Salud OMS. (2004). “*Guías para la Calidad del Agua Potable*”. Ginebra – Suiza. 3º Edición. Vol 1. Recomendaciones.
3. Organización Mundial de la Salud. (2017). *Programa Conjunto de Monitoreo para la calidad del agua potable*.
3. Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). (2017).
4. Pontificia Universidad Católica del Perú. Centro de investigación, capacitación y asesoría jurídica. ISBN: 978-61248287-2-0.
5. CHIMBO, F. (2021) *Evaluación de la calidad del agua y optimización de la capacidad de almacenamiento de agua potable para la junta administradora de agua potable y saneamiento, Canton Mejía parroquia Cutuglagua- Quito Ecuador,2022*.
6. CHAVES, M. (2020) “*Calidad del agua para consumo humano en una comunidad rural caso Corral de Piedra, Guanacaste, Costa Rica*” Tecnología en marcha. Vol. 33, N° 2 abril. junio 2020.
<https://doi.org/10.18845/tm.v33i2.4165>
7. DOMÍNGUEZ, L. *Modelamiento de la calidad de agua potable en la red de distribución de la parroquia Chanduy mediante el uso del programa Watercad. 2022*. Tesis de Licenciatura. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022.
8. ZAMBRANO, M. *Evaluación de la calidad de agua potable, sistema de abastecimiento, Recinto Cochancay, propuesta de medidas preventivas-correctivas. 2019*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil
9. YANA, A. (2017) *Sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Azángaro, Puno -2017*
10. SA (2010). “*Reglamento de la Calidad del Agua Para Consumo Humano*”. Decreto Supremo Nro. 031-2010-SA. Perú.

11. CALSIN, M. (2016) *Calidad físico, químico y bacteriológico de aguas subterráneas para consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca.*
12. CHAMBI, L. (2015) *Abastecimiento de agua para consumo humano en el poblado de Trapiche – Puno*
13. SULCA, S. (2020) *Calidad Bacteriológica de los suministros de Agua para Consumo Humano en el Distrito de Totos y su relación con las Enfermedades Diarréicas Agudas (EDAS)*
14. VELA, C. (2016). *Comportamiento de las enfermedades gastrointestinales por la operación de un sistema de tratamiento de agua (STAV) en la comunidad General Marcial Merino - distrito de Indiana - Maynas – Loreto”*
15. ORTIZ, F. (2020) *“Calidad del agua para consumo humano en los centros poblados de Sachapite y Antacocha- 2020”*
16. GARCÍA, A. (2019) Que es agua potable y sus características. Disponible en:<https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-agua-potable-y-suscaracteristicas-1643.html>. 2019
17. GRAY, N. (1996). *“Calidad del Agua Potable. Problemas y Soluciones”*. España. Acribia.
18. Organización Mundial de la Salud. (2008). *Guías para la calidad del agua potable.*
19. SUNASS. (2011). *“Reglamento de Calidad de la Prestadora de Servicios de Saneamiento y sus Modificadorias”*. Lima. Perú.
20. Vargas, (2004) *Tratamiento de agua para consumo humano* CEPIS/PPS Lima –Perú.}

ANEXOS

- ANEXO 1 : Matriz de consistencia
- ANEXO 2 : Planta de tratamiento de agua potable de Pomabamba, estructura actual y proyectada
- ANEXO 3 : Protocolos para la operación y mantenimiento
- ANEXO 4 : Evaluación de parámetros de la Red de Salud Conchucos
- ANEXO 5 : Evaluación de parámetros del Laboratorio de Calidad Ambiental – UNASAM

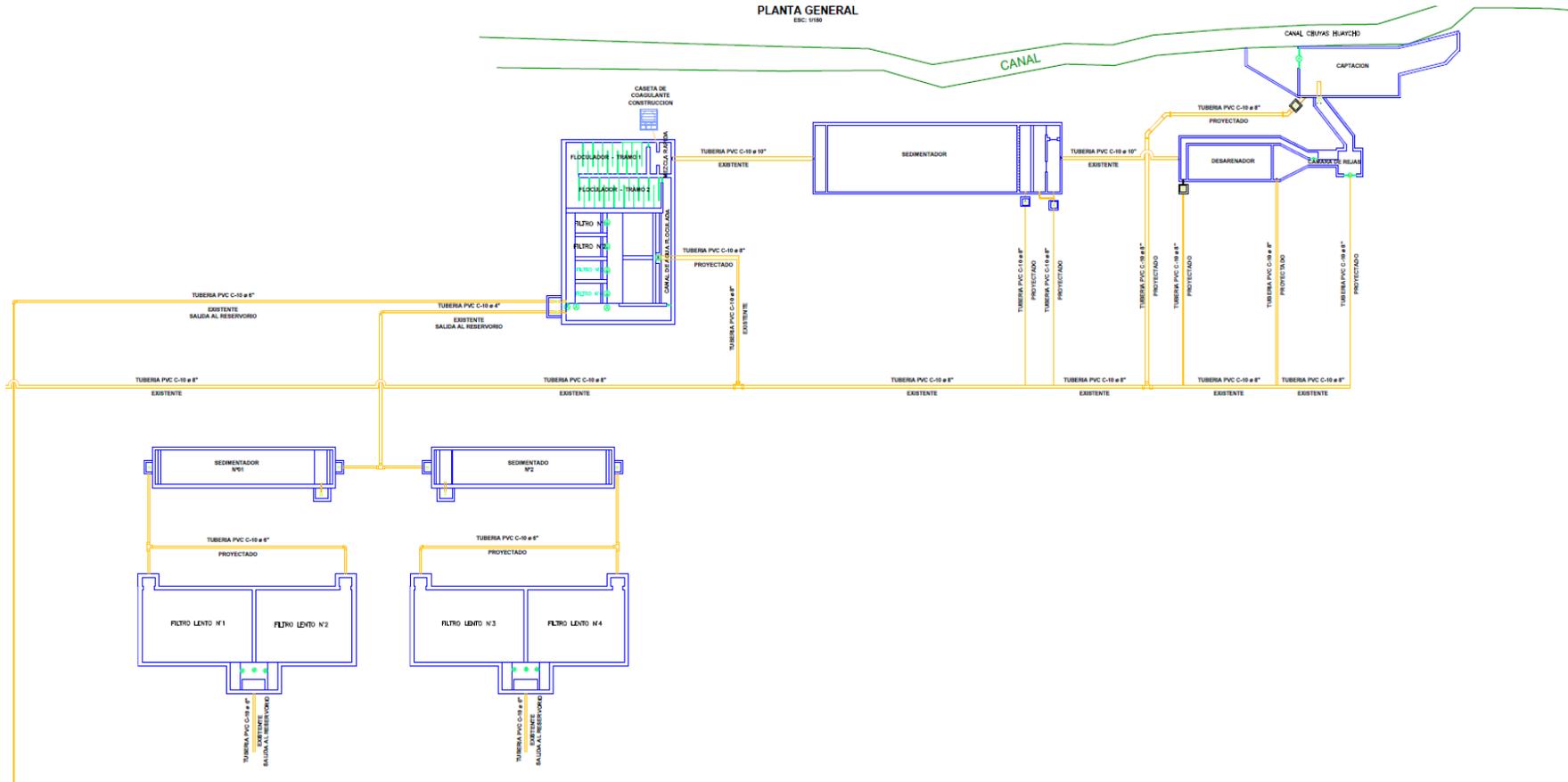
ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROTOCOLOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE POMABAMBA – ANCASH

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES
¿Cuáles son los protocolos para mejorar la calidad de agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba - Ancash?	Diseñar protocolos para el mejoramiento de la calidad de agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba - Ancash.	La implementación de protocolos adecuados en el sistema de producción de agua potable, mejorará la calidad del servicio en la ciudad de Pomabamba – Ancash.	Protocolos para el mejoramiento de la calidad del agua potable en la ciudad de Pomabamba.	Operación Mantenimiento
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE	DIMENSIONES
¿Cómo es el sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba - Ancash?	Describir el sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba – Ancash.	El sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba – Ancash, no cuenta con las etapas necesarias para su potabilización.	Sistema de producción del agua potable en la ciudad de Pomabamba.	Captación Sedimentación Filtración Desinfección
¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos que se controlan en el sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba - Ancash	Evaluar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en las diferentes etapas del sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba – Ancash.	Existe un limitado control de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en el sistema de producción del agua potable en la ciudad de Pomabamba – Ancash.	Parámetros de control de la calidad del agua potable en la ciudad de Pomabamba.	Físicos Químicos Bacteriológicos

ANEXO 2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE POMABAMBA, ESTRUCTURA ACTUAL Y PROYECTADA

PLANTA GENERAL
ESC: 1/100



ANEXO 3

PROTOCOLOS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) DE LA CIUDAD DE POMABAMBA – ANCASH

ELABORADO POR: JORGE ANTONIO MARILUZ JIMENEZ
FECHA: OCTUBRE 2022
CÓDIGO: POM 01 10 2022

PRESENTACIÓN:

Los protocolos que se presenta tienen como finalidad organizar los procesos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento y del reservorio del sistema de producción de agua potable de la ciudad de Pomabamba.

OBJETIVO:

Establecer las pautas para una correcta operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de agua potable de Pomabamba y lograr un servicio de calidad a la población usuaria, de acuerdo a los parámetros establecidos en el D.S. 031 -2010 - SA de la Dirección de salud ambiental – Ministerio de salud.

ALCANCE

A los responsables de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento y del reservorio del agua potable de Pomabamba.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

CAPTACIÓN

CÓDIGO: POM 01. PTAP

CAPTACIÓN

Es la estructura que permite captar el agua de una fuente de abastecimiento, de acuerdo con el tipo de fuente, pueden existir captaciones superficiales o subterráneas; también puede captarse el agua de lluvia.

Objetivo: Captar la cantidad de agua necesaria a partir del río Pomabamba para su posterior tratamiento.

Descripción: El ingreso del agua se hace a través de la bocatoma de tipo fondo rejilla, luego ingresa a la planta de tratamiento de agua potable de Tauribamba.

Actividades Preliminares

- Verificar el estado de la fuente de abastecimiento
- Revisión y limpieza de la bocatoma

Operación

- Controlar el ingreso de agua cruda manteniendo la cantidad y la continuidad.
- Limpiar permanentemente el cribado retirando los sólidos grandes como piedras, maderas, animales muertos etc.
- Limpiar la formación de algas y musgos en el canal de ingreso de la captación.
- Impedir en sus alrededores a toda persona extraña y animales.
- El servicio debe ser suspendido solo en casos de emergencia o por limpieza programada
- Cuando se efectuó la suspensión del servicio, se debe evitar causar grandes molestias al consumidor y dar aviso con anterioridad.

Operación de Captación

- Controlar el ingreso de agua cruda manteniendo la cantidad y la continuidad.
- Limpiar permanentemente el cribado retirando los sólidos grandes como piedras, maderas, animales muertos etc.
- Limpiar la formación de algas y musgos en el canal de ingreso de la captación.
- Impedir en sus alrededores a toda persona extraña y animales.

Limpieza de la Infraestructura de Captación

- La limpieza se realiza cada vez que lo requiera por el personal encargado del desarenador.
- Se levanta la compuerta que se encuentra al final del canal dando vueltas al volante y todo el material acumulado en el canal será desalojado por la misma agua que ingresa al canal.
- Limpiar todo el material acumulado antes de las rejas.
- Raspado de las paredes del canal.
- Después de terminar con el trabajo regularizar el ingreso de agua bajando la compuerta.
- Cuando está bastante colmatado con material grueso el lecho del río antes del cribado, hacer limpieza con maquinaria pesada.

Ilustración 1

Mantenimiento de la captación



Ilustración 2

Limpieza de rejas de cribado



Cuadro 1

Actividades de mantenimiento de la captación

Estructura	Actividades diarias	Actividades periódicas (cada 15 días)	Actividades eventuales (Mensual)	Responsable	Herramientas, equipos e insumos
Bocatoma	Visitar la bocatoma para efectuar la revisión de las rejillas; registrar en el respectivo formato.	Limpieza de rejillas	Verificar la presencia de algas, musgos y organismos vivos en el interior de la captación y retírelos.	Operador de la planta	Registro de la información en libros, bitácoras o formularios.
	Inspección visual			Fontanero	Herramienta menor (Palas, Palustres, cepillos metálicos)
Desarenador	Operación y el manejo de válvulas con su respectivo mantenimiento oportuno y adecuado.	Efectuar semanalmente la limpieza de la estructura o cuando sea necesario	Mantenimiento de todos los elementos que conforman el conforman el desarenador como compuertas, válvulas, desfogue, etc.	Operador de la planta	Herramientas menor (Palas, Palustres, cepillos metálicos)
				Fontanero	Registro de la información en libros, bitácoras o formularios. Herramienta menor

CONTROL DE MEZCLA Y COAGULACIÓN
CÓDIGO: POM 02. PTAP

COAGULACIÓN (MEZCLA RÁPIDA)

Es el primer proceso que se realiza en la planta de tratamiento de agua potable San Antonio para eliminar las impurezas que puede contener el agua captada.

Objetivo: Eliminar las cargas eléctricas de las partículas, convertir las impurezas que se encuentran en estado coloidal o suspensión fina o en estado coloidal, en partículas que puedan ser removidas por la sedimentación y la filtración. Estas sustancias aglomeradas forman los flóculos.

Descripción: Tomando el caudal de entrada y la dosis optima de coagulante obtenida mediante el test de jarras, se aplica esta, en la canaleta parshal para empezar la mezcla rápida.

Consideraciones generales

- Se debe verificar el adecuado abastecimiento del sulfato de aluminio para una operación continua y sostenida.
- Verificar el adecuado funcionamiento de los equipos

Operación

- Ajustar el dosificador según el caudal de entrada y la dosis que se aplicara.
- Activar el equipo dosificador.
- Verificar el buen estado de las tuberías que conduce la solución de coagulante hasta la mezcla rápida.

Manejo del sulfato de aluminio

- Diariamente observar el estado del coagulante almacenado.
- Utilizar el sulfato de aluminio de acuerdo al orden de llegada.
- El operador de planta a debe utilizar los elementos de protección personal.

Dosis optima: La cantidad de coagulante o dosis se expresa en mg/l. o sea peso de sulfato (mg) agregados por cada litro de agua que entra a la planta.

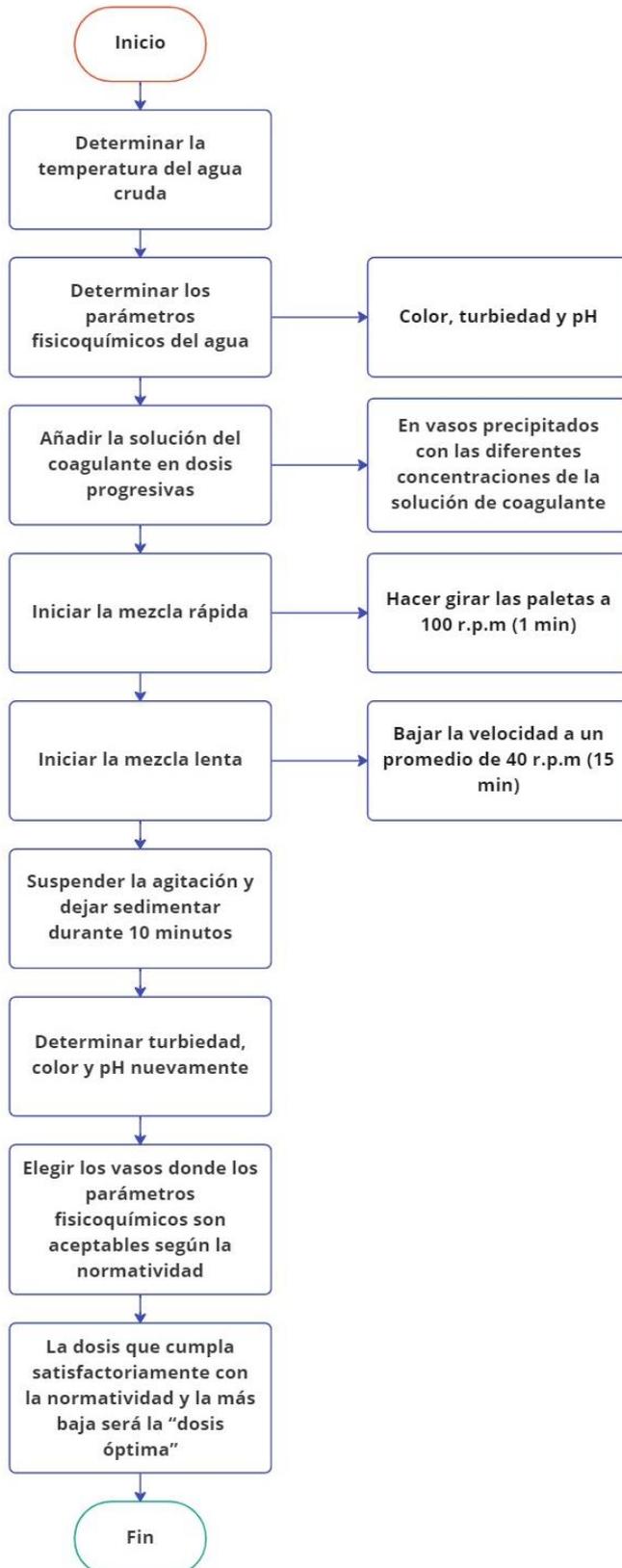
Cuando un agua entra a la planta lo hace con un grado de turbiedad, para esta turbiedad hay una dosis de coagulante que hace que la turbiedad al final del tratamiento sea lo más pequeña posible. A esta cantidad de coagulante aplicada se le llama “dosis óptima de coagulante”.

Cuando la partícula de turbiedad queda atrapada por el coagulante deben quedar espacios vacíos en ella que le permitan juntarse con otra y formar el flóculos. Si agregamos menos cantidad de coagulante que la óptima a una partícula atrapada se le hace difícil encontrar a otra partícula atrapada para formar el flóculos.

Actividades de Mantenimiento: Se debe realizar una limpieza permanente de la estructura con el uso de herramientas apropiadas como escobillones y otros instrumentos apropiados

Ilustración 3

Flujograma para la dosificación de coagulantes



FLOCULADOR (MEZCLA LENTA)

La planta de tratamiento de agua potable de Pomabamba, cuenta con floculadores de tipo Alabama.

Objetivo: Realizar una agitación suave y moderada para formar los flóculos pesados para una buena sedimentación

Descripción: Una vez se aplica el coagulante pasa a la sección de mezcla lenta donde se utiliza los floculadores de tipo Alabama con flujo ascendente que permiten una activación de los componentes del coagulante con una trayectoria ascendente y descendente para formar un floc.

Operación diaria

- Verificar la aplicación del coagulante en el sistema de mezcla rápida.
- Mantener el caudal de diseño constantemente con el fin de garantizar un floc adecuado.
- Revisar la formación del floc y la dosis aplicada es la correcta tomando una muestra a la salida del Floculador.
- Validar que el tiempo de contacto en la unidad de mezcla lenta es el suficiente para la formación de los flóculos, garantizando un buen tamaño y un peso adecuado.

Actividades de mantenimiento

- Lavar la unidad cuando sea necesario, se debe programar ya que afecta la operación de la PTAP.
- Para el lavado de la unidad, abrir la válvula de entrada y desaguar la unidad.

SEDIMENTACIÓN
CÓDIGO: POM 03. PTAP

SEDIMENTACIÓN

La sedimentación es el proceso mediante el cual se promueve el depósito del material en suspensión por acción de la gravedad y que tengan peso específico mayor que el fluido.

Objetivo: Remover los flocs de gran tamaño que se han generado en la unidad de mezcla lenta.

Descripción: En esta cámara el floc queda atrapado en los módulos o colmenas de sedimentación para luego ser quitados en la limpieza del sedimentador que se realiza cuando se observa que está sucio por su actividad operativa.

Inspección preliminar:

- Verificar el desempeño de los procesos anteriores.
- Inspección visual.
- Funcionamiento de válvulas.

Operación

- Una distribución adecuada del caudal total entre todas las unidades de sedimentación
- La no existencia de placas rotas o desplazadas que pudiera aumentar la velocidad del agua a través de la zona de sedimentación.
- Una recolección uniforme del agua sedimentada, tanto entre los diferentes tubos o canales recolectores, como a lo largo de un mismo tubo o canal.
- Que en ninguna ocasión la altura del lodo decantado debe alcanzar la zona de entrada a la unidad, lo que provocaría un desplazamiento de estos fuera del sedimentador.

Operación diaria

- Verificar los procesos de las unidades de mezcla rápida y lenta
- Determinar la turbiedad del agua
- Inspeccionar que el sedimentador está removiendo el 90% o más de la turbiedad que ingresa
- Vigilar la fermentación de lodos
- Revisar si existen daños en la estructura e informarlos de manera inmediata
- Observar que todas las canaletas de aguas extraigan la misma cantidad de agua

Actividades de mantenimiento

- Para realizar el lavado de la unidad de sedimentación se debe programar con anterioridad y preferiblemente en época de verano
- El lavado se inicia deteniendo el funcionamiento total PTAP, se descarga el agua existente. Posteriormente cuando la unidad este completamente vacía, iniciar con la zona depósito de lodos y revisar canal de desagüe, empezando con el lavado usando agua a media presión de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo.
- Lavar canaletas de recolección de agua sedimentada
- Cerrar válvulas una vez terminado el lavado

FILTRACIÓN
CÓDIGO: POM 04 PTAP

FILTRACIÓN

La filtración del agua consiste en hacerla pasar por sustancias porosas que puedan retener o remover algunas de sus impurezas. Por lo general, se utiliza como medio poroso la arena soportada por capas de piedras, debajo de las cuales existe un sistema de drenaje.

Objetivo: Remover las impurezas y microorganismos que no fueron eliminados en los procesos anteriores, mediante filtros de capa triple

Descripción:

- Control de turbiedad del agua que ingresa a los filtros: el agua decantada debe llegar con una turbiedad menor a 5 UNT según lo recomendado por la norma de saneamiento ambiental del MINSA.
- Controlar las condiciones de los lechos filtrantes: los filtros deben contar con las condiciones óptimas de los lechos filtrantes de manera que garanticen una adecuada retención y eliminación de las impurezas.
- Lavado de filtros: periódicamente es necesario lavar los filtros debido a la colmatación del lecho.

Operación:

- Máxima remoción en la unidad de sedimentación
- Disposición del volumen de agua necesario para el lavado de los filtros
- Verificar el estado de las tres capas que hacen parte de los filtros
- Inspección visual sobre posibles escombros sobre el lecho filtrante
- Verificar que la línea de conducción hacia el tanque de almacenamiento se encuentra libre de obstáculos

Lavado de filtros:

Para lavar los filtros se invierte la corriente (el agua se introduce de abajo hacia arriba). A este proceso se le denomina de retrolavado. En el lavado, la arena que constituye el lecho filtrante se debe expandir en el agua.

Cuando la pérdida de carga del filtro alcanza 1,80 a 2,50 m (usualmente 2 m), se debe lavar de la siguiente manera:

1. Cerrar el ingreso de agua sedimentada.
2. Cerrar la salida de agua filtrada.
3. Abrir el desagüe.
4. Abrir la válvula de lavado (al principio, lentamente). Cuando el agua comience a caer en la canaleta de agua de lavado, iniciar el conteo de tiempo (tiempo de lavado).
5. Cerrar el ingreso de agua de lavado cuando el filtro esté limpio (lo cual se sabe por la clarificación y la ausencia de flóculos en el agua que rebalsa por la canaleta). Cuando el agua deja de correr en la canaleta, verificar el tiempo transcurrido entre el inicio y este instante (tiempo de lavado de cuatro a siete minutos, según la época del año: estiaje o creciente).
6. Cerrar el desagüe.
7. Abrir el ingreso de sedimentada.
8. Cuando el filtro este lleno, abrir el drenaje de fondo por un lapso de 2 a 3 minutos.
9. Cerrar el drenaje.
10. Llenar el filtro primero por el fondo; dejar una capa de agua de 0,10 m sobre la arena.
11. Cerrar el desagüe.
12. Abrir la salida de agua filtrada. El filtro está en uso.

CONTROL DE CLORACIÓN

CÓDIGO: POM 05 PTAP

Objetivo: Establecer los procedimientos mínimos a tener en cuenta durante la operación de los equipos empleados en la desinfección de agua para consumo humano.

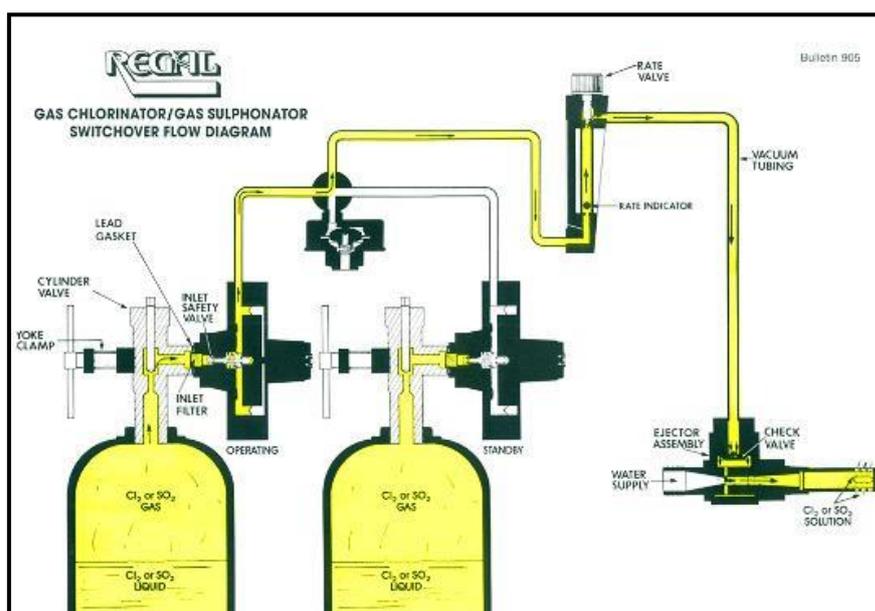
Instalación de Cloradores: Para instalar el equipo de cloración se debe tomar las siguientes precauciones:

- Contar con sistema de detección de fugas.
- Adecuada ventilación del área.
- Uso de equipos de protección personal (EPP) por el personal encargado de la dosificación de cloro.
- La instalación del cilindro de cloro debe instalarse sobre una balanza para controlar el consumo diario y llevar el control adecuado.

En el abastecimiento de cloro se debe considerar el tiempo de almacenamiento, se recomienda utilizar aquellos productos con mayor tiempo de almacenamiento.

Ilustración 4

Equipo clorador de gas



CONTROL DE RESERVORIOS

CÓDIGO: POM 06 PTAP

Objetivo: Este procedimiento describe las formas de operación, limpieza y desinfección a aplicarse a los reservorios disponibles

Descripción: La operación del reservorio se realizará de acuerdo a la necesidad establecida.

Se debe establecer horarios de máximo consumo y de menor consumo, a fin de programar el cierre de salida de agua a la red de distribución permitiendo mayor volumen de almacenamiento en el reservorio.

Limpieza:

- Para realizar la limpieza de los reservorios se debe cerrar el ingreso de agua y abrir la válvula de descarga o limpieza.
- Contar con un grupo de obreros con la indumentaria requerida y materiales de limpieza.
- Las superficies de las paredes internas y pisos deberán ser escobilladas con escobillas de fibra vegetal o nylon.
- Concluido el lavado el agua utilizada debe ser descargada y de quedar material acumulado esta debe ser removido teniendo cuidado que no ingrese a las tuberías de distribución.

ANEXO 4

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE LA RED DE SALUD CONCHUCOS



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



Pomabamba, 23 de setiembre 2022

OFICIO N° 868 -2022-REGIÓN- A-DIRES-A-RED-CN/DE/ODI-C/PAN-ASA-C/D

SR. JORGE ANTONIO MARILUZ JIMENEZ.

SOLICITANTE

ASUNTO : HACE LLEGAR INFORMACION SOLICITADA.

REFERENCIA : EXP.6402-FOLIO 01

Por medio del presente me dirijo a Usted para saludarlo cordialmente y a la vez hacerle llegar la información solicitada sobre datos físico químicos de la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano realizados por nuestra Unida Ejecutora, actividades de parámetros de campo (Temperatura, Cloro residual, HP, Turbiedad, Conductividad) datos obtenidos de forma mensual de la jurisdicción del ámbito poblacional de la Provincia de Pomabamba desde el mes de enero al mes de agosto del presente año, información para fines pertinentes.

Se adjunta: Cuadros de datos.

Es propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente



JAW/DE
DFGA/COI
CMAJ/CSERUMS
C.e.

Agua	Nombre	# Muestreo	# Muestra	Estado Muestr	Fecha Muestr	Fecha Finaliz	Lugar de Muestreo		Cloro	Conduct	pH	Tempe	Turbiedad
							Ubicación	Nombre					
nul		562591	1748439	Muestras de	18-01-2022	30-12-2021	Reservorio	RESERVORIO	1	113	7,6	12,6	6,66
nul		562591	1748440	Muestras de	18-01-2022	30-12-2021	Red de distrib	vivienda	0,5	113	7,7	12,3	4,39
nul		562591	1748441	Muestras de	18-01-2022	30-12-2021	Red de distrib	vivienda	0,2	114	7,7	14,1	7,25
nul		580868	1812099	Muestras de	10-02-2022	03-03-2022	Reservorio	RESERVORIO	0,77	98	7,7	15	3,9
nul		580868	1812100	Muestras de	10-02-2022	03-03-2022	Red de distrib	vivienda	0,5	100	7,6	15,2	6,3
nul		580868	1812101	Muestras de	10-02-2022	03-03-2022	Red de distrib	vivienda	0,43	86	7,7	16,3	8,09
nul		593856	1856630	Muestras de C	12-03-2022	29-03-2022	Reservorio	RESERVORIO	1,1	86	7,5	14,6	35,6
nul		593856	1856631	Muestras de C	12-03-2022	29-03-2022	Red de distrib	vivienda	0,9	88	7,6	15,4	28,7
nul		593856	1856632	Muestras de C	12-03-2022	29-03-2022	Red de distrib	vivienda	0,8	87	7,5	15,8	29,4
nul		612541	1920984	Muestras de	12-04-2022	28-04-2022	Reservorio	RESERVORIO	0	90	7,6	15	11,02
nul		612541	1920985	Muestras de	12-04-2022	28-04-2022	Red de distrib	vivienda	0	82	7,6	16,3	10,94
nul		612541	1920986	Muestras de	12-04-2022	28-04-2022	Red de distrib	vivienda	0	83	7,7	16,7	20,81
nul		612541	1921084	Muestras de	12-04-2022	28-04-2022	Red de distrib	vivienda	0	86	7,6	17	19,44
nul		612576	1921185	Muestras de	12-04-2022	28-04-2022	Reservorio	VISTA FLORID	0	97	7,6	16	12,6
nul		612576	1921186	Muestras de	12-04-2022	28-04-2022	Red de distrib	vivienda	0	87	7,7	16,8	9,3
nul		612576	1921187	Muestras de	12-04-2022	28-04-2022	Red de distrib	vivienda	0	99	7,7	16,9	9,8
nul		612576	1921188	Muestras de	12-04-2022	28-04-2022	Red de distrib	vivienda	0	91	7,2	17	10
nul		639719	2015522	Muestras de	10-05-2022	09-06-2022	Reservorio	RESERVORIO	1,8	92	7,6	13,3	10,3
nul		639719	2015523	Muestras de	10-05-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	1	108	7,7	14,6	9,6
nul		639719	2015524	Muestras de	10-05-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0,8	93	7,6	15,8	8,7
nul		639719	2015525	Muestras de	10-05-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0,6	88	7,5	16,5	9,7
nul		639732	2015558	Muestras de	10-05-2022	09-06-2022	Reservorio	VISTA FLORID	1,8	89	8	15,1	6,81
nul		639732	2015559	Muestras de	10-05-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0,9	82	7,6	18	3,43
nul		639732	2015560	Muestras de	10-05-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0,7	93	7,5	19,1	7,78
nul		639732	2015561	Muestras de	10-05-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0,6	89	7,7	16,9	5,25
nul		662018	2093524	Muestras de	01-06-2022	09-06-2022	Reservorio	RESERVORIO	0,05	142,4	8,7	15	6,08
nul		662018	2093526	Muestras de	01-06-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0,03	133,6	8,4	15,2	6
nul		662018	2093527	Muestras de	01-06-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0	134,2	8,3	14,5	4,56
nul		662018	2093604	Muestras de	01-06-2022	09-06-2022	Reservorio	PATSURAIRA	0	137	8,5	15	3,74
nul		662018	2093606	Muestras de	01-06-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0,02	133,9	8,3	14,3	3,42
nul		662037	2093607	Muestras de	01-06-2022	09-06-2022	Reservorio	VISTA FLORID	0,02	124,4	8,4	12	8,93
nul		662037	2093608	Muestras de	01-06-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0	125	8	12,3	4,3
nul		662037	2093609	Muestras de	01-06-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0	129	8,2	12,9	4,29
nul		662037	2093610	Muestras de	01-06-2022	09-06-2022	Red de distrib	vivienda	0	123,1	8,1	13	6,46
nul		666295	2108232	Muestras de	12-07-2022	26-07-2022	Reservorio	RESERVORIO	1	90	8,1	14	4,1
nul		666295	2108233	Muestras de	12-07-2022	26-07-2022	Red de distrib	vivienda	0,7	92	8,2	14,6	3,9
nul		666295	2108234	Muestras de	12-07-2022	26-07-2022	Red de distrib	vivienda	0,8	91	8	14	4
nul		666361	2108468	Muestras de	12-07-2022	26-07-2022	Reservorio	VISTA FLORID	3	92	7,8	16	8,2
nul		666361	2108469	Muestras de	12-07-2022	26-07-2022	Red de distrib	vivienda	1	86	7,4	19,1	2,6
nul		666361	2108470	Muestras de	12-07-2022	26-07-2022	Red de distrib	vivienda	1,5	99	7,9	20,1	2,9
nul		690749	2193804	Muestras de	17-08-2022	26-07-2022	Reservorio	RESERVORIO	0	75	7,9	12,4	0,4
nul		690749	2193805	Muestras de	17-08-2022	26-07-2022	Red de distrib	vivienda	0	75	7,6	14,1	0,3
nul		690749	2193806	Muestras de	17-08-2022	26-07-2022	Red de distrib	vivienda	0	68	7,8	14,5	0,3
nul		690831	2194100	Muestras de	17-08-2022	26-07-2022	Reservorio	VISTA FLORID	0	77	7,8	18,7	1,5
nul		690831	2194101	Muestras de	17-08-2022	26-07-2022	Red de distrib	vivienda	0	65	7,5	19,7	1,0
nul		690831	2194102	Muestras de	17-08-2022	26-07-2022	Red de distrib	vivienda	0	80	7,9	19,8	10,7



ANEXO 5

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DEL LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL – UNASAM



INFORME DE ENSAYO AG220452

CLIENTE	Razón Social : JORGE ANTONIO MARILUZ JIMENEZ Dirección : Jr. Huamachuco 770 - Pomabamba Atención : Jorge Antonio Mariluz Jimenez
MUESTRA	Producto declarado : Agua de Río Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial Procedencia : Vista Florida Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220348
MUESTREO	Responsable : Muestra proporcionada por el cliente Referencia: : No indica
LABORATORIO	Fecha de recepción : 23/Septiembre/2022 Fecha de análisis : 23 de Septiembre - 30 de Septiembre/2022 Colización N° : CO220431

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M - 01
					Fecha de muestreo ¹	22/09/2022
					Hora de muestreo ¹	17:35
					Código del Laboratorio	AG220754
FQ ANALISIS FISIQUIMICOS						
FC28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C	1		54
FC33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ²⁻	Bario sulfato, turbidimétrico	1.0		29.5
CM INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1		28
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D	1		14

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 ed. Edición 2017

¹Datos proporcionados por el cliente

"Fin del Informe de Ensayo"

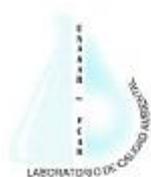
Huacaz, 30 de Septiembre de 2022




MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Los resultados de los ensayos 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.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Los cambios de muestras o matrices diferentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG220453

CLIENTE
 Razón Social : JORGE ANTONIO MARLUZ JIMENEZ
 Dirección : Jr. Huamachuco 770 - Pomabamba
 Atención : Jorge Antonio Marluz Jimenez

MUESTRA
 Producto declarado : Agua de Rio
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : Fauribamba
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220948

MUESTREO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 23/Septiembre/2022
 Fecha de análisis : 23 de Septiembre - 30 de Septiembre/2022
 Cotización N° : CO220431

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M - 02
					Fecha de muestra ¹	22/09/2022
					Hora de muestra ¹	17:10
					Código del Laboratorio	AG220755
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ26	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C	1		46
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻²	Bario sulfato, turbidimétrico	1.0		26.5

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 20th. Edition-2017

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 30 de Septiembre de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



Mario Leyva Coñas
MSc. Quím. Mario Leyva Coñas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 604

Los resultados de los ensayos 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.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de preservabilidad.