



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE DEL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD DE MACAS-
ECUADOR EN EL AÑO 2022**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: DENNIS JASMANY GÓMEZ RIVADENEIRA

DIRECTOR: Ing. JAVIER IGNACIO BRIONES GARCÍA Msc.

Macas – Ecuador

2023

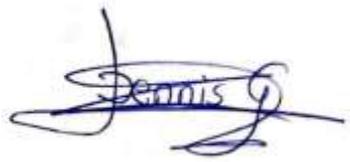
© 2023, Dennis Jasmany Gómez Rivadeneira

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, DENNIS JASMANY GÓMEZ RIVADENEIRA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 17 de febrero de 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Dennis", with a stylized flourish extending to the right.

Dennis Jasmany Gómez Rivadeneira

C.I.: 1400480396

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD DE MACAS-ECUADOR EN EL AÑO 2022**, realizado por el señor: **DENNIS JASMANY GÓMEZ RIVADENEIRA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos y legales en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Patricio Vladimir Méndez Zambrano, Mg. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023 – 02 – 17
Ing. Javier Ignacio Briones García, Msc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023 – 02 – 17
Dra. Susana Monserrat Segovia Cáceres, Msc. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023 – 02 – 17

DEDICATORIA

El camino al éxito siempre va con quienes te acompañan incondicionalmente, este trabajo le dedico a mis padres y hermanos que me han acompañado en todo momento aconsejándome, cuidándome y dándome fortaleza para continuar a lo largo de mis metas trazadas.

Dennis

AGRADECIMIENTO

El resultado de este trabajo, expreso un profundo agradecimiento, aquellas personas que forman parte de su culminación, quienes con su ayuda y comprensión me alentaron a lograr esta meta propuesta. Mi agradecimiento, va dirigido especialmente a mis padres, quienes nunca dejaron de apoyarme. A mis profesores que desde la infancia han venido moldeando mi camino, al ingeniero que fue mi director de tesis, quien supo creer en mi capacidad y orientarme sin interés alguno, para culminar esta investigación.

También deseo agradecer a la ESPOCH, noble institución en la cual tuve el placer de formarme como profesional, siempre gracias.

Dennis

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	6
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	6

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. <i>Agua</i>	8
2.2.2. <i>Agua potable</i>	8
2.2.2.1. <i>Propiedades generales del agua potable</i>	10
2.2.2.2. <i>Calidad del agua potable</i>	10
2.2.3. <i>Características del agua potable</i>	10
2.2.3.1. <i>Características físicas</i>	10
2.2.3.2. <i>Características químicas</i>	11
2.2.3.3. <i>Características microbiológicas</i>	13
2.2.3.4. <i>Características radiológicas</i>	15
2.2.3.5. <i>Sistemas de abastecimiento de agua potable</i>	15
2.2.4. <i>Proceso de potabilización</i>	17
2.2.4.1. <i>Coagulación</i>	17

2.2.4.2.	<i>Sedimentación</i>	18
2.2.4.3.	<i>Flotación</i>	18
2.2.4.4.	<i>Filtración</i>	19
2.2.4.5.	<i>Desinfección</i>	20
2.2.4.6.	<i>Tratamientos especiales</i>	21
2.2.5.	Marco Legal	21
2.2.5.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador</i>	21
2.2.5.2.	<i>Gobiernos Autónomos Descentralizados</i>	22
2.2.5.3.	<i>Sectores estratégicos, servicios y empresa públicas</i>	22
2.2.5.4.	<i>Biodiversidad y recursos naturales</i>	22
2.2.5.5.	<i>Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente</i>	23
2.2.5.6.	<i>Norma Técnica Ecuatoriana – Agua Potable 1108</i>	24
2.2.5.7.	<i>Ordenanza de gestión del servicio de agua potable y saneamiento en el cantón Morona</i>	24

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	26
3.1.	Metodología de la investigación	26
3.1.1.	Tipo de investigación.....	26
3.1.1.1.	<i>Análisis de la red de distribución</i>	26
3.1.1.2.	<i>Ubicación de los puntos de muestreo</i>	26
3.1.1.3.	<i>Toma de muestras</i>	26
3.1.2.	Método de investigación	27
3.1.3.	Enfoque de la investigación	27
3.2.	Diseño de estudio	27
3.2.1.	Elaboración del mapa de la calidad del agua	27
3.2.2.	Variables	28
3.2.2.1.	<i>Variable independiente</i>	28
3.2.2.2.	<i>Variable dependiente</i>	28
3.2.3.	Técnicas	28
3.2.3.1.	<i>Observación</i>	28
3.2.3.2.	<i>Revisión documental</i>	28
3.2.4.	Área de estudio	29
3.2.5.	Selección de puntos de muestreo	30
3.2.6.	Toma de muestras	31
3.2.6.1.	<i>Toma de muestras para análisis fisicoquímicos</i>	31

3.2.6.2.	<i>Toma de muestras para análisis microbiológicos</i>	31
3.2.6.3.	<i>Materiales e insumos en la toma de muestras</i>	32
3.2.6.4.	Manejo de muestras	33
3.2.7.	<i>Métodos de evaluación estandarizados</i>	34

CAPÍTULO 4

4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	37
4.1.	Análisis del sistema de abastecimiento	37
4.2.	Análisis de parámetros in-situ	39
4.2.1.	<i>Turbiedad</i>	39
4.2.2.	<i>pH</i>	40
4.2.3.	<i>Temperatura</i>	42
4.3.	Análisis de laboratorio	43
4.3.1.	<i>Cloro libre residual</i>	43
4.3.2.	<i>Nitritos</i>	44
4.3.3.	<i>Nitratos</i>	45
4.3.4.	<i>Fluoruro</i>	47
4.3.5.	<i>Cobre</i>	48
4.3.6.	<i>Monocloraminas</i>	49
4.3.7.	<i>Coliformes totales*</i>	50
4.4.	Comparación de resultados y norma INEN-NTE 1108:2014	51
4.4.1.	<i>Resultados en la planta de tratamiento de Jimbitono PM-1</i>	51
4.4.2.	<i>Resultados en la planta de tratamiento de San Isidro PM-2</i>	53
4.4.3.	<i>Resultados en el barrio Sangay en los Tanques de Reserva (R2) (PM-3)</i>	54
4.4.4.	<i>Resultados en el Barrio La Loma (PM-4)</i>	55
4.4.5.	<i>Resultados en el barrio Centro</i>	56
4.4.6.	<i>Resultados en el barrio 27 de Febrero</i>	57
4.4.7.	<i>Resultados en el barrio Naranjal</i>	58
4.4.8.	<i>Resultados en el barrio El Rosario</i>	59
4.5.	Mapa de identificación	60

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1.	Conclusiones	62
5.2.	Recomendaciones	64

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Contaminantes de origen biológico (propiedades físicas del agua).....	11
Tabla 2-2:	Categorización de las fuentes de componentes químicos.....	12
Tabla 3-2:	Parámetros químicos y valores referenciales.....	12
Tabla 4-2:	Agentes patógenos transmitidos a través del agua potable.....	14
Tabla 5-2:	Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.....	23
Tabla 1-3:	Ubicación de los puntos de muestreo	31
Tabla 2-3:	Etiqueta de las muestras	32
Tabla 3-3:	Resumen de métodos de evaluación estandarizados	34
Tabla 1-4:	Turbiedad medida en cada punto de muestreo	39
Tabla 2-4:	pH medida en cada punto de muestreo.....	41
Tabla 3-4:	Temperatura medida en cada punto de muestreo	42
Tabla 4-4:	Cloro libre residual medido en cada punto de muestreo.....	43
Tabla 5-4:	Nitritos medidos en cada punto de muestreo.....	44
Tabla 6-4:	Nitratos medidos en cada punto de muestreo	46
Tabla 7-4:	Fluoruros medidos en cada punto de muestreo	47
Tabla 8-4:	Cobre medido en cada punto de muestreo.....	48
Tabla 9-4:	Monocloraminas medidas en cada punto de muestreo	49
Tabla 10-4:	Coliformes ftotales medidas en cada punto de muestreo.....	50
Tabla 11-4:	Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-1	52
Tabla 12-4:	Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-2	53
Tabla 13-4:	Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-3	54
Tabla 14-4:	Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-4	55
Tabla 15-4:	Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-5	56
Tabla 16-4:	Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-6	57
Tabla 17-4:	Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-7	58
Tabla 18-4:	Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-8	59
Tabla 19-4:	Valoración general de la calidad del agua potable	60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Continuidad del suministro de agua potable sector urbano (2019).....	9
Ilustración 2-2:	Continuidad del suministro de agua potable sector urbano (2019).....	9
Ilustración 3-2:	Captación de agua superficial	16
Ilustración 4-2:	Proceso de coagulación.....	18
Ilustración 5-2:	Proceso de sedimentación.....	18
Ilustración 6-2:	Proceso de filtración	19
Ilustración 7-2:	Proceso de potabilización del agua	20
Ilustración 1-3:	División política del cantón Morona.....	29
Ilustración 2-3:	Ubicación de los puntos de muestreo.....	30
Ilustración 3-3:	Toma de muestras	32
Ilustración 4-3:	Transporte de muestras	33
Ilustración 1-4:	Sistema de abastecimiento de agua potable - Macas	38
Ilustración 2-4:	Turbiedad del agua.....	40
Ilustración 3-4:	pH del agua	41
Ilustración 4-4:	Temperatura del agua.....	42
Ilustración 5-4:	Cloro libre residual en el agua	44
Ilustración 6-4:	Nitritos en el agua	45
Ilustración 7-4:	Nitratos en el agua	46
Ilustración 8-4:	Fluoruro del agua.....	47
Ilustración 9-4:	Cobre en el agua	48
Ilustración 10-4:	Monocloraminas en el agua	50
Ilustración 11-4:	Coliformes totales en el agua.....	51
Ilustración 12-4:	Mapa de identificación de calidad del agua potable en Macas	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: NORMA INEN NTE 1108:2014

ANEXO B: FICHA DE OBSERVACIÓN

ANEXO C: RESULTADOS INDIVIDUALES DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS
DEL AGUA

ANEXO D: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

ANEXO E: PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DE LABORATORIO
MICROBIOLÓGICAS

ANEXO F: ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento de la ciudad de Macas, mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos mediante el muestreo de diferentes barrios de la ciudad. El presente trabajo se utilizó la metodología mediante la revisión de planos de la infraestructura del sistema de abastecimiento y con la ayuda del programa AutoCAD se identificó los principales materiales utilizados con hormigón armado en las plantas de tratamiento y tanques de almacenamiento, mientras que en la red de distribución está formado por tuberías de diferentes diámetros y material como el asbesto cemento y PVC. Para nuestra selección de los puntos de muestreo fueron tomados en cuenta los barrios elegidos con mayor constancia de análisis de agua potable por el GAD Municipal. El estudio se desarrolló con la toma de muestras de agua en ocho diferentes puntos de muestreo en un periodo de tres meses (mayo, junio y julio de 2022), con un intervalo de un mes por cada muestra. El estudio consiste en el análisis de diez parámetros como son la turbiedad, pH, temperatura, cloro libre residual, cobre, fluoruros, nitratos, nitritos, Monocloraminas y coliformes fecales, analizados con métodos bajo la norma NTE-INEN 1108_2014, y los resultados comparados con los límites permisibles de la misma norma. Mediante los resultados de los análisis se comprobó que el parámetro de la turbidez se encuentra por encima del límite permitido, con un valor total en el sistema de abastecimiento de 9,33 NTU, y en la PTAP de Jimbitono con valores de turbiedad de 12,13 NTU, un pH 5,67 y cloro libre residual de 3,11 mg/L. Se recomienda la construcción de tanques de reposo antes de que ingrese el agua tratada al sistema de abastecimiento con el fin de reducir los valores de los parámetros analizados.

Palabras clave: <AGUA POTABLE>, <FISICOQUÍMICOS>, <MICROBIOLÓGICOS>, <SISTEMA DE ABASTECIMIENTO>, <TURBIDEZ>, <pH>.

0507-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The objective of the study was to evaluate the quality of drinking water in the supply system located in the Macas city through physicochemical and microbiological analysis by sampling different neighborhoods of the city. The research work used the methodology by reviewing plans of infrastructure of the supply system, and with the help of the AutoCAD program identified the main materials used with reinforced concrete in the treatment plants and storage tanks; while in the distribution network is formed by pipes of different diameters and material such as: asbestos cement and PVC. For the selection of the sampling points, it took into account the neighborhoods chosen by the Municipal Government with the highest number of drinking water analysis records. The study was developed by taking water samples at eight different sampling points over a period of three months (May, June and July 2022) with an interval of one month for each sample. The study consists in the analysis of ten parameters such as: turbidity, pH, temperature, residual free chlorine, copper, fluorides, nitrates, nitrites, Monochloramines and fecal coliforms; being analyzed with methods under the NTE-INEN 1108_2014 standard, and the results compared with the permissible limits of the same standard. Through the results of the analyses, it was found that the turbidity parameter is above the permissible limit with a total value in the supply system of 9.33 NTU, and in the Jimbitono PTAP with turbidity values of 12.13 NTU, pH 5.67, and residual free chlorine of 3.11 mg/L. Finally, it is recommended the construction of settling tanks before the treated water enters into the supply system in order to reduce the values of the parameters analyzed.

Keywords: <DRINKING WATER>, <PHYSICO-CHEMICAL>, <MICROBIOLOGICAL>, <SUPPLY SYSTEM>, <TURBIDITY>, <pH>.



By: Mauricio Martínez P

0602902504

INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para las diferentes formas de vida y de vital importancia, en la actualidad este es denominado como recurso no renovable (Ministerio de Salud Pública; Subsecretaría Nacional de Promoción de la Salud e Igualdad; Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019, p. 8) y por su constante contaminación que se ha tomado conciencia en cuanto a su conservación y preservación en nuestro ambiente (Montenegro & Tapia, 2014, p. 26), el acceso al agua va a depender de muchos factores incluyendo la disponibilidad de agua en el ámbito urbano, los aspectos económicos de su obtención y sobre todo su calidad (García et al., 2010, p. 125).

Según (Ballesterero et al, 2015, p. 9) informa que existe una deficiencia en el acceso al agua potable y una escasa cobertura de agua potable, con la más baja en Ecuador y Paraguay con (57% y 43,6%, respectivamente) y la más elevada en Chile con (99%), mediante los procesos de deterioro ambiental como las contaminaciones por descargas humanas y desechos generados en poblaciones e incremento de demanda del agua potable acompañados con el cambio climático han ido cambiando las características fisicoquímicas y causado un delimitado acceso al agua (Ministerio de Salud Pública; Subsecretaría Nacional de Promoción de la Salud e Igualdad; Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019, p. 9).

La calidad del agua de consumo humano se la utiliza para todo uso doméstico, para preparar nuestros alimentos, para beber, para la higiene personal, a la vez se puede necesitar agua de mayor calidad como usos farmacéuticos, para diálisis renal y producción de alimentos (Organización Mundial de la Salud, 2018, p. 9), así abarca a una mayor población y llega a cubrir con el servicio de agua potable a nivel nacional un 70,1%, de manera suficiente y libre de contaminación biológica (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016, p. 2), por lo que su composición no debe presentar ningún riesgo a la salud humana a lo largo de sus vidas (Organización Mundial de la Salud, 1998, p. 19).

Las Naciones Unidas pronostica para el año 2025 un 56% el aumento en la demanda del suministro de agua potable y que contara con un tratamiento de saneamiento más eficaz, reduciendo el 70% la mortalidad (Mengo, 2005, p. 2),

Su sistema de abastecimiento de agua potable cuenta con una infraestructura para la captación, almacenamiento, conducción, bombeo, tratamiento y distribución (Comisión Nacional del Agua, 2007, p. 9). El sistema de abastecimiento conlleva a dotar de agua a las ciudades con un volumen y presión apto para satisfacer el aumento en la demanda de consumo de agua potable (Pérez, 2020, p. 15) y es un derecho el acceso al agua salubre y limpia como lo dicta el artículo 57 de la “Ley

Orgánica de Recursos Hídricos, usos y Aprovechamiento del Agua” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014, p. 18).

La Ilustre Municipalidad del Cantón Morona y su departamento de la “Dirección de Gestión de Agua Potable y Alcantarillado” (DGAPA) es la unidad operativa que aplica las ordenanzas, gestiones y propuestas de optimización de los sistemas de abastecimientos de agua potable (Gobierno Municipal del cantón Morona, 2015, p. 2), cumplimiento de protocolos y equipos necesarios para captarla, almacenarla, purificarla y transportarla hasta los hogares de manera adecuada, garantizando la calidad de agua potable suministrada disminuyendo el riesgo a enfermedades y muertes de los pobladores (Cárdenas & Patiño, 2010, p. 10), como lo demuestra un análisis realizado por el Municipio de Morona en el mes de abril de 2022 determinó que la calidad del agua se encuentra en óptimas condiciones, de uso y consumo, cumpliendo la normativa NTE INEN 1108:2014 del agua potable.

En la presente investigación se evaluará la calidad del agua potable de la red de abastecimiento de la ciudad de Macas, mediante análisis físico-químicos y microbiológicos, para la evaluación se procederá al muestreo de sitios estratégicos de la ciudad y sus resultados se compararán con los niveles permisibles según la Norma INEN 1108 (sexta edición) y la diferencia de que en este caso exista entre dos plantas de tratamiento con distinto material en su sistema de red, cuenta con una tubería de asbesto y una tubería de Policloruro de Vinilo (PVC).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La parroquia urbana Macas es la cabecera cantonal del cantón Morona y se ubica en la zona céntrica de este, con una extensión de 55 kilómetros cuadrados. Limita territorialmente al norte con la parroquia General Proaño, al sur con la parroquia Río Blanco, al este con la parroquia Sevilla Don Bosco y al oeste con las parroquias Alshi (9 de octubre) y Río Blanco. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el último censo poblacional realizado en el año 2010, identificó una población en el cantón Morona de aproximadamente 41 155 habitantes, de los cuales 19 176 se asientan en la parroquia de Macas.

La provincia de Morona Santiago se ubica entre las cuencas hidrográficas de los ríos Pastaza, Morona y Santiago que son afluentes del río Amazonas. La cuenca media del río Pastaza le corresponde a Morona Santiago y se constituye por las subcuencas de los ríos Llusín-Chuyallushin-Amundalo-Las Juntas, Palora, Chiguaza, Huasaga, Drenajes al río Pastaza. La cuenca del río Morona ubicada en la zona centro-oriental de la provincia se forma por las subcuencas hidrográficas de los ríos Mangosiza, Cushumi-Rakpaimain-Wawani-Wichine, Cangaimé, Macuma y Morona-Wichimi-Pumpuentza. Finalmente, la cuenca del río Santiago es la que cubre el mayor territorio geográfico de la provincia y se constituye por las subcuencas de los ríos Yaupi, Upano, Paute-Negro, Namangoza, Zamora, Coangos, Drenajes al río Santiago, Bomboiza, Chuchumbleza y Machinaza-Quimi, estas cuencas y subcuencas constituyen los afluentes de agua para potabilización, distribución y consumo de los habitantes.

El sistema de abastecimiento de agua para el cantón Morona se compone por dos captaciones de agua superficial, una ubicada en la parroquia San Isidro en la ribera del río Quebrada y la otra en la comunidad de Jimbitono en la ribera del río Abanico. La captación de la comunidad de Jimbitono está ubicada a una distancia de 8 km de Macas y tiene un caudal de 180 l/s y un caudal tratado de 45 l/s. El caudal tomado desde la captación es transportado 1 200 metros hasta la planta de tratamiento a través de tuberías PVC de 400 milímetros de diámetro a cuatro tanques cilíndricos de recolección y reserva de 1 000 m³, 1 000 m³, 50 m³ y 50 m³, para después recorrer 5 kilómetros hasta las acometidas de la ciudad a través de tubería PVC de diámetro de 355 y 315 milímetros.

En la ciudad de Gualaquiza ubicada en el extremo sur de la provincia de Morona Santiago, se realizaron ensayos físicos, químicos y bacteriológicos sobre las muestras de agua cruda, agua tratada y agua de la red de distribución aplicando una investigación longitudinal en un periodo de once meses. Estos análisis establecieron que el agua cruda en el punto de captación es de tipo A1 según las normas del Consejo de las Naciones Europeas para aguas superficiales destinadas a la potabilización: el agua potabilizada cumple con los lineamientos establecidos y es apta para el consumo humano (Mejía. 2010, p. 2).

1.2. Planteamiento del problema

Las alteraciones ambientales producidas por el cambio climático, contaminación del agua, suelo y la pérdida de la biodiversidad representa el 26% de muertes de niños con edades menores a los 5 años por ingesta de agua de mala calidad, anualmente, y equivale a las dos terceras partes de muertes recurrentes en países en vías de desarrollo principalmente en América Latina debido a la deshidratación, pérdida de electrolitos por diarrea, detonando en anemia, parasitosis y la muerte. En este contexto, más de 13 millones de habitantes urbanos en América Latina no tienen acceso a fuentes de agua potable de calidad y un aproximado a 61 millones no tienen acceso a instalaciones sofisticadas de saneamiento, afectando el desarrollo del sector rural y urbano.

La Constitución de la República del Ecuador del 2008, hace mención al acceso al agua potable de calidad y garantizado por el Estado, Ecuador cumpliendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible realizó una Estrategia Nacional de Calidad del Agua (ENCA) con la finalidad del mejoramiento y la seguridad alimentaria el control y la vigilancia de agentes contaminantes de las fuentes naturales en el Ecuador con estrategias técnicas, normativas y de gestión, sin embargo hay un déficit al acceso al agua potable que representa la tercera parte de la población y en el sector rural no cuentan con tratamiento de aguas superficiales relacionado a la falta de presupuestos y técnicas de las Juntas Administradoras de Aguas, por lo cual causa enfermedades como las diarreas severas a niños en un 25% a nivel nacional y 3 de cada 10 niños sufren de desnutrición crónica infantil, llegando a ser un punto de interés importante para la salud y el desarrollo del país, región, ciudades o comunidades. En la provincia de Morona Santiago se dedica al tratamiento por sus aguas superficiales, pero existe una decadencia en las zonas rurales ya que no cuentan con plantas de tratamientos de aguas donde existe un mayor porcentaje de déficit al acceso al agua potable, de la misma forma Macas cuenta con la planta de tratamiento de agua potable en Jimbitono que lleva más de 30 años en funcionamiento sin reestructuración de los procesos. No existen mejoras en el proceso de tratamiento para lograr satisfacer el aumento en la demanda de consumo de agua.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Morona a través del Departamento de Gestión de Agua Potable y Alcantarillado tiene la responsabilidad de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua potable desde el año 1989, contando hasta el año 2014 con un total de 5 573 medidores en instalaciones residenciales, comerciales e industriales. El estudio llevado a cabo por Montenegro y Tapia (2014, p. 255) muestra que los promedios mensuales de índice de gestión de calidad de agua potable son mejores en julio, agosto, octubre y noviembre de 2013; es decir, la calidad del agua potable varía a través del tiempo.

El desafío a nivel mundial sobre la calidad de agua tiene como objetivos de desarrollo sostenible concepto relacionado a la sostenibilidad e integridad, demanda iniciativas mundiales, regionales y locales. Sin embargo, a estos recursos naturales se les consideran como no renovables y se encuentran en proceso de agotamiento, por ende, la necesidad e importancia de un ordenamiento político público para el manejo eficiente del recurso hídrico, tratamientos de aguas, conservación de los ecosistemas y desechos sólidos para reducir la acumulación de desechos en las aguas y disminuir recursos en el tratamiento de aguas superficiales que son las más propensas a contaminación.

En función de lo expuesto, el presente trabajo investigativo se plantea la siguiente interrogante: ¿la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento de la ciudad de Macas – Ecuador en el año 2022 es apta para el consumo humano según la norma técnica NTE INEN 1108:2014?

1.3. Justificación

Actualmente, la prestación de servicio de agua potable para la ciudad de Macas a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Morona está sujeto a investigaciones tanto académicas como gubernamentales; por lo tanto, esta investigación se justifica en la necesidad real de determinar la calidad del agua según los criterios establecidos por la institución de regulación acreditada a nivel nacional; además, existe la necesidad de generar registros documentales periódicos.

La investigación propuesta busca mediante la aplicación de las teorías, conceptos y técnicas propias de la física, química y microbiología a través de los análisis de laboratorio de muestras de agua de la Planta de Tratamiento del sector Jimbitono, San Isidro y barrios de la ciudad de Macas y determinar los valores numéricos de parámetros físicos-químicos y microbiológicos que establecen la calidad del agua, esto permitirá al investigador contrastar los resultados obtenidos con los límites máximos permisibles establecidos en la norma técnica NTE INEN 1108:2014.

Para lograr los objetivos de estudio se requiere conocer las características de infraestructura del sistema de abastecimiento de agua potable, es decir, la vertiente de captación, planta de tratamiento y redes de distribución. Además, se utiliza la recolección de muestras a través de las técnicas de muestreo in situ y su procesamiento en el laboratorio de la planta de tratamiento de San Isidro. La factibilidad del proyecto radica en la colaboración bilateral existente entre la Institución de Educación Superior y la Municipalidad del cantón Morona. Los beneficiarios de este proyecto serán: la institución académica por el aporte a los procesos de formación, la municipalidad por la realización de evaluaciones que garantizan su accionar en favor de los habitantes de la ciudad, y la ciudadanía en general porque este estudio asegurará la calidad del agua de consumo diario y, por ende, reducirá los problemas más recurrentes en las enfermedades por alimentos y aguas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento de la ciudad de Macas-Ecuador en el año 2022 mediante la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en función de lo establecido por la norma técnica NTE INEN 1108:2014.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar la estructuración del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Macas.
- Evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en las muestras de aguas del sistema de abastecimiento de la ciudad de Macas.
- Comparar los resultados de los parámetros físico-químicos y microbiológicos obtenidos respecto a los valores establecidos relacionados con la norma INEN 1108 para la administración y regulación del servicio de agua potable y alcantarillado de la calidad del agua para consumo humano en la ciudad de Macas.
- Diseñar un mapa de la evaluación de la calidad del agua potable en Macas con la utilización del programa ArcGIS.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes de la investigación

La evaluación de la calidad del agua de los sectores Corazón de María y Zhirincay de la junta administradora de agua potable regional Bayas del cantón Azogues desarrollado mediante una investigación analítica descriptiva y experimental, analizó 18 muestras de líquido en un periodo de tiempo de 8 semanas con análisis fisicoquímicos. Se obtuvieron como resultados valores de color, turbidez, nitritos, nitratos y cloro libre dentro de los límites máximos permisibles en la norma técnica NTE INEN 1108:2014; por otro lado, las pruebas de pH, sulfatos, dureza total cumplen con los valores indicados en la norma NTE INEN 1108:2006< y los parámetros de alcalinidad y conductividad están dentro de los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud. En conclusión, el agua potable es óptima para el consumo humano (Arpi & Yunga, 2015, p. 2).

Así también, el trabajo realizado por Jaramillo (2019, p. xii) cuya intención fue evaluar la calidad del agua suministrada al barrio Urauco de la parroquia Lloa, cantón Quito mediante una investigación de campo que inició con la visita técnica y la observación de las redes de distribución del líquido, posteriormente se tomaron muestras de agua antes y después del proceso de desinfección, así como en el ingreso de las acometidas domiciliarias y de las fuentes de abastecimiento internas en los hogares. Al finalizar los análisis de laboratorio se determinó que el agua es apta para el consumo humano.

En la provincia de Pastaza le Empresa Pública Municipal de agua potable y alcantarillado de Pastaza utiliza análisis fisicoquímicos para determinar la calidad del agua, por tal razón, esta institución elabora informes técnicos de análisis de las características del líquido, el presentado en el año 2022 indica que la calidad del agua es apta para consumo humano (Medina, 2022, p. 5).

El cantón Francisco de Orellana para garantizar la salud de sus habitantes realiza mensualmente monitoreos del recurso hídrico proveniente del Río Payamino (captación de agua), posteriormente los análisis fisicoquímicos de las propiedades del agua en los tanques de reserva de la planta de tratamiento sector “Los Álamos” y en las acometidas individuales de los hogares, centros comerciales e industrias de la ciudad. El Ing. Luis Morocho, Analista de calidad de agua de las plantas urbanas y rurales, presentó el informe correspondiente al mes de agosto de 2021 en el que indica que, los análisis realizados a las muestras de agua de captación cumplen con los límites

máximos permisibles en la norma de TULSMA; mientras que, las muestras de agua de la planta de tratamiento y acometidas de agua en la ciudad están dentro de los límites permisibles en la norma NTE INEN 1108:2014, por lo tanto, el agua es apta para el consumo humano (Morochó, 2021, p. 2).

El sistema de agua potable Monjas – Chordeleg de la parroquia Zhidmad del cantón Gualaceo tiene un sistema de cuatro conducciones de PVC, planta de tratamiento con tres tanques de reserva y una red de distribución integrada por 37 tanques rompe presiones y 9 válvulas de aire. La evaluación de la calidad de agua realizada en el año 2017 a través de parámetros fisicoquímicos. En el área de captación en verano el agua es de buena calidad, pero en invierno la calidad disminuye significativamente según los criterios establecidos en la norma TULAS. En la planta de tratamiento el agua tanto en verano como en invierno cumple con las normas de calidad de la norma TULAS. Finalmente, en la red de distribución en épocas veraniegas las características del agua son de excelente calidad, pero en invierno la turbiedad y color superan el límite máximo permitido por la norma NTE INEN 1108 (Ulloa, 2017, pp. 52-54).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

El agua es la sustancia cuyas moléculas están constituidas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Es considerado el elemento químico más abundante en el planeta Tierra, además, todos los organismos vivos están compuestos por un porcentaje determinado de agua (Guerrero, 2006, p. 13).

El agua existe en la naturaleza en tres estados naturales: sólido, líquido y gaseoso y cumple un ciclo continuo entre estas fases.

2.2.2. Agua potable

El agua potable es aquella sustancia líquida que después de haber sido tratada es apta para el consumo humano, es decir, que puede utilizarse de forma directa para beberla o preparar alimentos sin que exista algún tipo de riesgo para la salud del individuo.

Es importante recalcar que, el 97.5% del agua de la superficie terrestre se encuentra en los océanos y mares de agua salada y solo el restante 2.5% es agua dulce. Adicionalmente, el 69% del total de agua dulce del planeta se encuentra en los polos y cumbres de los nevados y montañas en estado sólido (Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarilado de Mazatlán, 2022, párr. 1). Por lo tanto, la cantidad de agua dulce líquida que puede potabilizarse para el consumo humano es reducida.

Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2019, muestra que, en este año, a nivel urbano los Gobiernos Autónomos Descentralizados de las regiones Sierra y Amazonía tienen mayor continuidad en el servicio de agua potable (23 h/día); mientras que, la región insular tiene un mínimo de continuidad de servicio de 9 h/día. En el sector rural la continuidad promedio del servicio es menor (Agencia de Regulación y Control del Agua; Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019, p. 13).

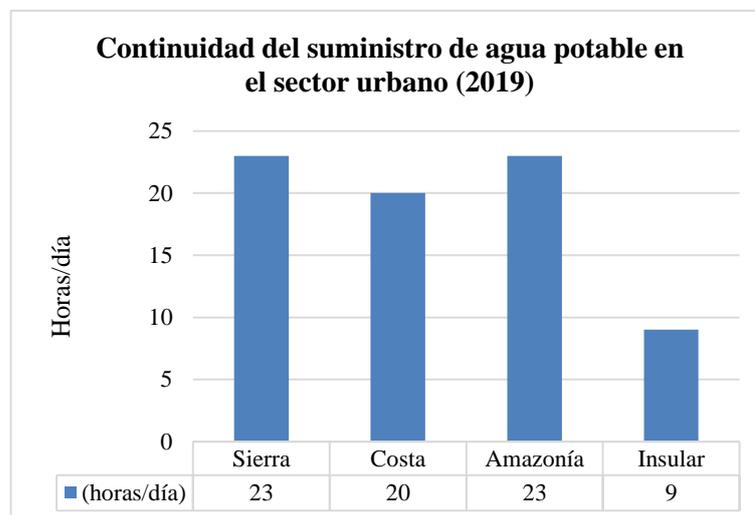


Ilustración 1-2: Continuidad del suministro de agua potable sector urbano (2019)

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019.

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

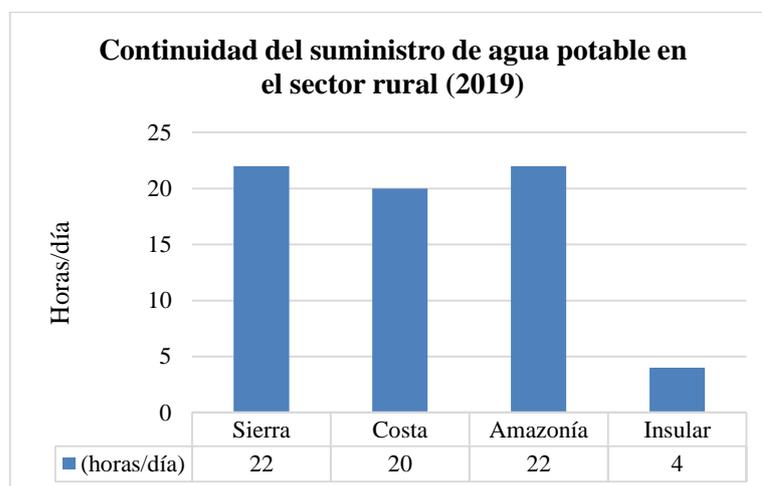


Ilustración 2-2: Continuidad del suministro de agua potable sector urbano (2019)

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019.

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

2.2.2.1. Propiedades generales del agua potable

De acuerdo con Pradana (2019, p. 202), se consideran como propiedades generales del agua potable la salubridad y limpieza, es decir, que el agua potabilizada cumpla la garantía de inocuidad microbiana y seguridad frente a riesgos de contaminación químicos.

2.2.2.2. Calidad del agua potable

Para que el agua sea ingerida por los seres humanos de manera segura sin afectar su salud, es indispensable que está contenga cantidades pequeñas de sustancias como oxígeno y bióxido de carbono, y, sales minerales de potasio sodio, calcio y magnesio que vuelven el agua agradable y nutritiva. Así también, la temperatura del agua potable debe estar entre los 10 °C y 15 °C (López, 2010, p. 43).

En este sentido, la calidad del agua se define en función de las características físicas, químicas, biológicas, microbiológicas y radiológicas que se evalúan mediante diversos análisis de laboratorio.

2.2.3. Características del agua potable

2.2.3.1. Características físicas

Las características físicas del agua potable determinada a través de análisis físicos, determinan la turbiedad, color, olor, sabor y temperatura de la sustancia.

La turbiedad del agua tiene relación con la presencia de materia orgánica en suspensión como arcilla, barro, tierra, materia orgánica, organismos microscópicos, etc., y la dispersión de los mismos se logra a través de sedimentación, filtración o coagulación. Resulta un riesgo potencial para la salud cuando el turbiedad es mayor al grado 10 en la escala de sílice, sin embargo, se recomienda que este no sea mayor de 5 (López, 2010, p. 43).

Las características físicas son las primeras percibidas por el consumidor al momento de beber el agua, es decir, los componentes microbiológicos y químicos pueden variar las propiedades del agua y el individuo evaluará la calidad de estas en función de la receptibilidad de sus sentidos.

Los sabores y olores que pudieran aparecer en el agua potable tienen su origen principalmente en contaminantes químicos naturales, orgánicos o inorgánicos, y procesos biológicos, también puede ocurrir por sustancias químicas sintéticas o por corrosión en el tratamiento del agua, o también, puede desarrollarse durante el almacenamiento y distribución debido a la actividad bacteriana.

Estas características físicas percibidas directamente por el consumidor generan resiliencia en la calidad y aceptabilidad del agua potable.

Tabla 1-2: Contaminantes de origen biológico (propiedades físicas del agua)

Actinomicetos y hongos	Abundante en fuentes de aguas superficiales (embalses) y proliferación en materiales como el caucho. Produce geosmina, 2-metil isoborneol que confieren olores y sabores desagradables.
Cianobacterias y algas	Presentes en embalses y aguas fluviales, impiden la coagulación y filtración generando coloración y turbiedad del agua.
Animales invertebrados	Fuentes de abastecimiento abiertas (pozos), estos animales y sus larvas pudieran colonizar los sistemas de distribución.
Bacterias ferruginosas	Aguas con contenido de sales ferrosas y manganosas, la oxidación puede generar precipitados de color herrumbroso que contamina el agua.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2018,, p. 261.

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

Tratamiento de los problemas de sabor, olor y apariencia

Las primeras acciones para el tratamiento de los problemas de sabor, olor y apariencia del agua potable radican en optimizar los procesos convencionales de coagulación, sedimentación y cloración. En caso de requerir un tratamiento específico, las técnicas más utilizadas son la aeración, el carbón activado en polvo o granular y la ozonización para eliminar sustancias químicas orgánicas y algunas inorgánicas como el sulfuro de hidrógeno que causan sabores y olores.

2.2.3.2. Características químicas

La concentración de productos químicos en el agua potable tiene relación con la capacidad de estos elementos de provocar efectos adversos en la salud luego de periodos prolongados de exposición. Por lo cual se han calculado valores de referencia que limiten el uso de componentes químicos del agua de consumo humano, un valor de referencia es una cantidad de un determinado componente que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se ingiere de manera regular.

Tabla 2-2: Categorización de las fuentes de componentes químicos

Fuente de componentes químicos	Ejemplo de fuentes
Origen natural	Rocas y suelos por efectos del marco geológico y el clima; masas de agua eutróficas.
Fuentes industriales y núcleos habitados	Minería e industrias de fabricación y procesamiento, aguas residuales, residuos sólidos, escorrentía urbana, fugas de combustibles.
Actividades agropecuarias	Estiércoles, fertilizantes, prácticas de ganadería intensiva.
Tratamiento del agua o materiales en contacto con agua de consumo humano	Coagulantes, material de tuberías.
Plaguicidas añadidos por motivos de salud	Larvicidas utilizados en el control de insectos.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2018,, p. 188.

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

Tabla 3-2: Parámetros químicos y valores referenciales

Parámetro	Valor referencial
Químicos inorgánicos	
Antimonio	5,0 µg/L
Arsénico	10,0 µg/L
Boro	1,0 mg/L
Cadmio	5,0 µg/L
Cianuro	50 µg/L
Cromo	50 µg/L
Fluoruro	1,5 mg/L
Mercurio	1,0 µg/L
Nitrato	50 mg/L
Nitritos	0,5 mg/L (Red de distribución) 0,1 mg/L (Salida de la ETAP)
Selenio	10 µg/L
Relacionados con los materiales	
Cobre	2,0 mg/L
Níquel	20 µg/L
Plomo	10 µg/L

Químicos orgánicos	
Benceno	1,0 µg/L
Benzo(α)pireno	10 µg/L
1, 2 Dicloroetano	0,010 µg/L
Hidrocarburos	0,10 µg/L
Microcistina	1 µg/L
Tricloroetano + tetracloroetano	10 µg/L
Subproductos de la desinfección	
Bromato	10 µg/L
Trihalometanos (THM)	100 µg/L
Plaguicidas	
Total de plaguicidas	0,50 µg/L
Plaguicida individual	0,10 µg/L

Fuente: Pradana, 2019, p. 214.

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

2.2.3.3. Características microbiológicas

El agua potable debe garantizar su inocuidad para el consumo humano a través de la aplicación de varias barreras de protección desde la captación del agua en sus fuentes naturales hasta el consumo en las viviendas. Los mayores riesgos microbiológicos están relacionados con la ingesta de agua contaminada por materia fecal sea humana o animal, puesto que, estas son fuentes de agentes patógenos como bacterias, virus, protozoos y helmintos (Organización Mundial de la Salud, 2018, p. 6).

Tabla 4-2: Agentes patógenos transmitidos a través del agua potable

Agente patógeno	Tipo de especie	Importancia para la salud	Persistencia en el suministro	Resistencia al cloro	Infectividad relativa
BACTERIAS					
<i>Burkholderia</i>	B. pseudomallei	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja
<i>Campylobacter</i>	C. coli	Alta	Moderada	Baja	Moderada
<i>Escherichia coli-diarrogénica</i>	C. jejuni	Alta	Moderada	Baja	Baja
<i>E. coli-enterohemorrágica</i>	E. coli O157	Alta	Moderada	Baja	Alta
<i>Francisella</i>	F. tularensis	Alta	Larga	Moderada	Alta
<i>Legionella</i>	L. pneumophila	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada
<i>Micobacteria (no tuberculosa)</i>	Mycobacterium avium complex	Baja	Puede multiplicarse	Alta	Baja
<i>Salmonella typhi</i>		Alta	Moderada	Baja	Baja
<i>Otras salmonellas</i>	S. enterica S. bongori	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja
<i>Shigella</i>	S. dysenteriae	Alta	Corta	Baja	Alta
<i>Vibrio</i>	V. cholerae O1 y O139	Alta	Corta a larga	Baja	Baja
VIRUS					
<i>Adenoviridae</i>	Adenovirus	Moderada	Larga	Moderada	Alta
<i>Astroviridae</i>	Astrovirus	Moderada	Larga	Moderada	Alta
<i>Caliciviridae</i>	Norovirus, Sapovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta
<i>Hepviridae</i>	Virus de la hepatitis E	Alta	Larga	Moderada	Alta
<i>Picornaviridae</i>	Enterovirus, Parechovirus, Virus de la hepatitis A	Alta	Larga	Moderada	Alta
<i>Reoviridae</i>	Rotavirus	Alta	Larga	Moderada	Alta
PROTOZOOS					
<i>Acanthamoeba</i>	A. culbertsoni	Alta	Puede multiplicarse	Alta	Alta
<i>Cryptosporidium</i>	C.hominis/parvum	Alta	Larga	Alta	Alta
<i>Cyclospora</i>	C. cayetanensis	Alta	Larga	Alta	Alta
<i>Entamoeba</i>	E. histolytica	Alta	Moderada	Alta	Alta
<i>Giardia</i>	G. intestinalis	Alta	Moderada	Alta	Alta
<i>Naegleria</i>	N. fowleri	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada
HELMITOS					
<i>Dracundulus</i>	D. medinensis	Alta	Moderada	Moderada	Alta

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2018,, p. 142.

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

La tabla 4-2, muestra los principales patógenos que se encuentran en el agua con infectividad alta, aunque, la mayoría no crecen ni se proliferan, otros sí pueden hacerlo y tener una persistencia elevada fuera del organismo hospedador. Es decir, los virus no pueden multiplicarse estando en el agua, pero sí al obtener condiciones óptimas de temperatura, cantidad residual, etc.

2.2.3.4. Características radiológicas

Los aspectos radiológicos también deben considerarse para que el agua sea segura para el consumo humano, no se han fijado valores de referencia formales para la cantidad de radionúclidos específicos en las concentraciones de agua, sino que se realiza un estudio de radioactividad alfa y beta total en el agua.

Las fuentes de agua pueden contener radionúclidos de origen natural y/o artificial:

Entre los naturales se incluye el potasio-40, el radio-226, radio-228, uranio-234, uranio-238 y plomo-210 que se presentan por procesos naturales como absorción del suelo o procesos tecnológicos relacionados con la minería. Mientras que, los radionúclidos artificiales pueden encontrarse por: instalaciones que utilizan combustibles nucleares.

2.2.3.5. Sistemas de abastecimiento de agua potable

Los sistemas de abastecimiento de agua potable inician con el proceso de captación, constituido por el conjunto de infraestructuras que permiten obtener el agua e incorporarla en un lugar para su tratamiento. Las fuentes de captación de agua dependen del lugar geográfico en donde se desea establecer un punto de abastecimiento:

- Captaciones superficiales
- Captaciones subterráneas
- Desalación del agua de mar
- Reutilización de aguas residuales depuradas

- Captaciones superficiales

Son aquellas estructuras físicas que reciben el agua proveniente de la superficie terrestre como ríos, cuencas y arroyos. En este tipo de captación de agua se ubican los embalses basados en una presa de contención y su principal característica es la acumulación de grandes volúmenes de agua para suministro constante (Pradana, 2019, p. 285).

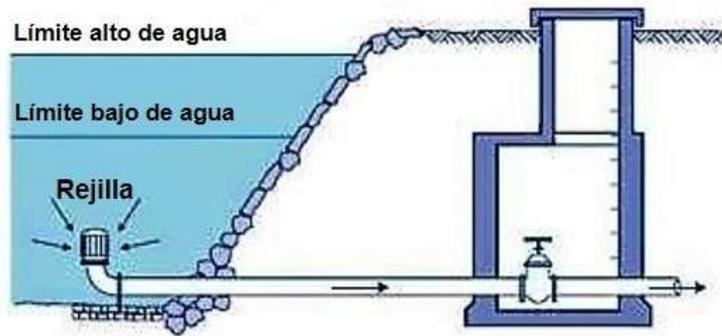


Ilustración 3-2: Captación de agua superficial

Fuente: Pradana, 2019, p. 285.

- *Sistema de conducción*

Se refiere a el o los medios de transporte del agua desde su punto de captación hasta las estaciones de tratamiento de agua potable, estos pueden ser canales o tuberías forzadas o a presión. El material utilizado dependerá de la presión del agua, siendo el más utilizado el acero y hormigón armado con camisa de acero.

- *Estaciones de tratamiento*

Las estaciones de tratamiento de agua potable propiamente dichas son estructuras físicas que convierten el agua en apta para el consumo humano, a través de una serie de procesos fisicoquímicos.

- *Depósitos de regulación*

Los depósitos de regulación permiten almacenar grandes cantidades de agua potabilizada y regular su entrega en las diferentes redes de distribución en función de las necesidades diarias de consumo de la población (Pradana, 2019, p. 299). Los depósitos de regulación tienen como funciones principales:

- Garantizar la regulación del servicio de abastecimiento de forma equitativa.
- Aportar un volumen extra de líquido para emergencias.

Los depósitos de regulación pueden ser de varios tipos:

- *Enterrados:* Estos mantienen un buen aislamiento térmico del agua, sin embargo, necesita de herramientas eléctricas y mecánicas para la salida del agua.
- *Superficiales:* De fácil construcción y permite la vigilancia permanente de su estado, sin embargo, necesitan de aislantes.
- *Elevados:* Se construyen principalmente en terrenos llanos en donde no existan superficies elevadas.

- *Redes de distribución:* La red de distribución es la parte del sistema de abastecimiento que incluye las conducciones, estaciones de bombeo y demás equipos involucrados en el suministro de agua hacia los consumidores. El agua es transportada desde los depósitos de regulación hasta las acometidas individuales de cada consumidor con condiciones adecuadas de presión, caudal y calidad.

Las redes de distribución se dividen en categorías:

- *Red de transporte:* Está red se constituye por tuberías con diámetro nominal superior a 300 mm y otros ramales menores necesarios para entrelazar depósitos o redes de áreas dispersas.
- *Red principal;* Se constituye por tuberías de diámetros nominales entre 150 mm y 300 mm, sobre estas redes se ubican los hidrantes y acometidas.
- *Red secundaria:* Está se constituye por tuberías con diámetro nominal de ntre 80 mm y 150 mm, en esta red se pueden ubicar acometidas, pero no hidrantes.
- *Ramales de acometida:* Conjunto de tuberías y válvulas que unen la red pública del sistema de abastecimiento de agua potable con las instalaciones interiores de las casas o edificios.

2.2.4. Proceso de potabilización

El agua es potable y apta para el consumo humano cuando no contiene ningún tipo de microorganismo en una cantidad o concentración numérica que suponga un riesgo para la salud del individuo. El agua dulce presente en estado natural no tiene las características microbiológicas ni fisicoquímicas apropiadas, por lo cual, es necesario someterla a una serie de procesos que mejoran sus características.

2.2.4.1. Coagulación

En primer lugar, debe identificarse a un coloide como un material existente en un estado finamente disperso y que se mantiene en suspensión debido a su reducido tamaño, gran hidratación, carga eléctrica de partículas.

Entonces, la coagulación es el fenómeno mediante el cual se desestabilizan las partículas coloidales a través de la neutralización de sus cargas eléctricas provocando que las fuerzas de repulsión de actuar y por lo tanto se anule el potencial Z; los coloides se agregan por acción de masas en flóculos que tienen velocidad de sedimentación más apreciable y pueden eliminarse por decantación (Pradana, 2019, p. 337).

La coagulación se realiza añadiendo iones del signo contrario del coloide, la actividad de coagulación crece en relación con la valencia del compuesto que se añade, así, un ión trivalente es de 600 a 1000 veces más efectivo que uno monovalente.



Ilustración 4-2: Proceso de coagulación

Fuente: SPENA GROUP, 2022.

2.2.4.2. Sedimentación

La sedimentación es la técnica más frecuentemente utilizada para la separación de elementos sólidos en suspensión y los coloides de las aguas, la sedimentación tiene base sobre la diferencia de peso específico entre las partículas sólidas y el líquido propiamente en el que se encuentran. Los sedimentos nocivos más densos se quedan en el fondo del contenedor en donde se eliminan y los menos densos se mantienen disueltos en el agua decantada.



Ilustración 5-2: Proceso de sedimentación

Fuente: SPENA GROUP, 2022.

2.2.4.3. Flotación

La flotación al igual que la sedimentación es un proceso que tiene por objetivo separar las partículas sólidas del líquido en función de la variación de sus densidades (Pradana, 2019, p. 347). La diferencia con la sedimentación radica en que, en este proceso de flotación se separan las

partículas en suspensión, es decir, aquellas que por su densidad menor están flotando sobre el líquido y la extracción se realiza en la superficie del líquido.

2.2.4.4. Filtración

La etapa de filtración consiste en pasar el agua a través de un medio poroso, principalmente se utiliza una combinación de arena seleccionada o medios mixtos compuestos por arena y antracita o arena y carbón activado granular. La filtración es la etapa final del proceso de clarificación y aquí se obtienen las características de calidad en cuanto a turbiedad y color del agua (Obras Sanitarias del Estado, 2022, p. 1).

Los medios filtrantes pueden clasificarse según su tipología, el medio filtrante o la regulación del caudal:

Según la tipología:

- Abiertos
- Cerrados

Según el medio filtrante:

- Monocapa: arena silíceo o carbón activado granular
- Multicapa: arena, carbón activo granular

Según la regulación del caudal:

- Caudal constante y nivel variable
- Caudal constante y nivel constante

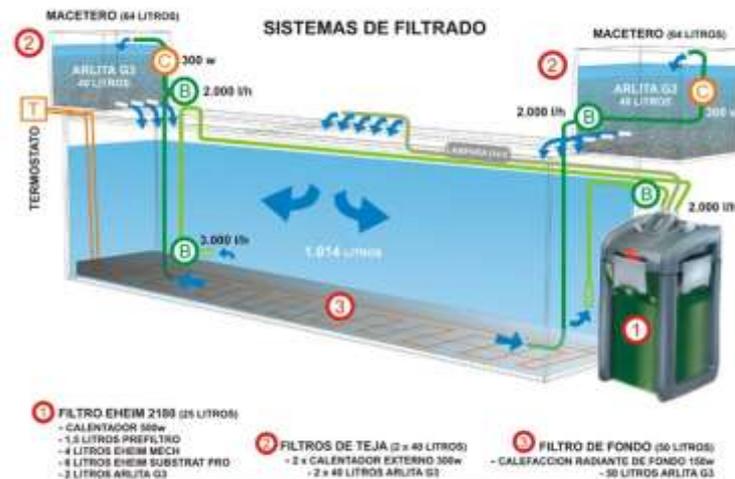


Ilustración 6-2: Proceso de filtración

Fuente: SPENA GROUP, 2022.

2.2.4.5. Desinfección

La desinfección es quizá el paso más importante para garantizar la inocuidad del agua potable, consiste en la reducción del número de microorganismos patógenos; los métodos empleados para realizar la desinfección de agua se clasifican en:

- Químicos
- Físicos
- Mecánicos
- Radiación

Desinfección con cloro

El cloro es un gas amarillo verdoso, tóxico, de olor irritante y fácil de detectar en pequeñas concentraciones. El cloro ejerce una acción inhibitoria sobre determinados organismos vivos entre los que están los patógenos y también actúa de forma destructiva sobre la estructura de la célula viva.

La principal acción del cloro es destruir gérmenes debido a su gran poder bactericida, pero debe considerarse también el poder oxidante del mismo que contribuye a la eliminación de hierro y manganeso. Además de los efectos bactericidas, el cloro permite_

- La corrección de olores y sabores de los compuestos existentes antes de la desinfección.
- Reducción del color de origen orgánico.
- Retardo del crecimiento de algas y otros microorganismos.



Ilustración 7-2: Proceso de potabilización del agua

Fuente: SPENA GROUP, 2022.

2.2.4.6. Tratamientos especiales

Los procesos de separación de materia disuelta son muy poco utilizados en las estaciones de tratamiento de agua debido a su alto costo operacional, sin embargo, existen varios métodos que se detallan a continuación.

Adsorción

Es un proceso físico, a través del cual las partículas de tamaño reducido con atraídas y adheridas a la superficie de otra sustancia de mayor tamaño. La velocidad de adsorción depende de factores como la superficie en la que están las partículas que serán adsorbidas, la concentración del contaminante, la temperatura, el pH del líquido, etc.

Existen varios materiales naturales con propiedades adsorbentes como aluminato de sodio, yeso en polvo, diatomeas, silicatos, carbón activo.

Ósmosis inversa

Es la transferencia de un disolvente, de una solución diluida hacia una disolución concentrada mediante una membrana impermeable. Las membranas semipermeables que se utilizan permiten el paso del agua reteniendo entre el 90% y 99% de los minerales disueltos, del 95% al 99% de los elementos orgánicos y el 100% de los materiales coloidales; sin embargo, estas membranas no eliminan fenoles ni compuestos orgánicos. Los costos son muy elevados debido al consumo energético, duración de las membranas, procesos de instalación y mantenimiento.

Intercambio iónico

Proceso llevado a cabo mediante resinas intercambiadoras de iones que tienen una matriz polimérica sobre la cual se unen una serie de grupos funcionales y sirven para la eliminación de materias en suspensión, orgánicas, y desinfectantes (cloro residual).

2.2.5. Marco Legal

2.2.5.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador publicada mediante Registro Oficial No. 449 del año 2008, detalla en el Capítulo Segundo, Derechos del Buen Vivir, Art. 12.- “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescindible, inembargable y esencial para la vida ” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008, p. 13).

De esta forma, el Estado Ecuatoriano busca garantizar el acceso equitativo de todos los habitantes de la nación al recurso hídrico proveniente de los diferentes afluentes naturales del país.

2.2.5.2. Gobiernos Autónomos Descentralizados

Así también la legislación ecuatoriana en el Capítulo Tercero sobre las competencias y responsabilidades de los gobiernos autónomos descentralizados indica que, prestará los servicios de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008, p. 132). a fin, de asegurar la calidad de vida de los y las ciudadanos de sus cantones y provincias.

2.2.5.3. Sectores estratégicos, servicios y empresa públicas

Con base en el derecho irrenunciable al agua, el Capítulo Quinto de la Constitución de la República del Ecuador en el artículo 314 menciona:

El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley. El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. El Estado dispondrá que los precios y tarifas de los servicios públicos sean equitativos, y establecerá su control y regulación (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008, p. 158).

2.2.5.4. Biodiversidad y recursos naturales

La legislación ecuatoriana en el artículo 411, establece sobre la sostenibilidad ambiental que, el Estado Ecuatoriano garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos como cuencas hidrográficas y caudales naturales. Se regulará de forma legal todas las actividades que pudieran afectar la calidad y cantidad de agua, así como, el equilibrio de los ecosistemas del país (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008, p. 192).

2.2.5.5. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

El Texto Unificado de Legislación Secundario del Medio Ambiente referente a las políticas básicas ambientales del Ecuador, en el párrafo I sobre el agua y la calidad de esta, establece que:

Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores. [...] Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, 2013, p. 226).

Tabla 5-2: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de calidad
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/L	0.3
Arsénico	As	mg/L	0.1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/L	1
Cadmio	Cd	mg/L	0.02
Cianuro	CN	mg/L	0.1
Cobre	Cu	mg/L	2
Color	Color real	Unidades de platino - cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/L	0.05
Fluoruro	F	mg/L	1.5
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/L	<4
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO ₅	mg/L	<2

Hierro total	Fe	mg/L	1.0
Mercurio	Hg	mg/L	0.006
Nitratos	NO ₃	mg/L	50.0
Nitritos	NO ₂	mg/L	0.2
Potencial hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/L	0.01
Selenio	Se	mg/L	0.01
Sulfatos	SO ₄	mg/L	500
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/L	0.2
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100.0

Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, 2013, p. 226.

2.2.5.6. Norma Técnica Ecuatoriana – Agua Potable 1108

El Instituto Ecuatoriano de Normalización a través de la Norma Técnica Ecuatoriana: Agua Potable – Requisitos, establece las características que debe cumplir el agua potable tratada en el país para el consumo humano y está dirigida a los establecimientos que funcionan como abastecimientos públicos y privados mediante redes de distribución y tanqueros.

La NTE 1108, establece además las definiciones, sistemas de medidas y concentraciones permisibles de componentes orgánicos e inorgánicos en el agua (Ver anexo A).

2.2.5.7. Ordenanza de gestión del servicio de agua potable y saneamiento en el cantón Morona

Esta legislación del GAD Municipal del cantón Morona aplicada para los y las ciudadanos del sector, establece en el artículo 1:

El servicio de Agua Potable y Saneamiento - en este último se considera el servicio de Alcantarillado y Tratamiento de Agua Residuales - en el Cantón Morona, es administrado y gestionado por el Gobierno Municipal del Cantón Morona, declarándose de uso público y facultándose su aprovechamiento a los particulares con sujeción a la siguiente ordenanza (GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN MORONA, 2015, p. 2).

Es decir, es responsabilidad del consejo municipal en dirección del alcalde garantizar la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado a todos los sectores del cantón, sean estos urbanos y rurales, a fin de asegurar la calidad de vida de los habitantes.

Conexiones

Las personas naturales y/o jurídicas que cuenten con el servicio de agua potable serán sujetos de un medidor de consumo con su respectivo cajetín. La instalación de acometidas domiciliarias serán responsabilidad exclusiva del personal del GAD Municipal del cantón Morona y en el caso de las urbanizaciones privadas del urbanizador.

La longitud de las acometidas de agua potable y alcantarillado no excederán de los 30 metros, en caso de requerir longitudes mayores se tramitará la ampliación de la red previo informe técnico.

Consideraciones en el servicio de agua potable

- Para edificios de hasta dos pisos y 300 metros cuadrados de construcción se utilizarán en las acometidas tuberías de diámetro de ½ pulgada.
- Cuando la construcción sea mayor a 301 metros cuadrados y mayor a 2 pisos, deberán presentarse estudios hidrosanitarios.
- En edificaciones que requieran caudal de agua mayor, sea para actividades industriales, artesanales, comerciales o salud, deberá presentarse un proyecto evaluado y aceptado por la DGAPA del GAD Municipal de Morona.

Calidad del agua

Para garantizar la calidad del agua potable de la ciudad, la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado del GAD Municipal del cantón Morona:

- Establece y controla los niveles mínimos de cloro residual en toda la red.
- Se deslinda de la calidad del agua en centros de distribución desde reservorios, piscinas, cisternas o abastecimientos privados.
- Garantiza la instalación de sistemas de potabilización o cloración que mantengan los niveles mínimos de cloro residual (GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN MORONA, 2015, p. 5).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

3.1.1.1. Análisis de la red de distribución

El Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad fue analizado mediante el programa AutoCAD, gracias a la colaboración del GAD municipal que nos facilitó la información, constatando la trayectoria y diámetros de las tuberías que posee la red de distribución.

3.1.1.2. Ubicación de los puntos de muestreo

La investigación fue realizada bajo antecedentes de estudio del Departamento de Agua Potable y Alcantarillado perteneciente al GAD Municipal del cantón Morona, se distribuyó en 4 zonas la Z-1 PTAP (PTAP de Jimbitono y San Isidro), Z-2 Zona alta (Tanques de reserva R2 y el barrio La Loma), Z-3 Zona media (barrios centro y 27 de febrero) y Z-4 Zona baja (barrios el naranjal y El Rosario).

3.1.1.3. Toma de muestras

Se realizó el muestreo en los meses de mayo, junio y julio en cada uno de los puntos establecidos con un intervalo de tiempo de un mes; tanto para los análisis in-situ como para los análisis de laboratorio. Para la toma de muestras se identificaron los frascos mediante etiquetas a fin de diferenciarlos claramente.

3.1.1.1. Métodos de evaluación estandarizados

Se analizaron los siguientes 10 parámetros como la turbiedad, pH, temperatura, cloro libre residual, cobre, fluoruros, nitratos, nitritos, monocloraminas y coliformes totales; la mayoría de los parámetros fue realizado bajo el método Espectrofotométrico y bajo la norma vigente NTE INEN 1108:2014 la cual cumple con requisitos para el agua de consumo humano.

3.1.2. Método de investigación

Partiendo del hecho que las pruebas de las cualidades físicas, químicas y microbiológicas del agua se realizan de manera individual, esta investigación utiliza un método inductivo partiendo desde los resultados particulares de las propiedades del agua hasta un ámbito general, la aptitud para el consumo humano. Además, de la correlación y comparación de los valores obtenidos a través de los análisis de laboratorio y las normas técnicas vigentes en el país.

3.1.3. Enfoque de la investigación

Este estudio tuvo un enfoque mixto, es decir, tanto cualitativo como cuantitativo. El enfoque cuantitativo caracterizado por mediciones objetivas y análisis numéricos, matemáticos o estadísticos de los datos recopilados; es decir, las pruebas físicas, químicas y microbiológicas desarrolladas en laboratorios especializados que indican valores considerados cuantitativos, y permitieron la comparación con los valores preestablecidos en las normativas legales vigentes. El enfoque cualitativo que utiliza la recolección de datos sin medición numérica para describir aspectos relevantes en el estudio se aplicó para describir las características de infraestructura del sistema de abastecimiento de agua potable,

3.2. Diseño de estudio

3.2.1. Elaboración del mapa de la calidad del agua

Para la elaboración del mapa de la calidad de agua se necesitó la adecuada información que nos proporcionó el GAD Municipal del Cantón Morona y los resultados de los análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos comparados con la norma NTE INEN 1108 de la calidad de agua del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Macas.

3.2.2. Variables

3.2.2.1. Variable independiente

La variable independiente es aquella manipulada por el investigador, en este caso particular se consideró como variable independiente el tiempo en que se tomaron y analizaron las muestras de agua del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Macas.

3.2.2.2. Variable dependiente

La variable dependiente es la cualidad del fenómeno en estudio que cambia su comportamiento en relación de la primera, es decir, en este caso de estudio la variable dependiente fue la calidad del agua en donde los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tuvieron valores diferentes según el punto de muestreo.

3.2.3. Técnicas

3.2.3.1. Observación

La técnica de observación directa no participante, en la que se usó como instrumento el registro fotográfico, para la determinación del estado actual del sistema estructural de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Macas. La toma de fotografías se realizó durante las visitas técnicas a las instalaciones del sistema de abastecimiento y se utilizó como instrumento una ficha de observación (Ver anexo B).

3.2.3.2. Revisión documental

La revisión documental se utilizó tanto en la construcción del marco teórico a través de la revisión de fuentes bibliográficas para la conceptualización de los términos necesarios en esta investigación; como, para el análisis de resultados en la comparación de las pruebas de laboratorio y las normas técnicas vigentes en el país. Esta información se registró en diversos documentos como archivos de Word, pdf y notas manuales que permitieron la síntesis de la información con las respectivas citas bibliográficas y referencias del autor.

3.2.4. Área de estudio

Macas es la ciudad capital de la provincia de Morona Santiago y cabecera cantonal del cantón Morona con una superficie terrestre de 56.9 kilómetros cuadrados, con una población de 19 176 habitantes, es decir, es la parroquia más poblada del cantón Macas y por lo tanto la que presenta mayor demanda de servicio de agua potable.



Ilustración 1-3: División política del cantón Morona

Fuente: GAD Municipal del cantón Morona, 2010.

La ciudad de Macas se ubica desde una altura mínima de 851 metros sobre el nivel del mar hasta los 1454 metros sobre el nivel del mar, es decir, el promedio de altura de la ciudad es de 1033 metros. La hidrografía tanto de la parroquia urbana de Macas como del cantón Morona y la provincia de Morona Santiago está definida por dos sistemas hidrográficos claramente definidos, en el sector oriental se encuentra el Río Upano con sus formadores: Copueno, Jurumbaino, Domono y Santa Ana, y, en el sector occidental el Río Abanico que es un desprendimiento del mismo Río Upano (Instituto Geográfico Militar, 2022. p. 1). Estos dos sistemas hidrográficos son la fuente superficial de captación de agua para su posterior tratamiento de potabilización y su distribución a las acometidas individuales de los hogares mediante las plantas de tratamiento de agua potable localizadas en la parroquia Jimbitono y San Isidro.

3.2.5. Selección de puntos de muestreo

Se analizó la estructuración de la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Macas para determinar los puntos de muestreo donde tomaron y analizaron las muestras de agua, partiendo desde la planta de tratamiento hasta los hogares zonificados en cuatro lugares;

- Z-1 Reservorio
- Z-2 Zona alta
- Z-3 Zona media
- Z-4 Zona baja

En el siguiente ilustración o mapa se identifica la ubicación de los puntos escogidos en la red de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Macas según la selección de puntos de acuerdo a las 4 zonas, Z-1 Reservorio consta de las 2 plantas de tratamiento de agua potable de Jimbitono y San Isidro, Z-2 Zona alta conformada por los Tanques de Reserva y barrio La Loma , Z-3 Zona media se encuentran los barrios, Centro, 27 de febrero y Z-4 Zona baja los barrios El Naranjal, El Rosario y denominados con su nomenclatura correspondiente.

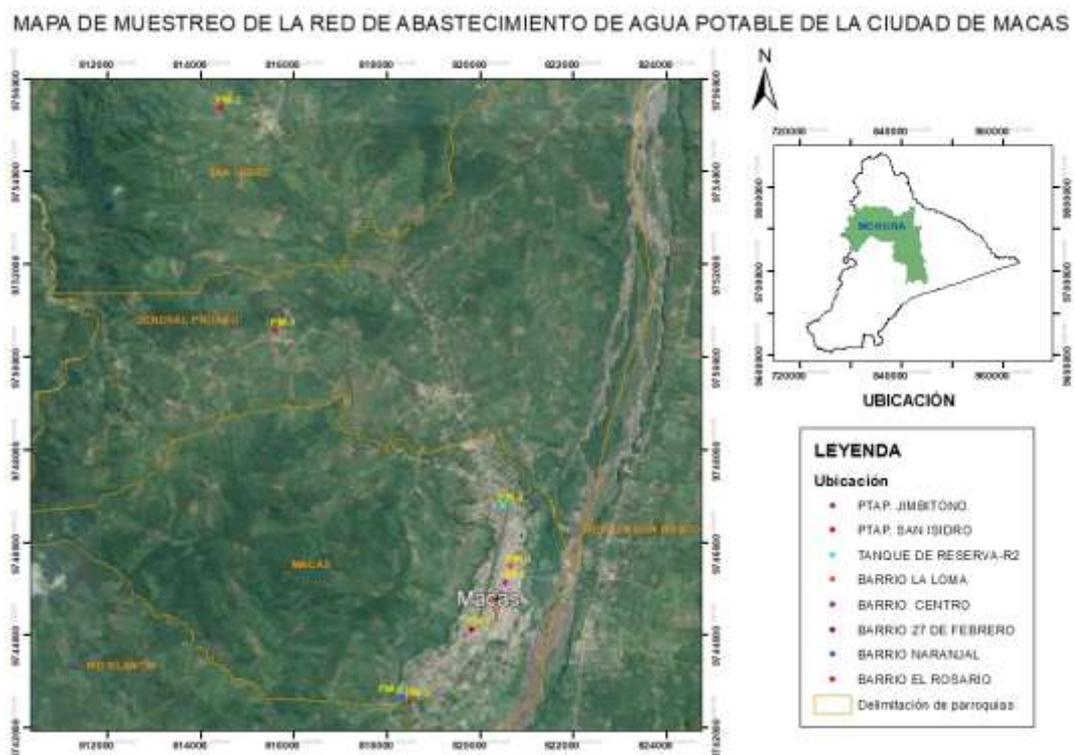


Ilustración 2-3: Ubicación de los puntos de muestreo

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022

En la siguiente tabla se describe la nomenclatura utilizada para cada punto de muestreo con su localización y coordenadas geográficas en cada muestra tomada.

Tabla 1-3: Ubicación de los puntos de muestreo

Nomenclatura	Ubicación	Parroquia	Coo. X	Coo. Y
PM-1	Jimbitono	General Proaño	815594	9750574
PM-2	San Isidro (laboratorio del Municipio de Morona)	San Isidro	814418	9755379
PM-3	Tanque de reserva 2	Macas	820476	9746803
PM-4	Barrio La Loma	Macas	820654	9745483
PM-5	Barrio Centro	Macas	860522	9745131
PM-6	Barrio 27 de febrero	Macas	819798	9744118
PM-7	Barrio Naranjal	Macas	818329	9742662
PM-8	Barrio El Rosario	Macas	818464	9742574

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

3.2.6. Toma de muestras

Se tomaron 3 muestras de agua en cada uno de los puntos establecidos con un intervalo de tiempo de un mes; tanto para los análisis *in-situ* como para los análisis de laboratorio. Para la toma de muestras se identificaron los frascos mediante etiquetas a fin de diferenciarlos claramente.

3.2.6.1. Toma de muestras para análisis fisicoquímicos

El muestreo se realizó de acuerdo la norma establecida INEN 1108-2014 de forma cuidadosa evitando la contaminación, se requirió la homogenización la muestra tomada, por tanto, se recogió una cantidad pequeña de agua, se cerró el envase y se agitó; luego se desechó esta agua y se repitió el proceso al menos dos veces. Posteriormente, se tomó la muestra definitiva llenado un recipiente de volumen igual a un litro.

3.2.6.2. Toma de muestras para análisis microbiológicos

Las muestras microbiológicas requieren mayores cuidados para evitar la contaminación de las estas con partículas suspendidas en el aire. Para la toma de estas se abrió el envase esterilizado y se tomó la muestra de agua en el menos tiempo posible dejando el espacio libre para la agitación (aproximadamente el 10% del volumen total del frasco). Bajo la norma INEN 1108-2014.

3.2.6.3. Materiales e insumos en la toma de muestras

La recolección de muestras de agua sino la más importante una de las más importantes en el proceso de investigación, por lo cual, el investigador debe tener equipos de protección como:

- Guantes de nitrilo durante el muestreo
- Ropa adecuada para el área de muestreo (evitar el uso de ropa que genera pelusas o partículas que pudieran mezclarse con la muestra)
- Cubrebocas

Los materiales para la toma de muestras fueron:

- Contenedor térmico
- Envases plásticos
- Envases esterilizados
- Marcador o esfero para etiquetado

(en la ilustración se muestra el formato de etiquetas para identificación de las muestras recolectadas en los diferentes puntos, formato de ilustración)

Tabla 2-3: Etiqueta de las muestras

Punto de muestreo:	
Ubicación:	
Fecha de muestreo:	
Hora de muestreo:	
Tipo de muestreo:	
Responsable:	

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.



Ilustración 3-3: Toma de muestras

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

3.2.6.4. Manejo de muestras

Las muestras recolectadas y etiquetadas se colocaron en el contenedor térmico a una temperatura entre 4 °C y 10 °C, procurando que no se congelen durante el transporte al laboratorio del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Morona.



Ilustración 4-3: Transporte de muestras

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

3.2.7. Métodos de evaluación estandarizados

Tabla 3-3: Resumen de métodos de evaluación estandarizados

Parámetro	Materiales	Reactivos	Procedimiento	Medición
Turbiedad	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra de agua 25 ml - Equipo espectrofotométrico DR 900 - Celdas de vidrio 25 ml con tapas plásticas 		<ul style="list-style-type: none"> - Encender el equipo. - Preparar la muestra: añadir 25 ml de agua al frasco de vidrio. - Preparar el blanco: agregar 25 ml de agua destilada en otra celda. - Limpiar e insertar la celda del blanco. - Limpiar e insertar la muestra. 	Lectura directa
pH	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra a analizar 20 ml - Kit para determinación de pH 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones buffer pH4, pH 7 y pH 14. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparar el envase - Colocar la muestra de agua - Añadir el reactivo - Tapar y agitar el envase - Temporizar y leer la barra de colores. 	Lectura directa
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra a analizar 100 ml - HACH Modelo CO150 - Vaso de precipitación 		<ul style="list-style-type: none"> - Colocar 10 ml de la muestra en el vaso de precipitación - Sumergir el electrodo y mezclar el agua al menos 15 segundos. - Encender el equipo y estabilizar la lectura. 	Lectura directa
Cloro libre residual	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra de agua de 10 ml. - Equipo Pocket colorímetro. - Celdas de vidrio de 10 ml con tapas plásticas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sobre de reactivo DPD para cloro libre residual. 	<ul style="list-style-type: none"> - Encender el equipo. - Añadir la muestra en el frasco de vidrio. - Insertar el frasco limpio y seco en el equipo (0.00 mg/l). - Retirar el frasco y añadir el reactivo. - Mezclar la muestra e insertar nuevamente en el equipo. 	Lectura directa
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra de agua de 10 ml. - Equipo Espectrofotométrico DR 900. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sobre de reactivo de cobre 1 (CuVer). 	<ul style="list-style-type: none"> - Encender el equipo. - Preparar la muestra: 10 ml de la muestra de agua en el frasco de vidrio. - Preparar el blanco: 10 ml de agua destilada en otra celda de vidrio. - Añadir el reactivo a la muestra a analizar. - Cerrar la celda y agitar, después, iniciar el temporizador. 	Lectura directa

	- Celdas de vidrio de 10 ml con tapas plásticas.		- Limpiar la celda con el blanco. - Insertar el blanco en el equipo DR900. - Limpiar e insertar la muestra.	
Fluoruros	- Muestra a analizar 25 ml - Agua destilada 25 ml - Equipo espectrofotométrico DR 900 - Celdas de vidrio 25 ml con tapas plásticas	- Reactivo SPANDS para fluoruros	- Encender el equipo. - Añadir 25 ml de la muestra de agua en un frasco de vidrio. - Añadir 25 ml de agua destilada en otro recipiente de vidrio. - Limpiar e insertar la celda 2. - Limpiar e insertar la muestra en el equipo.	Lectura directa
Nitratos	- Muestra a analizar (20 ml) - Equipos espectrofotométricos DR 900 - Celdas de vidrio 10 ml con tapas plásticas	- Reactivo en polvo de NitraVer para nitrato	- Encender el equipo. - Preparación de la muestra: añada 10 ml de muestra en un frasco de vidrio y el reactivo. - Temporizar (1 min) - Cerrar la celda y agitar. - Temporizador (5 min). Color ámbar si hay nitratos. - Preparar el blanco, limpiar e insertar la celda del blanco.	Lectura directa
Nitritos	- Muestra a analizar (20 ml) - Equipos espectrofotométricos DR 900 - Celdas de vidrio 10 ml con tapas plásticas	- Reactivo en polvo de NitriVer para nitrato	- Encender el equipo. - Preparación de la muestra: añada 10 ml de muestra en un frasco de vidrio y el reactivo, y, mezcle (color rosa en presencia de nitrito). - Temporizador (20 min) - Preparar el blanco, limpiar e insertar la celda.	Lectura directa
Coliformes totales	- Tubos de ensayo de 30, 20 y 10 ml - Espátula - Balanza digital - Vasos de precipitación - Medio de cultivo Fluorocult - Varilla de agitación		- Pesar 17 gramos del medio de cultivo seco granulado de Caldo LMX Fluorocult® - Diluir en 500 mililitros de agua destilada y llevar a 1000 ml de aforo. - Colocar tubos de ensayo limpios y secos de tamaños grandes (30 ml), medianos (20 ml) y pequeños (10 ml) en una gradilla para tubos. - Con una pipeta llenar el mismo número de tubos en función del tamaño, con 10 ml del medio de cultivo preparado. - Colocar los tubos en vasos de precipitado.	Lectura indirecta

	<ul style="list-style-type: none"> - Esterilizadora automática - Tapas en rosca para turbos - Refrigeradora - Incubadora automática 		<ul style="list-style-type: none"> - Colocar los vasos llenos de los tubos en el esterilizador y encender el equipo (15 min). - Esperar a que las muestras alcancen temperatura ambiente. - Enciende el mechero Bunsen. - Toma la pipeta automática y calíbrala a 10, 1 y 0,1 ml de absorción. - Colocar 10 ml de muestra en cada uno de los 3 tubos que contienen 10 ml de Caldo LMX Fluorocult® de capacidad de 30 ml (tubos grandes); 1 ml de muestra en cada uno de los 3 tubos que contienen 10 ml de Caldo LMX Fluorocult® de capacidad de 20 ml (tubos medianos) y 0,1 ml de muestra en cada uno de los 3 tubos que contienen 10 ml de Caldo LMX Fluorocult® de capacidad de 10 ml (tubos pequeños). - Cerrar los frascos utilizando las tapas roscas y colocar los tubos en un vaso de precipitación, en total son 9 tubos. - Etiquetar las muestras: procedencia de la muestra, fecha y hora de muestreo. - Incubar las muestras con los tubos por 24 - 48 horas $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. - Realizar la lectura de los tubos de ensayo de forma visual y bajo la lámpara ultravioleta. - Determinar la presencia de Coliformes Totales positivos mediante el análisis visual por una coloración azulada o blanca turbia y para coliformes fecales positivos se observa colocando los tres primeros tubos con 10 ml de muestra bajo la lámpara UV, seguido de los 3 tubos con 1 ml y posterior los de 0,1 ml. De los cuales se observará la presencia de fluorescencia en los tubos de ensayo positivos, el cual es un indicador para coliformes fecales, exclusivamente E. coli. 	
--	---	--	---	--

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis del sistema de abastecimiento

El sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Macas, se compone por dos captaciones superficiales ubicadas en Jimbitono y San Isidro, en estos lugares se encuentran también las plantas de tratamiento de tipo convencional, es decir, realizan los procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. La planta de tratamiento de San Isidro tiene una capacidad máxima de 80 l/s para el tratamiento, mientras que la de Jimbitono tiene una capacidad de 60 l/s. La planta de tratamiento de San Isidro después del proceso de potabilización, cuenta con una tubería de asbesto de 250 mm y otra tubería de 160 mm en PVC, las tuberías llegan al depósito de los tanques de Huacho, de allí existe una tubería de asbesto de 350 mm que llega hasta la altura del Polideportivo donde se bifurca dos tuberías de 160 mm la una de PVC que abastece a la parte norte de la ciudad y la otra tubería de asbesto que llega a los tanques de reserva (R2) en el barrio Sangay. La planta de tratamiento de Jimbitono después del proceso de potabilización, es dirigida en una tubería de 350 mm en PVC, dota a la parroquia de Proaño, se estabiliza en los tanques de reserva (R2) en el barrio Sangay, de estos 2 tanques de reserva se distribuye para la toda la ciudad de Macas, a la parte este de la pista de la ciudad cuenta con una tubería de 315 mm, llegando a abastecer desde el barrio La Loma, El mirador, Centro, Los Canelos, Amazonas con tuberías de PVC de 160, 110 y 63 mm y en la parte oeste de la pista existe dos tuberías una de PVC de 355 mm y la otra de asbesto de 250 mm que abastece a los barrios Sangay, la Unión, 27 de febrero. Desde el barrio 27 de febrero existe una red interconectada de las cuales distribuye hasta los barrios el Naranjal y El Rosario con tuberías de PVC de 63 mm.

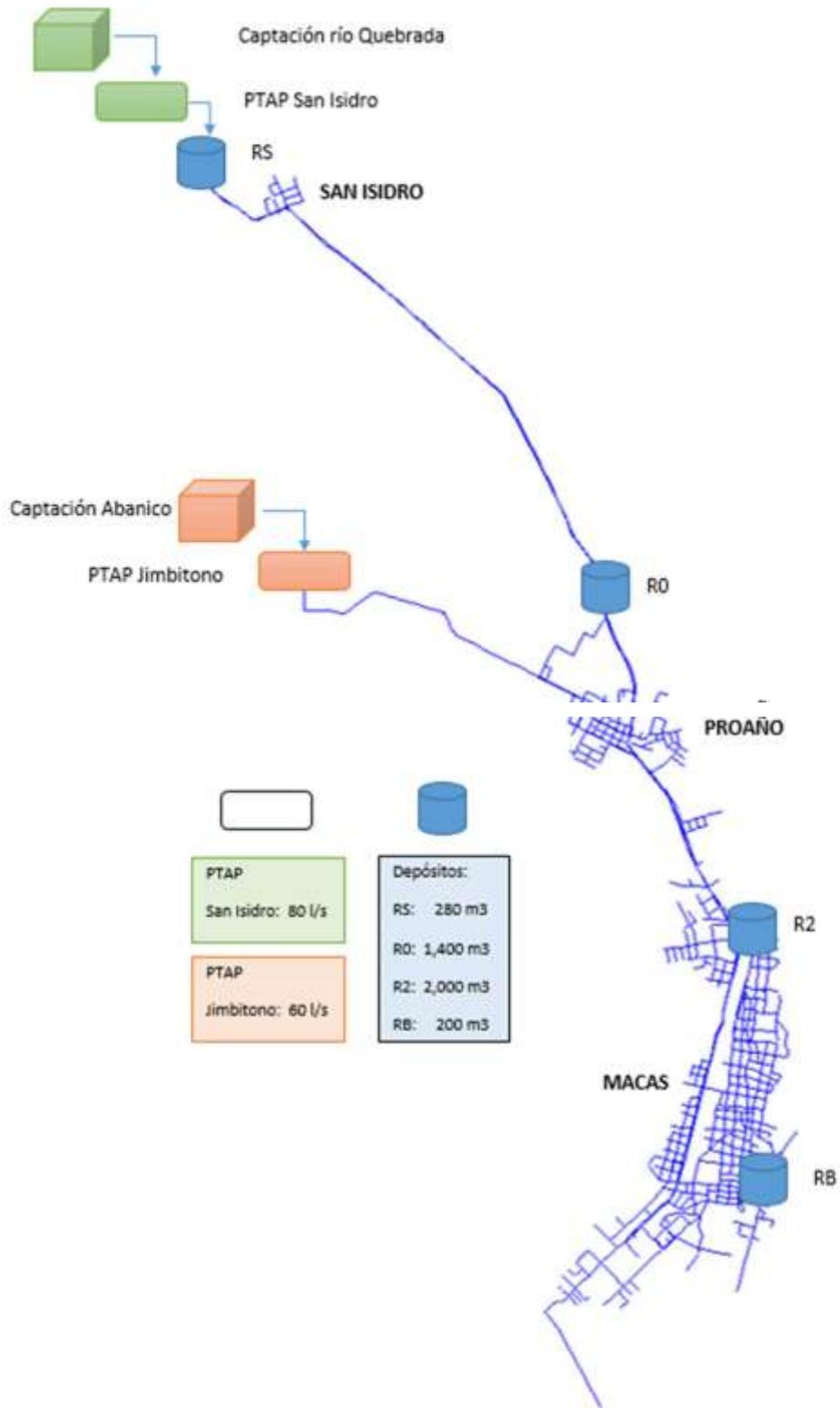


Ilustración 1-4: Sistema de abastecimiento de agua potable - Macas

Fuente: Parra, 2020, p. 15.

4.2. Análisis de parámetros in-situ

Los análisis *in-situ* corresponden a todos aquellos que se realizaron en los puntos de muestreo mediante la utilización de los equipos COLORÍMETRO HACH DR/900 y con el equipo multiparamétrico. Es importante resaltar que las muestras se tomaron en 3 meses, mayo, junio y julio.

4.2.1. Turbiedad

Entendiendo que la turbidez es la propiedad óptica que hace que la luz se disperse y absorba, en el agua la causa de la dispersión de la luz se debe a la presencia de sólidos suspendidos; consecuentemente, la turbidez es uno de los parámetros más importantes durante la evaluación de la calidad del agua para consumo humano.

Al realizar la medición de turbidez el evaluador se aseguró de que el equipo Colorímetro HACH DR/900 no tuviera humedad. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 1-4: Turbiedad medida en cada punto de muestreo

		Muestra (NTU)		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	6.4	3	27
	PM-2	6	0	0
	PM-3	6	3	23
	PM-4	6	3	13
	PM-5	4	3	23
	PM-6	4	3	26
	PM-7	4	0	21
	PM-8	4	0	22

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

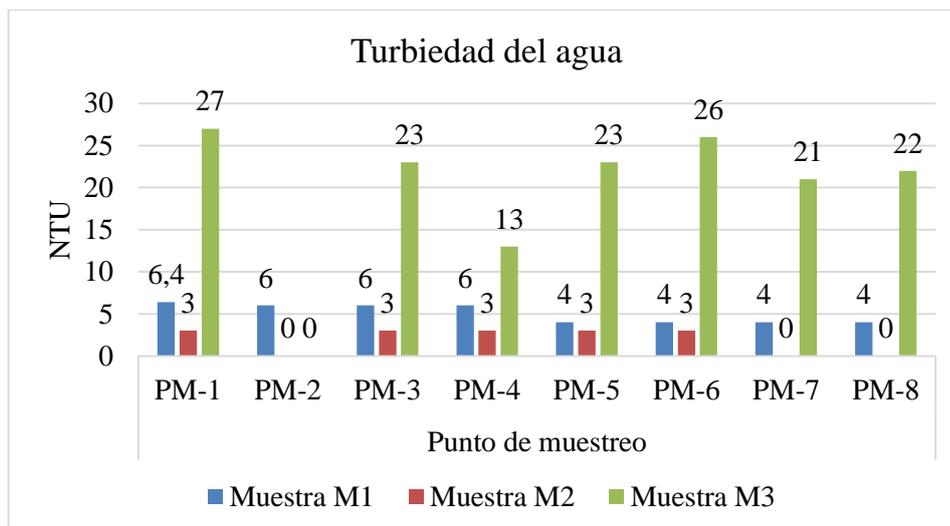


Ilustración 2-4: Turbiedad del agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

Conociendo que el límite máximo permisible de turbiedad según la norma INEN-NTE 1108:2014 es de 5 NTU, el gráfico muestra que, en la primera evaluación los puntos PM-1, PM-2, PM-3 y PM-4, están fuera de los límites permisibles. Posteriormente en la segunda evaluación todos los puntos de muestreo presentan un valor de turbiedad permisible. Sin embargo, en la tercera y última evaluación todos los puntos de muestreo tienen valores muy por encima de los permitidos disminuyendo notoriamente la calidad del agua.

4.2.2. pH

El pH indica la acidez o alcalinidad del líquido, en función de la cantidad de iones de hidrógeno presentes. En el agua para consumo humano el valor aceptable varía entre 6.5 a 8.5 (Jiménez, 2001; citado en Pérez, 2016, p. 6). La medición de este valor se realizó con un equipo denominado, pH-metro/Potenciómetro, previamente calibrado, se procuró la sequedad del equipo y se introdujo la muestra y se midió el valor.

Tabla 2-4: pH medida en cada punto de muestreo

		Muestra		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	6.4	4	6.6
	PM-2	7.2	7.6	7.6
	PM-3	7	7.1	6.7
	PM-4	6.8	7	6.7
	PM-5	6.7	7	6.7
	PM-6	7	6.9	6.7
	PM-7	6.8	7	6.7
	PM-8	6.9	6.9	6.6

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

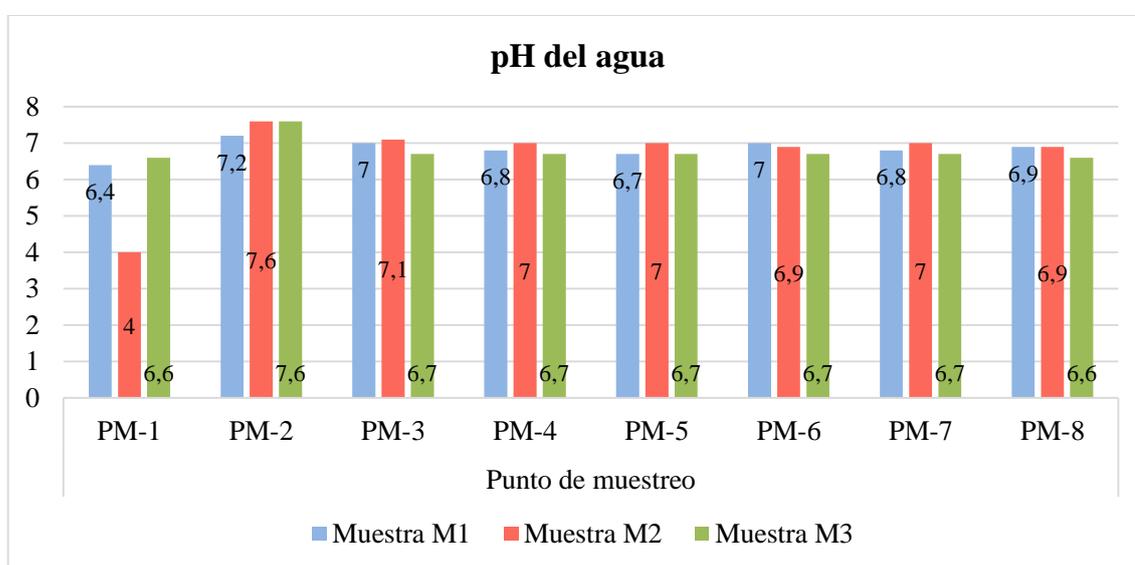


Ilustración 3-4: pH del agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

El gráfico muestra que el pH del agua tiene una variación mínima en la mayoría de los puntos de muestreo y muestras tomadas en los meses de mayo, junio y julio, respectivamente. Sin embargo, en el punto de muestreo PM-1, correspondiente a la planta de tratamiento de Jimbitono en los meses de mayo y junio, el valor es inferior al permisible, por lo tanto, el agua es más ácida pudiendo ser perjudicial para la salud.

4.2.3. Temperatura

La medición de la temperatura está sujeta a la temperatura del medio en el que se encuentra y el momento de la medición, puesto que, esta varía en relación de la ubicación geográfica, la estación, profundidad del agua, entre otros. De acuerdo con lo indicado en el capítulo II, la temperatura recomendada es de 10 °C a 15 °C; sin embargo, la temporada templada en la ciudad de Macas (enero - abril) tiene temperaturas mínimas de 19 °C y máximas de 25 °C, mientras que, la temporada fresca alcanza temperaturas menores a 22 °C. Las temperaturas promedio en los meses correspondientes al estudio fueron: 21 °C en el mes de mayo, 19 °C en junio y 18 °C en julio (Weather Spark, 2021, p. 1).

Tabla 3-4: Temperatura medida en cada punto de muestreo

		Muestra (°C)		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	19.5	20	19
	PM-2	20.2	21.4	21.3
	PM-3	20.3	21.5	19.6
	PM-4	21	22.7	20
	PM-5	20.7	21.5	19.5
	PM-6	21.6	21	21
	PM-7	21.8	21.3	21.2
	PM-8	22.3	21.5	21.5

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

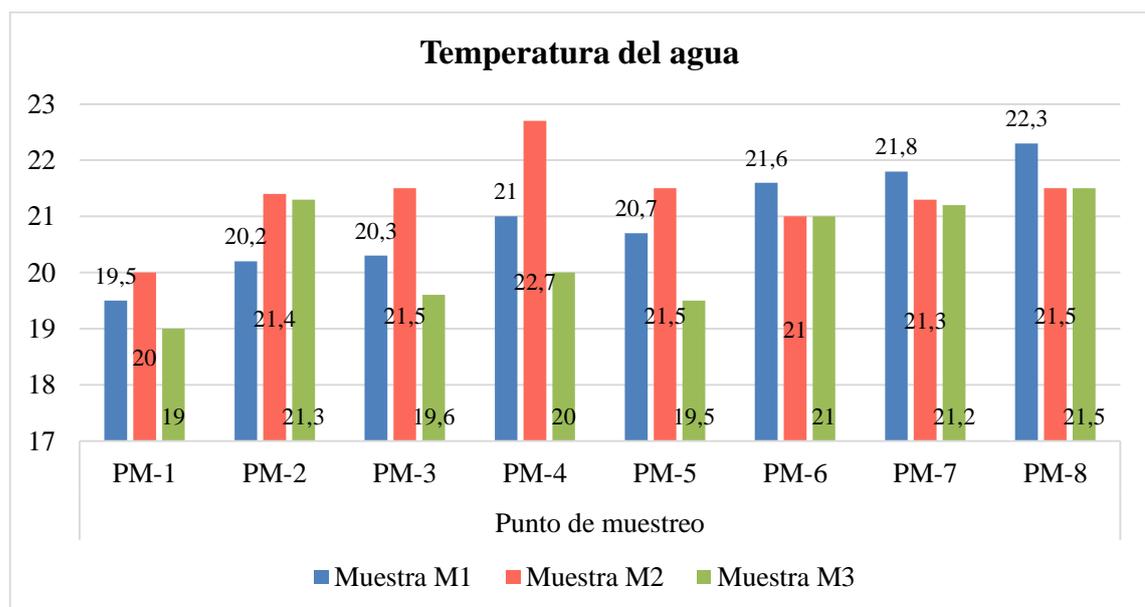


Ilustración 4-4: Temperatura del agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

En el gráfico se aprecia que los valores de la temperatura fluctúan entre un mínimo de 19 °C y un máximo de 22.7 °C, encontrándose dentro de los valores registrados como temperatura ambiente en el periodo de estudio. Sin embargo, es importante considerar que una temperatura mayor a 15 °C favorece el desarrollo de microorganismos.

4.3. Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio tienen su principal característica en la necesidad de transportar las muestras hasta un centro especializado en el que se procesan y se obtienen los resultados, en este caso, los estudios de laboratorio se desarrollaron en las instalaciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Morona.

4.3.1. Cloro libre residual

El cloro libre residual se presenta en el agua en forma de cloro mono molecular hidratado, ácido hipocloroso o ion hipoclorito, sin embargo, es reglamentario la permanencia de cloro libre residual a lo largo de la red de distribución de agua potable para mantener el agente desinfectante.

Tabla 4-4: Cloro libre residual medido en cada punto de muestreo

		Muestra (mg/L)		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	4.92	2.2	2.2
	PM-2	1.6	1.44	1.15
	PM-3	0.71	0.61	0.7
	PM-4	0.58	0.41	0.62
	PM-5	0.93	0.66	0.62
	PM-6	0.95	0.63	0.75
	PM-7	0.43	0.82	0.69
	PM-8	0.38	0.92	0.71

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

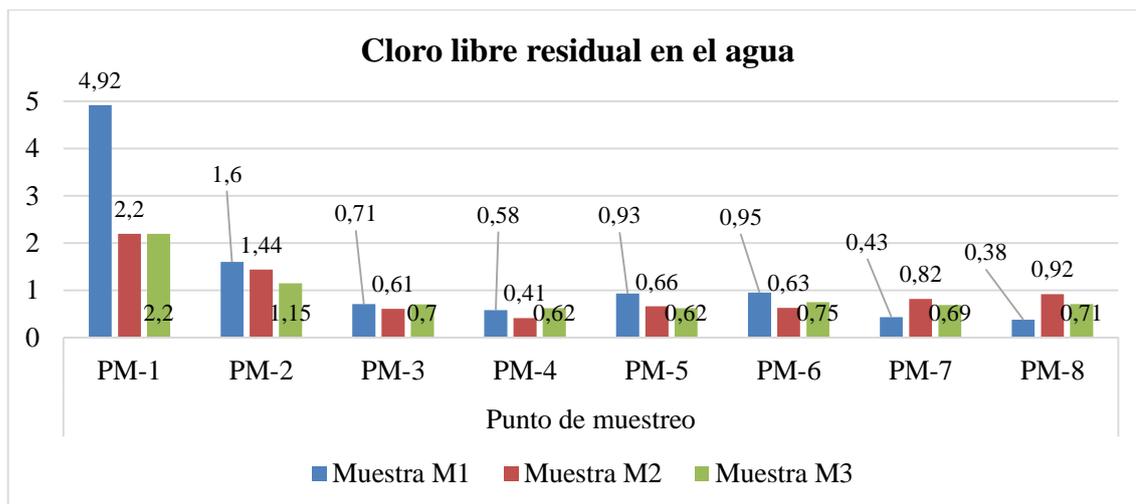


Ilustración 5-4: Cloro libre residual en el agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

El gráfico indica que los valores más altos de cloro libre residual se encuentran en los puntos PM-1 y PM-2, correspondientes a las plantas de tratamiento de Jimbitono y San Isidro, respectivamente. Esta variación se debe principalmente a que en estos puntos se da el proceso de potabilización, debe existir al menos media hora de reposa desde el instante de suministrar la dosis de cloro hasta que el agua sea distribuida; sin embargo, la falta de tanques de reserva en estos puntos hace que el agua pasa a la red de distribución con grandes cantidades de cloro libre.

4.3.2. Nitritos

Los iones de nitrito son parte del ciclo del nitrógeno, los desechos de seres humanos y animales son una de las más importantes fuentes de amoníaco, en ambientes aeróbicos, las bacterias oxidan el amoníaco a nitrito.

Tabla 5-4: Nitritos medidos en cada punto de muestreo

		Muestra (mg/L)		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	0.044	0.049	0.029
	PM-2	0.005	0.005	0.004
	PM-3	0.006	0.006	0.004
	PM-4	0.002	0.004	0.006
	PM-5	0.006	0.005	0.024
	PM-6	0.006	0.004	0.012
	PM-7	0.005	0.006	0.004
	PM-8	0.006	0.006	0.009

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

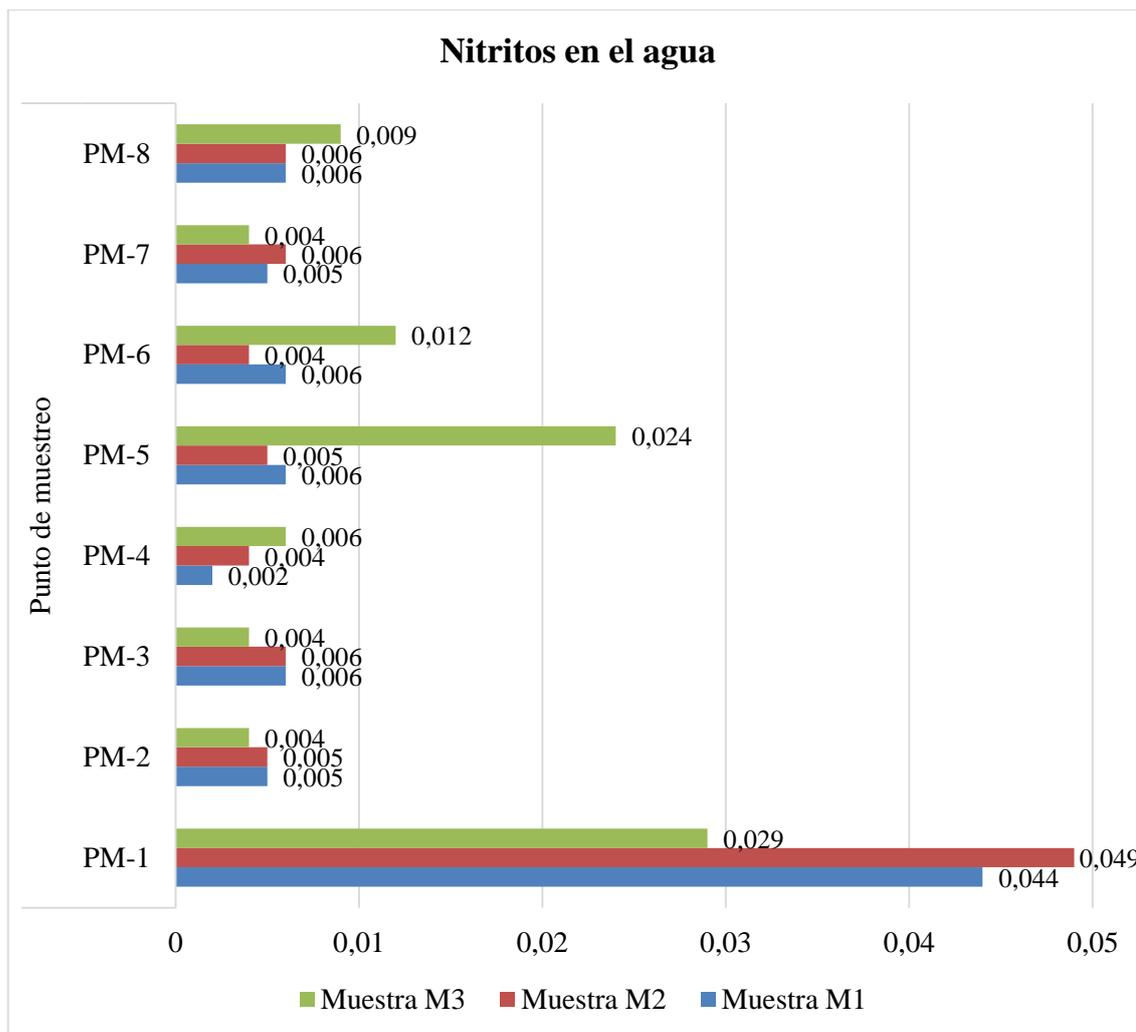


Ilustración 6-4: Nitritos en el agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

El gráfico muestra que los niveles de nitritos en el agua a lo largo de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Macas, se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos en la norma técnica ecuatoriana INEN-NTE 1108:2014.

4.3.3. Nitratos

Los nitratos se forman como productos finales de la descomposición de productos animales y vegetales, también pueden originarse por la utilización de abonos o sustancias similares.

Tabla 6-4: Nitratos medidos en cada punto de muestreo

		Muestra (mg/L)		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	8.2	10.9	8
	PM-2	1.7	1.16	1.2
	PM-3	0.9	1	0
	PM-4	0.5	1.1	0.2
	PM-5	1.2	1.4	3.5
	PM-6	1.2	1.2	5.3
	PM-7	1.2	2.2	0.2
	PM-8	1	1.7	0

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

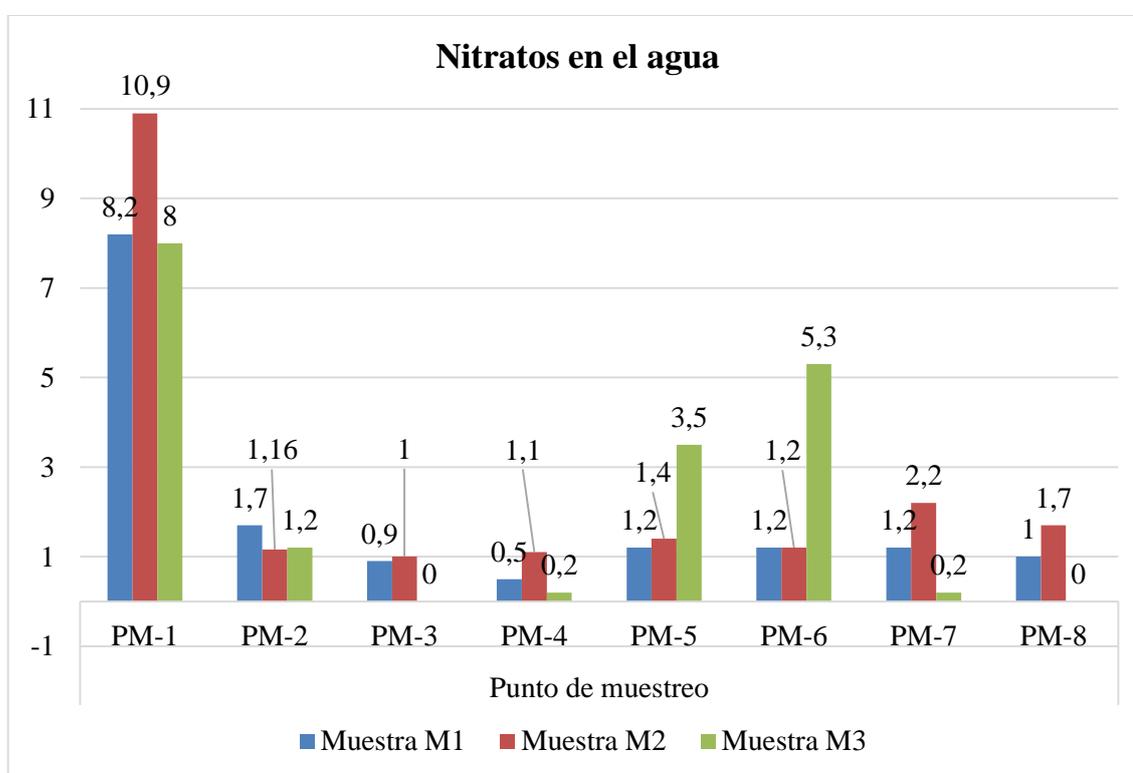


Ilustración 7-4: Nitratos en el agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

El valor medido en cada uno de los puntos de muestreo en los diferentes meses del estudio, establecieron un valor por debajo del límite máximo permisible de miligramos de nitritos por cada litro de agua, es decir, en función de este parámetro el agua es apta para el consumo humano.

4.3.4. Fluoruro

Para la medición de la cantidad de flúor en el agua potabilizada se utilizó un método colorimétrico, que mide la absorbancia del color a una longitud de onda específica. La utilización de flúor en el agua potabilizada radica en el hecho de que este previene la desmineralización en dientes y hueso.

Tabla 7-4: Fluoruros medidos en cada punto de muestreo

		Muestra (mg/L)		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	0.07	0	0.06
	PM-2	0	0.01	0
	PM-3	0.02	0	0
	PM-4	0	0.03	0.09
	PM-5	0.04	0.07	0.02
	PM-6	0.06	0.09	0
	PM-7	0.03	0.25	0
	PM-8	1.24	0.1	0

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

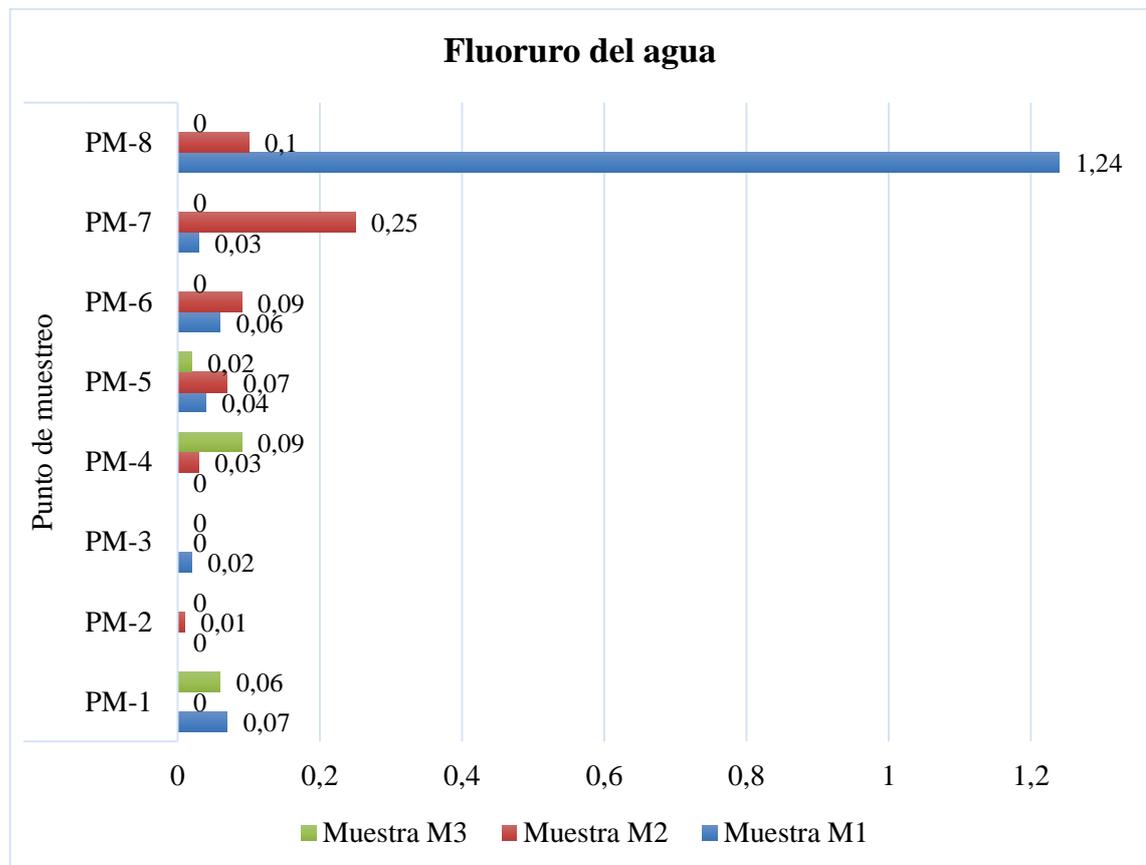


Ilustración 8-4: Fluoruro del agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

En el gráfico se observa que los niveles de flúor en la gran mayoría de muestras de agua analizadas son inferiores a 1.50 miligramos por cada litro de agua. Los valores más altos de este componente se ubican en los puntos de muestreo 7 y 8, correspondientes a los barrios Naranjal y El Rosario.

4.3.5. Cobre

El cobre es un metal que se encuentra en el ambiente, es un conductor eléctrico y térmico, es importante que esté presente en el agua de consumo humano; sin embargo, las cantidades excesivas causan color y sabor astringente.

Tabla 8-4: Cobre medido en cada punto de muestreo

		Muestra (mg/L)		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	0.05	0.02	0.05
	PM-2	0.01	0	0
	PM-3	0	0	0
	PM-4	0.03	0.01	0.15
	PM-5	0	0	0.04
	PM-6	0	0.02	0.07
	PM-7	0	0	0.01
	PM-8	0	0	0.05

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

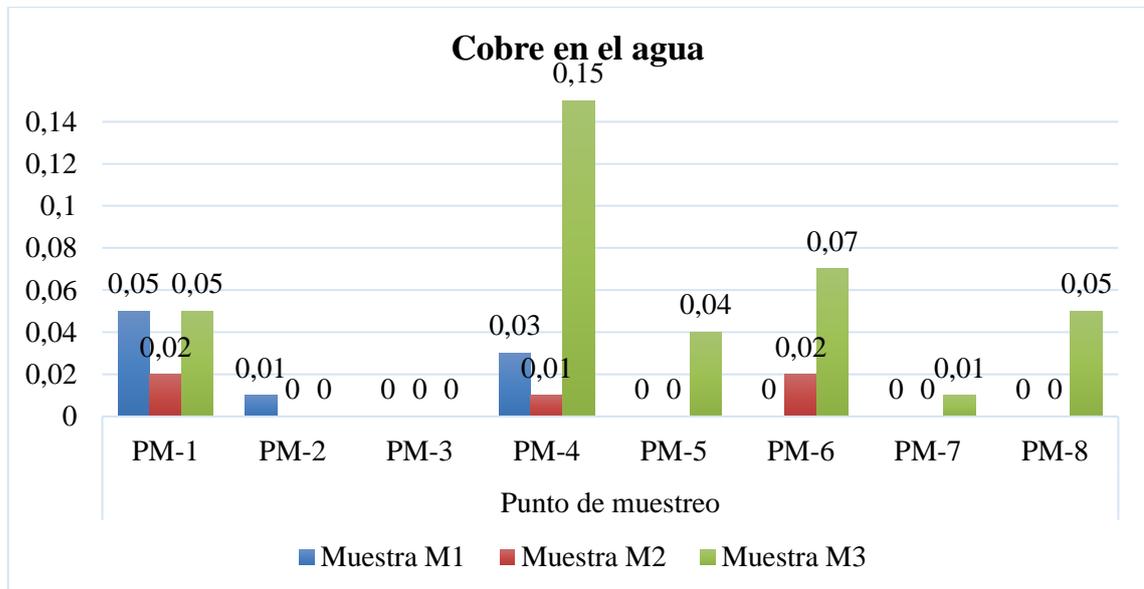


Ilustración 9-4: Cobre en el agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

En el gráfico se observa que las muestras tomadas en el mes de julio, en las estaciones, PM-4, PM-6 y PM-8 tienen mayores niveles de cobre. Este metal se encuentra de forma natural sobre la corteza terrestre en forma de óxidos, sulfuros e incluso cobre en su estado metálico, la interacción del agua con la corteza terrestre ocasiona sales de cobre disueltas en el agua superficial (Carbotecnia, 2022, párr. 3). Por lo tanto, el incremento de las precipitaciones en el mes de julio incrementa también la interacción del agua con la corteza y sus contenidos de cobre. Sin embargo, los niveles de cobre están dentro de los límites máximos permisibles y no repercuten sobre la salud del consumidor.

4.3.6. Monocloraminas

Las monocloraminas son compuestos que se forman en las plantas de potabilización de agua, debido a la cloración de la misma, es el resultado de la interacción entre el cloro disuelto y el amonio. La utilización de monocloraminas se debe a las ventajas técnico-económicas, dado que, estas permanecen más tiempo en la red de distribución.

Tabla 9-4: Monocloraminas medidas en cada punto de muestreo

		Muestra (mg/L)		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	0.09	0	0.13
	PM-2	0.27	0.25	0.23
	PM-3	0.18	0	0.09
	PM-4	0.14	0.09	0.07
	PM-5	0.1	0.14	0.07
	PM-6	0.04	0.1	0.08
	PM-7	0.02	0.01	0.08
	PM-8	0.05	0.01	0.07

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

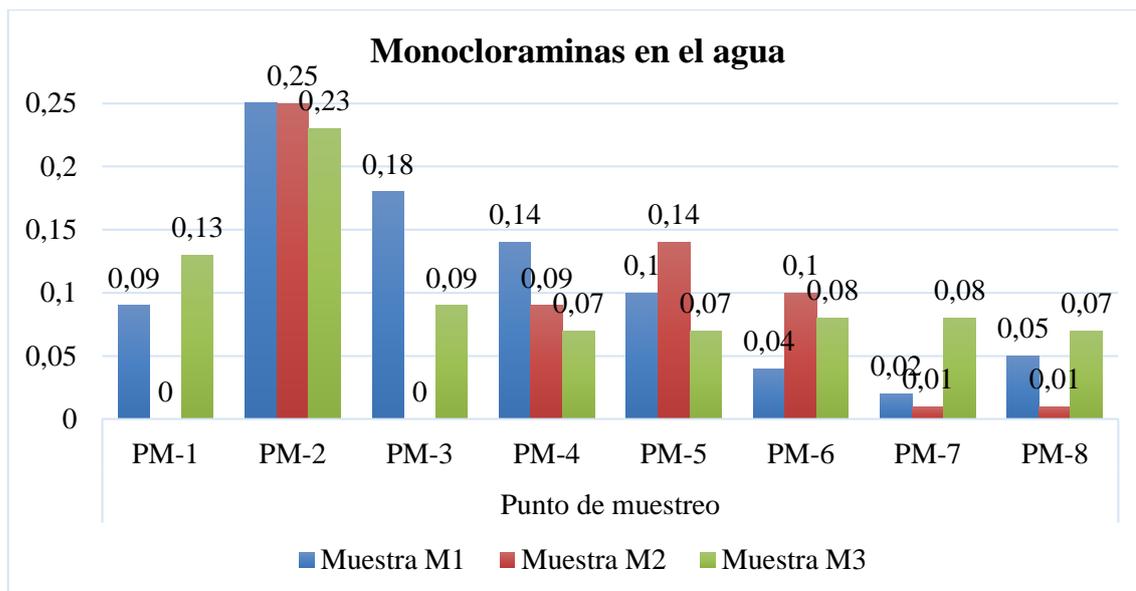


Ilustración 10-4: Monocloraminas en el agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

Los niveles de monocloraminas encontradas en los análisis realizados en los ocho puntos de muestreo, se encuentran todos por debajo de los límites máximos permisibles, determinando que en función de este parámetro el agua es apta para el consumo humano.

4.3.7. Coliformes totales*

Los coliformes fecales se utilizan para la valoración del agua tratada y agua mineral. Son un grupo de especies bacterianas y se usan como indicadores de contaminación del agua.

Tabla 10-4: Coliformes ftotales medidas en cada punto de muestreo

		Muestra (NMP)		
		M1	M2	M3
Punto de muestreo	PM-1	<1,1	<1,1	<1,1
	PM-2	<1,1	<1,1	<1,1
	PM-3	<1,1	<1,1	<1,1
	PM-4	<1,1	<1,1	<1,1
	PM-5	<1,1	<1,1	<1,1
	PM-6	<1,1	<1,1	<1,1
	PM-7	<1,1	<1,1	<1,1
	PM-8	<1,1	<1,1	<1,1

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

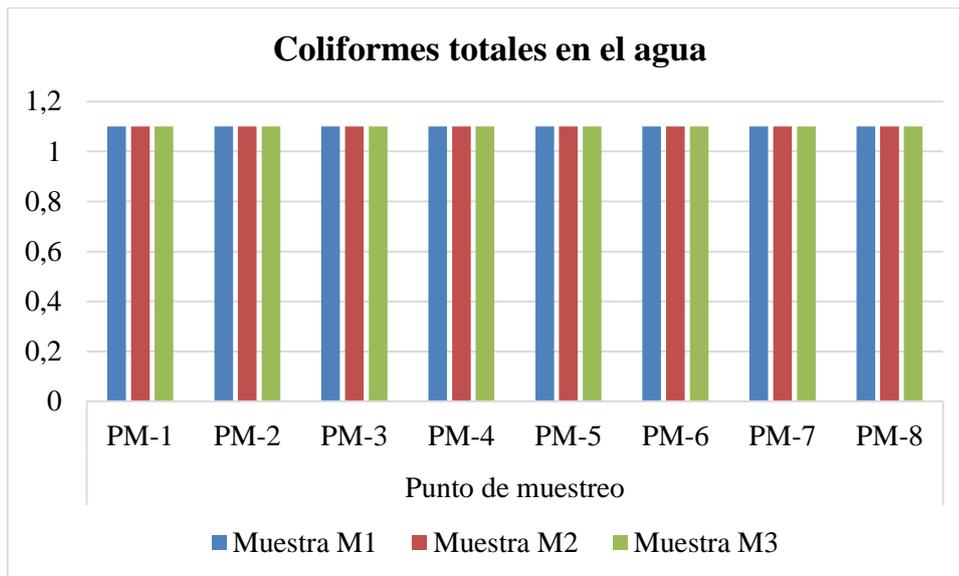


Ilustración 11-4: Coliformes totales en el agua

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

Las muestras tomadas en los meses de mayo, junio y julio, respectivamente, en los puntos de muestreo determinaron que el nivel de coliformes totales está por debajo de los límites máximos permisibles.

4.4. Comparación de resultados y norma INEN-NTE 1108:2014

4.4.1. Resultados en la planta de tratamiento de Jimbitono PM-1

En la siguiente tabla se da los resultados de los análisis obtenidos de las muestras del líquido de la planta de tratamiento de agua de Jimbitono, indican que, en los parámetros de turbidez, pH y cloro libre residual, este líquido no es apto para el consumo humano. Por otro lado, los valores del pH también se encuentran fuera del rango permisible; de acuerdo con lo indicado por García et al. (2019, p. 60) los factores externos que pueden causar fluctuaciones en el pH son los desechos de agricultura (productos agroquímicos), drenajes ácidos de minerías, emisiones de combustibles fósiles, el cambio de temperatura, las precipitaciones.

El cloro es un oxidante que al contacto con el agua destruye virus, bacterias y sustancias orgánicas como orina, por esto, es parte fundamental del proceso de potabilización de agua. Además, la presencia de cloro libre residual hasta las acometidas individuales garantiza la desinfección continua del líquido. Barbar (2019, párr. 25) indica que posterior a la dosificación de cloro en el agua, esta debe permanecer en reposo al menos 30 minutos. En este punto de muestreo al no existir las condiciones de infraestructura para el reposo del agua, se muestra un alto concentrado de cloro libre residual.

Tabla 11-4: Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-1

Comparación según Norma INEN-NTE 1108:2014 y Valores medidos en PM-1 (Planta de tratamiento Jimbitono)							
Parámetro	Muestra	Unidad	Valor medido	Promedio	Límites permisibles		Calidad
					Mínimo	Máximo	
Turbidez	M1	NTU	6.40	12.13		5.00	NO APTA
	M2	NTU	3.00				
	M3	NTU	27.00				
pH	M1		6.40	5.67	6.50	8.00	NO APTA
	M2		4.00				
	M3		6.60				
Temperatura	M1	°C	19.50	19.50	17.00	22.33	APTA
	M2	°C	20.00				
	M3	°C	19.00				
Cloro libre residual	M1	mg/L	4.92	3.11	0.30	1.50	NO APTA
	M2	mg/L	2.20				
	M3	mg/L	2.20				
Nitritos	M1	mg/L	0.044	0.04		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.049				
	M3	mg/L	0.029				
Nitratos	M1	mg/L	8.20	9.03		50.00	APTA
	M2	mg/L	10.90				
	M3	mg/L	8.00				
Fluoruros	M1	mg/L	0.07	0.04		1.50	APTA
	M2	mg/L	0.00				
	M3	mg/L	0.06				
Cobre	M1	mg/L	0.05	0.04		2.00	APTA
	M2	mg/L	0.02				
	M3	mg/L	0.05				
Monocloraminas	M1	mg/L	0.09	0.07		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.00				
	M3	mg/L	0.13				
Coliformes totales	M1	NMP	< 1.1	< 1.1	*<1.1 en ensayo ninguno es positivo		APTA
	M2	NMP	< 1.1				
	M3	NMP	< 1.1				

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

4.4.2. Resultados en la planta de tratamiento de San Isidro PM-2

Las muestras tomadas en la planta de tratamiento de San Isidro y su comparación con la norma técnica INEN-NTE 1108:2014, indicaron que los parámetros de turbidez y cloro libre residual en M1 estaban por encima de los valores máximos permisibles. EL incremento en la temperatura se debe a la hora y la temperatura ambiente en la que se tomó la muestra; mientras que, en el caso del cloro libre residual, de forma similar al punto de muestreo anterior se debe a la cloración del agua al inicio del proceso de potabilización.

Tabla 12-4: Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-2

Comparación según Norma INEN-NTE 1108:2014 y Valores medidos en PM-2 (Planta de tratamiento de San Isidro)							
Parámetro	Muestra	Unidad	Valor medido	Promedio	Límites permisibles		Calidad
					Mínimo	Máximo	
Turbidez	M1	NTU	6.00	2.00		5.00	APTA
	M2	NTU	0.00				
	M3	NTU	0.00				
pH	M1		7.20	7.47	6.50	8.00	APTA
	M2		7.60				
	M3		7.60				
Temperatura	M1	°C	20.20	20.97	17.00	22.33	APTA
	M2	°C	21.40				
	M3	°C	21.30				
Cloro libre residual	M1	mg/L	1.60	1.40	0.30	1.50	APTA
	M2	mg/L	1.44				
	M3	mg/L	1.15				
Nitritos	M1	mg/L	0.005	0.00		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.005				
	M3	mg/L	0.004				
Nitratos	M1	mg/L	1.70	1.35		50.00	APTA
	M2	mg/L	1.16				
	M3	mg/L	1.20				
Fluoruros	M1	mg/L	0.00	0.00		1.50	APTA
	M2	mg/L	0.01				
	M3	mg/L	0.00				
Cobre	M1	mg/L	0.01	0.00		2.00	APTA
	M2	mg/L	0.00				
	M3	mg/L	0.00				
Monocloraminas	M1	mg/L	0.27	0.25		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.25				
	M3	mg/L	0.23				
Coliformes totales	M1	NMP	< 1.1	< 1.1	*<1.1 en ensayo ninguno es positivo		APTA
	M2	NMP	< 1.1				
	M3	NMP	< 1.1				

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

4.4.3. Resultados en el barrio Sangay en los Tanques de Reserva (R2) (PM-3)

Los resultados de la evaluación de parámetros fisicoquímicos del agua en los tanques de reserva R2, identificados como el punto de muestreo R2; indicaron que, la turbidez del agua en los meses de mayo y julio superan los límites máximos permisibles, por lo demás, el agua es apta para el consumo humano. Es importante considerar que, en este punto se intersecan las aguas provenientes de las plantas de tratamiento de Jimbitono y San Isidro, haciendo notoria la disminución de los valores de cloro libre residual y turbidez.

Tabla 13-4: Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-3

Comparación según Norma INEN-NTE 1108:2014 y Valores medidos en PM-3 (Tanques de Reserva - R2)							
Parámetro	Muestra	Unidad	Valor medido	Promedio	Límites permisibles		Calidad
					Mínimo	Máximo	
Turbidez	M1	NTU	6.00	10.67		5.00	NO APTA
	M2	NTU	3.00				
	M3	NTU	23.00				
pH	M1		7.00	6.93	6.50	8.00	APTA
	M2		7.10				
	M3		6.70				
Temperatura	M1	°C	20.30	20.47	17.00	22.33	APTA
	M2	°C	21.50				
	M3	°C	19.60				
Cloro libre residual	M1	mg/L	0.71	0.67	0.30	1.50	APTA
	M2	mg/L	0.61				
	M3	mg/L	0.70				
Nitritos	M1	mg/L	0.006	0.01		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.006				
	M3	mg/L	0.004				
Nitratos	M1	mg/L	0.90	0.63		50.00	APTA
	M2	mg/L	1.00				
	M3	mg/L	0.00				
Fluoruros	M1	mg/L	0.02	0.01		1.50	APTA
	M2	mg/L	0.00				
	M3	mg/L	0.00				
Cobre	M1	mg/L	0.00	0.00		2.00	APTA
	M2	mg/L	0.00				
	M3	mg/L	0.00				
Monocloraminas	M1	mg/L	0.18	0.09		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.00				
	M3	mg/L	0.09				
Coliformes totales	M1	NMP	< 1.1	< 1.1	*<1.1 en ensayo ninguno es positivo		APTA
	M2	NMP	< 1.1				
	M3	NMP	< 1.1				

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

4.4.4. Resultados en el Barrio La Loma (PM-4)

Las muestras de agua tomadas en el Barrio La Loma de la ciudad de Macas, indican valores fuera de los límites permisibles para la turbidez, debido a las fuertes lluvias presentadas en el mes julio; y, la temperatura relacionada con la hora y la temperatura ambiente del lugar de estudio.

Tabla 14-4: Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-4

Comparación según Norma INEN-NTE 1108:2014 y Valores medidos en PM-4 (La Loma)							
Parámetro	Muestra	Unidad	Valor medido	Promedio	Límites permisibles		Calidad
					Mínimo	Máximo	
Turbidez	M1	NTU	6.00	7.33		5.00	NO APTA
	M2	NTU	3.00				
	M3	NTU	13.00				
pH	M1		6.80	6.83	6.50	8.00	APTA
	M2		7.00				
	M3		6.70				
Temperatura	M1	°C	21.00	21.23	17.00	22.33	APTA
	M2	°C	22.70				
	M3	°C	20.00				
Cloro libre residual	M1	mg/L	0.58	0.54	0.30	1.50	APTA
	M2	mg/L	0.41				
	M3	mg/L	0.62				
Nitritos	M1	mg/L	0.002	0.00		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.004				
	M3	mg/L	0.006				
Nitratos	M1	mg/L	0.50	0.60		50.00	APTA
	M2	mg/L	1.10				
	M3	mg/L	0.20				
Fluoruros	M1	mg/L	0.00	0.04		1.50	APTA
	M2	mg/L	0.03				
	M3	mg/L	0.09				
Cobre	M1	mg/L	0.03	0.06		2.00	APTA
	M2	mg/L	0.01				
	M3	mg/L	0.15				
Monocloraminas	M1	mg/L	0.14	0.10		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.09				
	M3	mg/L	0.07				
Coliformes totales	M1	NMP	< 1.1	< 1.1	*<1.1 en ensayo ninguno es positivo		APTA
	M2	NMP	< 1.1				
	M3	NMP	< 1.1				

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

4.4.5. Resultados en el barrio Centro

El agua potable que llega hasta el Barro Centro de la ciudad de Macas es apta para el consumo humano, excepto en la muestra tomada en el mes de julio, en la que la turbidez estuvo por encima del límite máximo permisibles, esto debido al incremento de precipitaciones que conllevan el arrastre de sólidos suspendidos.

Tabla 15-4: Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-5

Comparación según Norma INEN-NTE 1108:2014 y Valores medidos en PM-5 (Barrio Centro)							
Parámetro	Muestra	Unidad	Valor medido	Promedio	Límites permisibles		Calidad
					Mínimo	Máximo	
Turbidez	M1	NTU	4.00	10.00		5.00	NO APTA
	M2	NTU	3.00				
	M3	NTU	23.00				
pH	M1		6.70	6.80	6.50	8.00	APTA
	M2		7.00				
	M3		6.70				
Temperatura	M1	°C	20.70	20.57	17.00	22.33	APTA
	M2	°C	21.50				
	M3	°C	19.50				
Cloro libre residual	M1	mg/L	0.93	0.74	0.30	1.50	APTA
	M2	mg/L	0.66				
	M3	mg/L	0.62				
Nitritos	M1	mg/L	0.006	0.01		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.005				
	M3	mg/L	0.024				
Nitratos	M1	mg/L	1.20	2.03		50.00	APTA
	M2	mg/L	1.40				
	M3	mg/L	3.50				
Fluoruros	M1	mg/L	0.04	0.04		1.50	APTA
	M2	mg/L	0.07				
	M3	mg/L	0.02				
Cobre	M1	mg/L	0.00	0.01		2.00	APTA
	M2	mg/L	0.00				
	M3	mg/L	0.04				
Monocloraminas	M1	mg/L	0.10	0.10		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.14				
	M3	mg/L	0.07				
Coliformes totales	M1	NMP	< 1.1	< 1.1	*<1.1 en ensayo ninguno es positivo		APTA
	M2	NMP	< 1.1				
	M3	NMP	< 1.1				

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

4.4.6. Resultados en el barrio 27 de Febrero

Los resultados de los análisis realizados con las muestras de agua tomadas en el Barrio de 27 de febrero, dieron como resultado que es apta para el consumo humano; excepto en el mes de julio en el parámetro específico de turbidez, que debido al incremento de lluvias genera mayor arrastre de sólidos suspendidos.

Tabla 16-4: Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-6

Comparación según Norma INEN-NTE 1108:2014 y Valores medidos en PM-6 (Barrio 27 de febrero)							
Parámetro	Muestra	Unidad	Valor medido	Promedio	Límites permisibles		Calidad
					Mínimo	Máximo	
Turbidez	M1	NTU	4.00	11.00		5.00	NO APTA
	M2	NTU	3.00				
	M3	NTU	26.00				
pH	M1		7.00	6.87	6.50	8.00	APTA
	M2		6.90				
	M3		6.70				
Temperatura	M1	°C	21.60	21.20	17.00	22.33	APTA
	M2	°C	21.00				
	M3	°C	21.00				
Cloro libre residual	M1	mg/L	0.95	0.78	0.30	1.50	APTA
	M2	mg/L	0.63				
	M3	mg/L	0.75				
Nitritos	M1	mg/L	0.006	0.01		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.004				
	M3	mg/L	0.012				
Nitratos	M1	mg/L	1.20	2.57		50.00	APTA
	M2	mg/L	1.20				
	M3	mg/L	5.30				
Fluoruros	M1	mg/L	0.06	0.05		1.50	APTA
	M2	mg/L	0.09				
	M3	mg/L	0.00				
Cobre	M1	mg/L	0.00	0.03		2.00	APTA
	M2	mg/L	0.02				
	M3	mg/L	0.07				
Monocloraminas	M1	mg/L	0.04	0.07		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.10				
	M3	mg/L	0.08				
Coliformes totales	M1	NMP	< 1.1	< 1.1	*<1.1 en ensayo ninguno es positivo		APTA
	M2	NMP	< 1.1				
	M3	NMP	< 1.1				

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

4.4.7. Resultados en el barrio Naranjal

Las muestras de agua tomadas en el Barrio Naranjal, posterior a su análisis físico y químico determinaron que es apta para el consumo humano, con un parámetro variante en el mes de julio, la turbidez, debido al incremento de lluvias y arrastre de sólidos suspendidos.

Tabla 17-4: Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-7

Comparación según Norma INEN-NTE 1108:2014 y Valores medidos en PM-7 (Barrio Naranjal)							
Parámetro	Muestra	Unidad	Valor medido	Promedio	Límites permisibles		Calidad
					Mínimo	Máximo	
Turbidez	M1	NTU	4.00	8.33		5.00	NO APTA
	M2	NTU	0.00				
	M3	NTU	21.00				
pH	M1		6.80	6.83	6.50	8.00	APTA
	M2		7.00				
	M3		6.70				
Temperatura	M1	°C	21.80	21.43	17.00	22.33	APTA
	M2	°C	21.30				
	M3	°C	21.20				
Cloro libre residual	M1	mg/L	0.43	0.65	0.30	1.50	APTA
	M2	mg/L	0.82				
	M3	mg/L	0.69				
Nitritos	M1	mg/L	0.005	0.01		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.006				
	M3	mg/L	0.004				
Nitratos	M1	mg/L	1.20	1.20		50.00	APTA
	M2	mg/L	2.20				
	M3	mg/L	0.20				
Fluoruros	M1	mg/L	0.03	0.09		1.50	APTA
	M2	mg/L	0.25				
	M3	mg/L	0.00				
Cobre	M1	mg/L	0.00	0.00		2.00	APTA
	M2	mg/L	0.00				
	M3	mg/L	0.01				
Monocloraminas	M1	mg/L	0.02	0.04		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.01				
	M3	mg/L	0.08				
Coliformes totales	M1	NMP	< 1.1	< 1.1	*<1.1 en ensayo ninguno es positivo		APTA
	M2	NMP	< 1.1				
	M3	NMP	< 1.1				

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

4.4.8. Resultados en el barrio El Rosario

El punto de muestreo ubicado en el barrio El Rosario y sus respectivos análisis de muestras, indicaron que el agua es apta para el consumo humano a excepción del mes de julio en el que el valor de turbidez sobrepasa por mucho el límite máximo permisible indicando la presencia de sólidos suspendidos.

Tabla 18-4: Resultados de análisis fisicoquímicos en PM-8

Comparación según Norma INEN-NTE 1108:2014 y Valores medidos en PM-8 (Barrio El Rosario)							
Parámetro	Muestra	Unidad	Valor medido	Promedio	Límites permisibles		Calidad
					Mínimo	Máximo	
Turbidez	M1	NTU	4.00	8.67		5.00	NO APTA
	M2	NTU	0.00				
	M3	NTU	22.00				
pH	M1		6.90	6.80	6.50	8.00	APTA
	M2		6.90				
	M3		6.60				
Temperatura	M1	°C	22.30	21.77	17.00	22.33	APTA
	M2	°C	21.50				
	M3	°C	21.50				
Cloro libre residual	M1	mg/L	0.38	0.67	0.30	1.50	APTA
	M2	mg/L	0.92				
	M3	mg/L	0.71				
Nitritos	M1	mg/L	0.006	0.01		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.006				
	M3	mg/L	0.009				
Nitratos	M1	mg/L	1.00	0.90		50.00	APTA
	M2	mg/L	1.70				
	M3	mg/L	0.00				
Fluoruros	M1	mg/L	1.24	0.45		1.50	APTA
	M2	mg/L	0.10				
	M3	mg/L	0.00				
Cobre	M1	mg/L	0.00	0.02		2.00	APTA
	M2	mg/L	0.00				
	M3	mg/L	0.05				
Monocloraminas	M1	mg/L	0.05	0.04		3.00	APTA
	M2	mg/L	0.01				
	M3	mg/L	0.07				
Coliformes totales	M1	NMP	< 1.1	< 1.1	*<1.1 en ensayo ninguno es positivo		APTA
	M2	NMP	< 1.1				
	M3	NMP	< 1.1				

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

4.5. Mapa de identificación

Posterior a la evaluación individual de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en cada uno de los puntos de muestreo se diseñó un mapa de identificación de los barrios realizados los análisis con el programa ArcGIS.

La siguiente tabla nos indica el porcentaje de obtenido de los resultados de los diferentes puntos de muestreo con sus repeticiones y con su calidad de agua, mediante los análisis en laboratorio basados en la Norma INEN 1108-2014 y el promedio de las repeticiones de cada punto nos demuestra si es apta o no, a todos los datos (apta o no apta) se realiza un promedio por cada punto de muestreo demostrando el porcentaje de cumplimiento y calidad de agua potable.

Tabla 19-4: Valoración general de la calidad del agua potable

Punto de muestreo	Ubicación	Porcentaje de cumplimiento	Calidad del agua
PM-1	Planta de Tratamiento Jimbitono	70.00%	Media
PM-2	Planta de Tratamiento San Isidro	100.00%	Excelente
PM-3	Tanques de reserva 2	90.00%	Buena
PM-4	Barrio La Loma	90.00%	Buena
PM-5	Barrio Centro	90.00%	Buena
PM-6	Barrio 27 de febrero	90.00%	Buena
PM-7	Naranjal	90.00%	Buena
PM-8	El Rosario	90.00%	Buena

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

El valor de la calidad del agua se obtuvo de dos diferentes análisis, el primer análisis tomando en cuenta solo las plantas de tratamiento con una valoración global de la calidad del agua potable de 85% calificada como BUENA, y el segundo análisis corresponde a los 6 puntos correspondientes a los barrios seleccionados dentro del sistema de abastecimiento de agua potable de Macas un valor de 90% de cumplimiento calificándola como BUENA según las Norma NTE INEN 1108-2014.

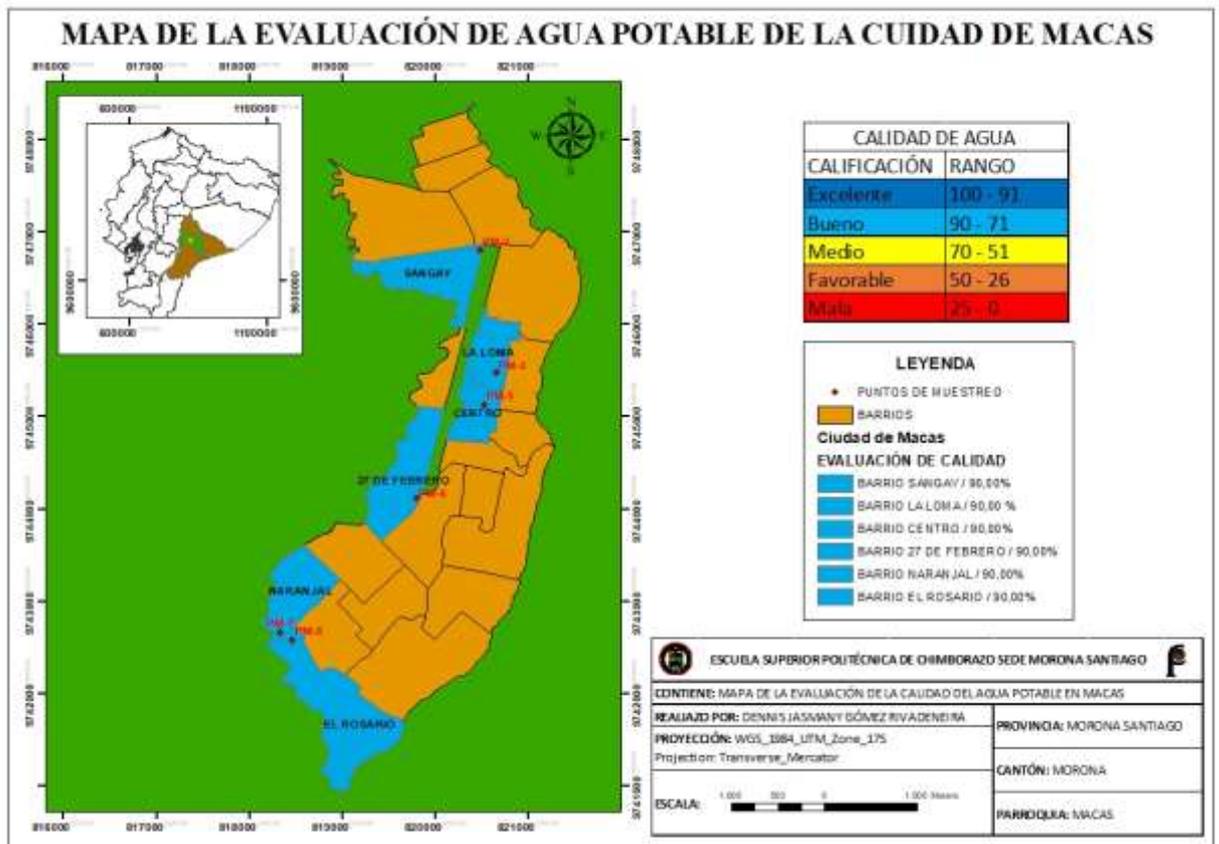


Ilustración 12-4: Mapa de identificación de calidad del agua potable en Macas

Realizado por: Gómez, Dennis, 2022.

En el mapa anterior nos muestra los puntos de muestreo escogidos para evaluar la calidad del agua potable en la ciudad de Macas y los barrios los cuales se encuentran lo más cerca de la red de distribución principal, con su respectiva calificación y obteniendo un numero adimensional entre 0 y 100, cuyo valor dará una calificación cualitativa de la calidad de agua. Indicando que la calidad del agua se encuentra en una calificación de “Buena”, tomando en cuenta solo los barrios de Macas seleccionados y no las plantas de tratamientos de agua potable, cumpliendo con la Norma INEN 1108:2014 vigente hasta la actualidad, Macas cuenta con una dotación de agua potable en cantidad y calidad aportando a la salud de la ciudadanía.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se analizó la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Macas, la planta de tratamiento de San Isidro tiene una capacidad máxima de 80 l/s para el tratamiento, mientras que la de Jimbitono tiene una capacidad de 60 l/s.

La planta de tratamiento de San Isidro después del proceso de potabilización, cuenta con una tubería de asbesto de 250 mm y otra tubería de 160 mm en PVC, las tuberías llegan al depósito de los tanques de Huacho, de allí existe una tubería de asbesto de 350 mm que llega hasta la altura del Polideportivo donde se bifurca dos tuberías de 160 mm la una de PVC que abastece a la parte norte de la ciudad y la otra tubería de asbesto que llega a los tanques de reserva (R2) en el barrio Sangay. La planta de tratamiento de Jimbitono después del proceso de potabilización, es dirigida en una tubería de 350 mm en PVC, dota a la parroquia de Proaño, se estabiliza en los tanques de reserva (R2) en el barrio Sangay, de estos 2 tanques de reserva se distribuye para la toda la ciudad de Macas, a la parte este de la pista de la ciudad cuenta con una tubería de 315 mm, llegando a abastecer desde el barrio La Loma, El mirador, Centro, Los Canelos, Amazonas con tuberías de PVC de 160, 110 y 63 mm y en la parte oeste de la pista existe dos tuberías una de PVC de 355 mm y la otra de asbesto de 250 mm que abastece a los barrios Sangay, la Unión, 27 de febrero. Desde el barrio 27 de febrero existe una red interconectada de las cuales distribuye hasta los barrios el Naranjal y El Rosario con tuberías de PVC de 63 mm.

Se evaluaron diez parámetros físicos, químicos y microbiológicos en las muestras de agua tomadas en ocho diferentes puntos de muestreo a lo largo del sistema de abastecimiento en los meses de mayo, junio y julio de 2022 y, se procesaron las muestras en el laboratorio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Morona, ubicado en la planta de tratamiento de San Isidro, de los cuales el parámetro que se encuentra por encima de los niveles permitidos en su mayoría de los puntos es la turbiedad cuenta con 11 NTU en el barrio 27 de febrero y en el barrio centro con 10 NTU siendo la zona Z-3 el sector con un rango más alto de y 12,13 NTU, seguido del pH con 5,67 y cloro libre residual con 3,11 mg/L en la planta de tratamiento de Jimbitono (PM-1). (Véase en la tabla 11.4).

Se compararon los resultados obtenidos en los análisis en relación con los límites máximos permisibles establecidos en la norma INEN-NTE 1108:2014, para la administración y regulación de servicio de agua potable y alcantarillado, de la calidad del agua para consumo humano. Se identificó que, los parámetros que se encuentran fuera de los límites correspondiente a los barrios son principalmente la turbidez con un total de 9,33 NTU a nivel del sistema de abastecimiento. Sin embargo, la turbidez con un rango más alto de 12,13 NTU tienen estrecha relación con partículas suspendidas y en mayor cantidad en épocas lluviosas y un pH con 5,67 y cloro libre residual con 3,11 mg/L debido al muestreo que fue realizado cerca de la planta de tratamiento y al proceso de potabilización, sin embargo, estos parámetros se normalizan a lo largo de la trayectoria del sistema de abastecimiento. Se concluye que el agua es apta para el consumo humano y se recomienda la construcción de tanques de reposo en las plantas de tratamiento a fin de reducir los valores de turbidez, pH y cloro libre residual.

Se diseñó un mapa sectorial sobre los resultados de la evaluación de la calidad de agua potable en la ciudad de Macas mediante la utilización del programa ArcGIS, esto permitió identificar los puntos de evaluación en la ciudad con una calidad de agua de consideración buena al compararse con la norma del ICA que define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener.

5.2. Recomendaciones

Al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Morona el reemplazo total de las tuberías de asbesto cemento por tuberías de PVC, a fin de reducir el riesgo de contaminación biológica y garantizar a la ciudadanía el servicio de agua potable con la calidad requerida por las normativas vigentes.

Para futuros estudios tomar las muestras de agua en días y horas específicas con condiciones climáticas similares, a fin de que los resultados sean confiables.

En la medición de cloro libre residual, se determinó que los valores fuera de los límites máximos permisible se deben a la falta de reposo del líquido antes de su transporte a los tanques de almacenamiento, se recomienda, la construcción de tanques de reposo para reducir el valor de este parámetro.

En épocas de lluvia y debido al incremento de contaminantes, se recomienda tener un mayor control sobre las plantas de tratamiento. Además, informar a la ciudadanía sobre las causas y consecuencias de la contaminación hídrica y crear un plan de contingencia.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA; INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. *Gestión de Agua P_Otable y Saneamiento*. 2019, p. 13. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2019/Agua_potable_alcantarillado_2019/PRESENTACION_APA_2019_V07_rev_corregido.pdf.

ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR. *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, 2008, pp. 12-59. Disponible en: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf.

ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR. *Ley orgánica de Recursos Hídricos y Aprovechamiento del Agua*. Quito, 2014, pp. 1–23.

BALLESTERO, M., ARROYO, V. AND MEJÍA, A. *Universalización de servicio de agua potable y saneamiento*. Corporación Andina de Fomento. 2015. Disponible en: <https://www.caf.com/media/8256/universalizacion-servicios-agua-potable-america-sur-caf.pdf>.

BARBAR, Ricardo. *¿Cómo se potabiliza el agua?* [blog]. PRODAVINCI, 23 de abril de 2019. [Consulta: 12 julio 2022]. Disponible en: <http://factor.prodavinci.com/como-se-potabiliza-el-agua/index.html#:~:text=La%20cloraci%C3%B3n%20es%20uno%20de,El%20cloro%20es%20un%20oxidante>.

CARBOTECNIA. *Química del agua - Cobre* [blog]. Centro de aprendizaje. 25 de marzo de 2022. [Consulta: 15 abril 2022]. Disponible en: <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/cobre-en-el-agua/>

CÁRDENAS, J. & PATIÑO, G. ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE TUTUCÁN, CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Cuenca - Ecuador: 2010, p. 206. [Consulta: 25 febrero 2022]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO; Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado* [en línea]. México, 2007. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>.

GARCÍA, Martha; SÁNCHEZ, Félix; MARÍN, Rodrigo; GUZMÁN, Héctor; VERDUGO, Nelsy; DOMÍNGUEZ, Efraín; VARGAS, Omar; PANIZZO, Lorenzo; SÁNCHEZ, Nancy; Gómez, Jeremías; Cortés, G. *El agua, Convenio sobre la Diversidad Biológica* [en línea]. Colombia, 2010. [Consulta: 25 marzo 2022]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18771/43827_55586.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

GARCÍA, Sandra., ARGUELLO, Alexandra., PARRA, Richard & PINCAY, Macerla. "Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal". *INNOVA Research Journal* [en línea]. 2019, 4 (2), pp. 59-71. [Consulta: 10 julio 2022]. Disponible en: <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/909/1510>

GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN MORONA. LA ORDENANZA DE GESTIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CANTÓN MORONA [en línea]. Morona - Morona Santiago: 2015, pp. 1–23. [Consulta: 14 febrero 2022]. Disponible en: <file:///D:/Tami/Downloads/O. LA ORDENANZA DE GESTIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CANTÓN MORONA.pdf>.

GUERRERO LEGARRETA, M. *El agua* [en línea]. México: La Ciencia para Todos, 2006. [Consulta: 4 mayo 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/72081>.

GÓNZALEZ TORO, Carmen. *Monitoreo de la calidad del agua - La turbidez* [blog]. Colegio de Ciencias Agrícolas. Octubre 2022. [Consulta: 2 julio 2022]. Disponible en: <https://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. *Población que dispone de servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura, (Agua limpia y saneamiento)* [en línea]. 2016, p. 7. [Consulta: 25 abril 2022]. Disponible en: <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2018/11/BOLETIN-ODS-6-19.pdf>.

JUNTA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE MAZATLÁN.

Distribución de agua en el planeta [en línea]. México: 2022. [Consulta: 14 enero 2022]. Disponible en: <http://jumapam.gob.mx/cultura-del-agua/distribucion-de-agua-en-el-planeta/#:~:text=El 97.5%25 del agua en,encuentra en un estado sólido.>

LÓPEZ ALEGRÍA, P. *Abastecimiento de agua potable; y disposición y eliminación de excretas* [En línea]. México: Instituto Politécnico Nacional, 2010. [Consulta: 6 mayo 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/espoch/72163>.

MEJÍA REINOSO, Jackelin. Estudio sobre la calidad del agua potable del cantón Gualaquiza (Tesis de grado) (Maestría en Gestión Ambiental) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Centro de Estudios Ambientales. Cuenca - Ecuador, 2010. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2589/1/tm4362.pdf>

MENGO, R. "Latinoamérica y el agua potable: poder en el presente, dominio en el futuro. El caso del Acuífero Guaraní" [en línea], 2005, pp. 1–16. [Consulta: 25 abril 2022]. Disponible en: https://www.uib.es/digitalAssets/177/177959_2.pdf.

MEDINA PICO, Luis Fernando. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de la comunidad Las Peñas, perteneciente a la parroquia Veracruz, cantón Pastaza, provincia de Pastaza (Proyecto Técnico) (Pregrado) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica. Ambato - Ecuador, 2022. [Consulta: 14 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34704/1/Tesis%20I.C.%201569%20-%20Medina%20Pico%20Luis%20Fernando.pdf>

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA; SUBSECRETARÍA NACIONAL DE PROMOCIÓN DE LA SALUD E IGUALDAD; DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD. *Guía de Agua Segura* [en línea]. Quito - Ecuador: MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA; SUBSECRETARÍA NACIONAL DE PROMOCIÓN DE LA SALUD E IGUALDAD; DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD, 2019. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Guia-Agua-Segura.pdf>.

MONTENEGRO, D. & TAPIA, J. Indicadores de cantidad y calidad del agua consumida en la ciudad de Macas (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba

- Ecuador, 2014. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/557/1/UNACH-EC-IC-2014-0020.pdf>.

MOROCHO, Luis. *Informe de monitoreo de calidad de agua potable de la planta de tratamiento sector "Los Álamos"* (en línea). Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Francisco de Orellana, 2021. [Consulta: 12 junio 2022]. Disponible en: <https://www.orellana.gob.ec/docs/Estudios%20de%20calidad%20de%20Agua/2021/Calidad%20de%20agua%20Los%20C3%81lamos%20Agosto.pdf>

OBRAS SANITARIAS DEL ESTADO *Etapas del proceso de potabilización* [blog]. Uruguay. 2022. [Consulta: 05 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.ose.com.uy/agua/etapas-del-proceso-de-potabilizacion>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Guías para la calidad del agua potable. Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad, Segunda Edición* [en línea]. Ginebra. 1998. [Consulta: 2 marzo 2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41985/9243545035-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD . *Guías para la calidad del agua de consumo humano, Organización Mundial de la Salud* [en línea]. Perú. 2018. [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PARRA SAMANIEGO, Bayron Efrén. Análisis y modelación matemática de la red de distribución de agua potable de la ciudad de Macas, Morona Santiago, Ecuador (Trabajo Fin de Máster) (Maestría) [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia, Maestría en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Valencia - España. 2020, pp. 15-18. [Consulta: 05 agosto 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/138734>

PÉREZ ESTELA, D.A. Diseño de la red de distribución de agua potable para disminuir las brechas de acceso por la red pública en el centro poblado de la primera etapa de la Zona "B" de Huarangal del Distrito de Lurín, Lima (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima - Perú: 2020. [Consulta: 2 mayo 2022]. Disponible en: file:///D:/Tami/Downloads/pérez_eda.pdf.

PÉREZ LÓPEZ, Esteba. Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. "*Tecnología en marcha*" [en línea]. 2016, 29 (3), pp. 3-14. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n3/0379-3982-tem-29-03-3.pdf>

PRADANA PÉREZ, J. *Criterios de calidad y gestión del agua potable* [en línea]. Madrid: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2019. [Consulta: 14 marzo 2022]. Disponible en: Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo%0AHumano.

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MEDIO AMBIENTE. *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente* [en línea]. 2013. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>.

ULLOA SUPLIGUICHA, Santiago Fernando. Evaluación del sistema de agua potable Monajas - Gordeleg, parroquia Zhidmad, cantón Gualaceo, provincia del Azuay (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Cuenca - Ecuador, 2017. [Consulta: 14 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27352/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>

WEATHER SPEARK. *El clima y el tiempo promedio todo el año en Macas* [blog]. [Consulta: 14 julio 2022]. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/20012/Clima-promedio-en-Macas-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>



ANEXOS

ANEXO A: NORMA INEN NTE 1108:2014

Tabla 1: Características físicas, sustancias inorgánicas y radioactivas

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor		no objetable
Sabor		no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0.02
Arsénico, As	mg/l	0.01
Bario, Ba	mg/l	0.7
Boro, B	mg/l	2.4
Cadmio, Cd	mg/l	0.003
Cianuros, CN	mg/l	0.07
Cloro libre residual	mg/l	0.3 a 1.5
Cobre, Cu	mg/l	2
Cromo. Cro (cromo total)	mg/l	0.05
Fluoruros	mg/l	1.5
Mercurio, Hg	mg/l	0.006
Níquel, Ni	mg/l	0.07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	3
Plomo, Pb	mg/l	0.01
Radiación total (alfa *)	Bg/l	0.5
Radiación total (beta **)	Bg/l	1
Selenio, Se	mg/l	0.04

Tabla 2: Sustancias orgánicas

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP		
Benzo (a) pireno	mg/l	0.0007
Hidrocarburos		
Benceno	mg/l	0.01
Tolueno	mg/l	0.7
Xileno	mg/l	0.5
Estireno	mg/l	0.02
1.2dicloroetano	mg/l	0.03
Cloruro de vinilo	mg/l	0.0003
Tricloroetano	mg/l	0.02
Tetracloroetano	mg/l	0.04
Di(2-etihexil) ftalto	mg/l	0.008
Acrylamida	mg/l	0.0005
Epiclorohidrina		0.0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0.0006
1.2Dibroetano	mg/l	0.0004
1.4 - Dioxano	mg/l	0.05
Ácido nitrilotriacético	mg/l	0.2

Tabla 3: Plaguicidas

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazina	mg/l	0.1
Isoproturón	mg/l	0.009
Lindano	mg/l	0.002
Pendimetalina	mg/l	0.2
Pentaclorofenol	mg/l	0.009
Dicloroprop	mg/l	0.1
Alacloro	mg/l	0.02
Aldicarb	mg/l	0.01
Aldrín y Dieldrín	mg/l	0.00003
Carbofuran	mg/l	0.007
Clorpirifós	mg/l	0.03
DDT y metabolitos	mg/l	0.001
1.2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0.001
1.3-Dicloropropeno	mg/l	0.02
Dimetoato	mg/l	0.006
Endrín	mg/l	0.0006
Terbutilazina	mg/l	0.007
Clordano	mg/l	0.0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0.2

Tabla 4: Residuos de desinfectantes

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Monocloramina	mg/l	3
Si pasa de 1.5 mg/l investigar: N-Nitrosodimenthylamine	mg/l	0.0001

Tabla 5: Subproductos de desinfección

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
2.4.6-triclorofenol	mg/l	0.2
Trihalometanos totales	mg/l	0.5
Si pasa de 0.5 mg/l investigar:		
Bromodichlorometano	mg/l	0.06
Cloroformo	mg/l	0.3
Troclorocetato	mg/l	0.2

Tabla 6: Cianotoxinas

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Microcistina-LR	mg-l	0.001

Tabla 7: Requisitos microbiológicos

Parámetro	Máximo
Coliformes fecales (1)	
Tubos múltiples NMP/100 ml	<1.1*
Filtración por membrana ufc/100 ml	< 1**
Cryptosporidium, número de coquistes/litro	Ausencia
Giardia, número de quistes/litro	Ausencia
*<1.1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm ³ o 10 tubos de 10 cm ³ ninguno es positivo	
**<1 significa que no se observan colonias	

ANEXO B: FICHA DE OBSERVACIÓN

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	
FACULTAD DE CIENCIAS	
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL	
FICHA DE OBSERVACIÓN	
N°	001
Fecha de visita técnica:	
Lugar de visita técnica:	
Descripción del lugar:	
Fotografía	

**ANEXO C: RESULTADOS INDIVIDUALES DE LOS ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DEL
AGUA**

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE JIMBITONO
FECHA DE MUESTREO:	MIÉRCOLES, 18 DE MAYO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:40
HORA DE ANÁLISIS:	09:15
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
RESPONSABLE DE MUESTREO:	DENNIS GÓMEZ

**INFORME FISCOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE
MAYO DE 2022**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	14	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	19,8	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,4	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
COLOR LIBRE RESIDUAL	4,92	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA COLOR LIBRE
NITRATOS	8,2	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,044	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,07	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,05	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,09	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

N.N.: No especificado en normas.

NMP: Número más probable

< 1,1: ensayo del NMP utilizando 3 tubos de 10 cm³ de caldo Fluorocultivo y 10, 1 y 0,1 cm³ de muestra de agua, ninguno es positivo.

Los resultados en su mayoría se obtienen con el equipo COLORÍMETRO HACH DR/900 y con el equipo multiparamétrico, los cuales son comparables con la NORMA NTE INEN 1108-06:2020-04.

INFORME FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE SAN ISIDRO
FECHA DE MUESTREO:	VIERNES, 20 DE MAYO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	09:15
HORA DE ANÁLISIS:	09:20
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE MAYO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	6	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	20,2	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	7,2	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	1,60	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,7	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,005	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,00	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,01	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,27	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	TANQUES DE RESERVA R2
FECHA DE MUESTREO:	VIERNES, 20 DE MAYO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:15
HORA DE ANÁLISIS:	09:00
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE MAYO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	6	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	20,3	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	7	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,71	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	0,9	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,006	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,02	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,18	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO LA LOMA
FECHA DE MUESTREO:	VIERNES, 20 DE MAYO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:40
HORA DE ANÁLISIS:	08:45
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

**RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE
MAYO DE 2022**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	6	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,0	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,8	-	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
COLOR LIBRE RESIDUAL	0,58	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	0,5	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,002	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,00	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,03	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,14	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FISCOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO 27 DE FEBRERO
FECHA DE MUESTREO:	MARTES, 24 DE MAYO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:40
HORA DE ANÁLISIS:	09:50
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE MAYO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	4	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,6	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	7	-	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,95	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,2	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,006	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,06	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	.....	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO CENTRO
FECHA DE MUESTREO:	MARTES, 24 DE MAYO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:35
HORA DE ANÁLISIS:	09:00
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE MAYO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	4	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	20,7	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,7	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,93	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,2	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,006	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,04	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	.....	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FISCOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO NARANJAL
FECHA DE MUESTREO:	MIÉRCOLES, 25 DE MAYO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:45
HORA DE ANÁLISIS:	08:50
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE MAYO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	4	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,8	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,8	-	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
COLOR LIBRE RESIDUAL	0,43	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA COLOR LIBRE
NITRATOS	1,2	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,005	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,03	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	.....	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO EL ROSARIO
FECHA DE MUESTREO:	MIÉRCOLES, 25 DE MAYO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:50
HORA DE ANÁLISIS:	09:00
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE MAYO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	4	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	22,3	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,9	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,38	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,00	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,006	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	1,24	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	.....	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE JIMBITONO
FECHA DE MUESTREO:	JUEVES, 02 DE JUNIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:45
HORA DE ANÁLISIS:	09:00
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JUNIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	3	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	20,00	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	4,00	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	2,20	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	10,9	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,049	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,00	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,02	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,00	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE SAN ISIDRO
FECHA DE MUESTREO:	LUNES, 06 DE JUNIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	09:00
HORA DE ANÁLISIS:	09:05
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JUNIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	0	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,4	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	7,6	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
COLOR LIBRE RESIDUAL	1,44	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA COLOR LIBRE
NITRATOS	1,16	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,005	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,01	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	.....	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	TANQUES DE RESERVA R2
FECHA DE MUESTREO:	JUEVES, 02 DE JUNIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:05
HORA DE ANÁLISIS:	09:00
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JUNIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	3	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,5	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	7,1	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,61	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,0	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,006	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,00	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,00	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO LA LOMA
FECHA DE MUESTREO:	JUEVES, 02 DE JUNIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:45
HORA DE ANÁLISIS:	09:00
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JUNIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	3	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	22,7	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	7	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,41	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,1	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,004	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,03	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,01	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	.....	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO 27 DE FEBRERO
FECHA DE MUESTREO:	VIERNES, 03 DE JUNIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:05
HORA DE ANÁLISIS:	08:55
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JUNIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	3	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,00	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,9	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,63	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,2	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,004	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,09	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,02	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,10	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO CENTRO
FECHA DE MUESTREO:	VIERNES, 03 DE JUNIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:15
HORA DE ANÁLISIS:	08:45
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JUNIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	3	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,5	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	7,00	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
COLOR LIBRE RESIDUAL	0,66	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,4	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,005	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,07	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,14	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO NARANJAL
FECHA DE MUESTREO:	LUNES, 06 DE JUNIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:45
HORA DE ANÁLISIS:	08:30
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JUNIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	0	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,3	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	7,00	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,82	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	2,2	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,006	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,25	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,01	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO EL ROSARIO
FECHA DE MUESTREO:	LUNES, 06 DE JUNIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:55
HORA DE ANÁLISIS:	08:35
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JUNIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	0	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,5	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,9	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,92	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,70	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,006	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,10	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,01	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE JIMBITONO
FECHA DE MUESTREO:	MIÉRCOLES, 06 DE JULIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:50
HORA DE ANÁLISIS:	09:15
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JULIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	27	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	19,00	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,6	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
COLORO LIBRE RESIDUAL	2,20	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	8,00	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,029	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	.....	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,05	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,13	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE SAN ISIDRO
FECHA DE MUESTREO:	MIÉRCOLES, 06 DE JULIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	09:30
HORA DE ANÁLISIS:	09:40
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JULIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	0	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,3	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	7,6	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	1,15	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	1,2	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,004	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,00	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	.....	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	TANQUES DE RESERVA R2
FECHA DE MUESTREO:	MIÉRCOLES, 06 DE JULIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:20
HORA DE ANÁLISIS:	09:20
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JULIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	23	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	19,6	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,7	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,70	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	0,00	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,004	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,00	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,00	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,09	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO LA LOMA
FECHA DE MUESTREO:	JUEVES, 07 DE JULIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:50
HORA DE ANÁLISIS:	09:00
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JULIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	13	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	20	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,7	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,62	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	0,2	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,006	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,09	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,15	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,07	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO 27 DE FEBRERO
FECHA DE MUESTREO:	VIERNES, 08 DE JULIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:50
HORA DE ANÁLISIS:	09:00
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JULIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	26	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,7	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,75	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	5,3	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,012	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,00	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,07	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,08	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO CENTRO
FECHA DE MUESTREO:	JUEVES, 07 DE JULIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	07:50
HORA DE ANÁLISIS:	09:00
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JULIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	23	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	19,5	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,7	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
CLORO LIBRE RESIDUAL	0,62	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	3,5	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,024	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,02	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,04	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,07	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO NARANJAL
FECHA DE MUESTREO:	LUNES, 04 DE JULIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:00
HORA DE ANÁLISIS:	09:10
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JULIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	21	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,2	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,7	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
COLOR LIBRE RESIDUAL	0,69	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA CLORO LIBRE
NITRATOS	0,2	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,004	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,00	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,01	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,08	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	BARRIO EL ROSARIO
FECHA DE MUESTREO:	VIERNES, 08 DE JULIO DE 2022
HORA DE MUESTREO:	08:05
HORA DE ANÁLISIS:	09:15
TIPO DE MUESTREO:	AGUA POTABLE
Responsable de muestreo:	DENNIS GÓMEZ

RESULTADOS – PRIMEROS ENSAYOS ANALIZADOS DURANTE EL MES DE JULIO DE 2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
TURBIEDAD	22	UNT	5	COLORÍMETRO HACH DR/900
TEMPERATURA	21,5	°C	N.N.	MULTI-Thermometer
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
pH	6,6	–	6,5 a 8,0	ph-metro / POTENCIÓMETRO
COLOR LIBRE RESIDUAL	0,71	mg/L	0,30 a 1,50	DPD. REACTIVO PARA COLOR LIBRE
NITRATOS	0,00	mg/L	50	COLORÍMETRO HACH DR/900
NITRITOS	0,009	mg/L	3	COLORÍMETRO HACH DR/900
FLUORURO	0,00	mg/L	1,5	COLORÍMETRO HACH DR/900
COBRE	0,05	mg/L	2	COLORÍMETRO HACH DR/900
CONTAMINANTES ESPECÍFICOS – RESIDUOS DE DESINFECCIÓN				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MONOCLORAMINAS	0,07	mg/L	3,0	COLORÍMETRO HACH DR/900
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL
COLIFORMES FECALES *	<1,1	NMP	< 1.1	TUBOS MÚLTIPLES NMP/100mL

ANEXO D: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Planta de Tratamiento Jimbitono



Barrio La Loma



Barrio Sangay



Barrio 27 de febrero



Barrio El Rosario



ANEXO E: PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DE LABORATORIO MICROBIOLÓGICAS

Preparación del medio de cultivo para valoración de coliformes totales



Procedimiento de valoración de coliformes



ANEXO F: ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

Cromo



Cloro libre residual



Temperatura



Fluoruros



Monocloraminas



pH



Turbidez





esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 29/03/2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Dennis Jasmany Gómez Rivadeneira
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniero Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0507-DBRA-UPT-2023

