



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE MEDIANTE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DESDE ABRIL
A JUNIO DEL 2021**

TRABAJO NO EXPERIMENTAL

**MONITOREO MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES**

**AUTOR
PANTA COELLO KLEBER AARON**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE MEDIANTE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DESDE ABRIL
A JUNIO DEL 2021**

TRABAJO NO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTOR
PANTA COELLO KLEBER AARON**

**TUTOR
BLGO. ARIZAGA GAMBOA RAÚL M.Sc.**

GUAYAQUIL- ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ARIZAGA GAMBOA RAÚL, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE MEDIANTE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DESDE ABRIL A JUNIO DEL 2021**, realizado por el estudiante PANTA COELLO KLEBER AARON con cédula de identidad N°0931277859 de la carrera INGENIERIA AMBIENTAL, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Blgo. Arizaga Gamboa Raúl, M.Sc.
Tutor

Guayaquil, 29 de octubre del 2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE MEDIANTE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DESDE ABRIL A JUNIO DEL 2021”**, realizado por el estudiante **PANTA COELLO KLEBER AARON**, el mismo que cumplen con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

**Dr. Freddy Arcos Ramos
PRESIDENTE**

**Ing. Diego Muñoz Naranjo M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Diego Arcos Jacome, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Blgo. Raúl Arizaga Gamboa M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 18 de octubre del 2021

Dedicatoria

Yo, Kleber Aarón Panta Coello dedico este trabajo de titulación en primer lugar a Dios por darme la sabiduría y la fortaleza para realizarlo.

A mi familia por su apoyo incondicional, especialmente a mi madre Betty Coello Chévez y mi padre Kleber Panta Moreira por su ayuda moral y económica, este trabajo es el fruto en agradecimiento a lo brindado, a mi hermana Katherine Panta Coello por ser un ejemplo a seguir, estar presente siempre en cada uno de los momentos difíciles de mi vida y ayudarme a salir airoso en cada uno de los obstáculos de la vida.

Y por último a mis compañeros porque juntos estamos logrando lo que un día sólo no pude.

Agradecimiento

Quiero agradecer primeramente a mi Tutor el Blgo. Raúl Arízaga por su estrecha colaboración y guía para que este proyecto de tesis logre una excelencia académica.

A cada uno de los docentes de la carrera Ing. Ambiental por su apoyo y conocimientos impartidos en cada clase.

Finalmente, a la Universidad Agraria del Ecuador, sede Guayaquil, por la excelente formación que me ha brindado durante los años de estudiante para así forjarme como un verdadero profesional en Ingeniería Ambiental

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **PANTA COELLO KLEBER AARON**, en calidad de autores del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE MEDIANTE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DESDE ABRIL A JUNIO DEL 2021”**. para optar el título de **INGENIERO AMBIENTAL**, por la presente autorizamos a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autores nos correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, octubre 29 del 2021

PANTA COELLO KLEBER AARON

C.I. 0931277859

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	3
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	4
Dedicatoria	5
Agradecimiento	6
Autorización de Autoría Intelectual	7
Índice general.....	8
Índice de tablas	13
Índice de figuras	14
Resumen.....	16
Abstract	17
1. Introducción	18
1.1 Antecedentes del problema.....	18
1.2 Planteamiento y formulación del problema	19
1.2.1 Planteamiento del problema	19
1.2.2 Formulación del problema	20
1.3 Justificación de la investigación.....	20
1.4 Delimitación de la investigación	21
1.5 Objetivo general	21
1.6 Objetivos específicos.....	22
1.7 Hipótesis.....	22
2. Marco teórico	23
2.1 Estado del arte	23
2.2 Bases teóricas.....	25

2.2.1 Agua potable	25
2.2.2 Sistemas de potabilización	26
2.2.2.1 Coagulación-Floculación.....	26
2.2.2.2. Decantación.....	26
2.2.2.2 Filtración.....	27
2.2.2.4 Desinfección.....	27
2.2.2.5 Tipos de agua.....	27
2.2.3 Agua potable	28
2.2.4 Calidad del agua potable	28
2.2.4.1 Parámetros físicos del agua potable	28
2.2.4.1.1 Color	29
2.2.4.1.2 Temperatura	29
2.2.4.1.3 Turbidez.....	29
2.2.4.2 Parámetros químicos del agua potable.....	30
2.2.4.2.1 pH.....	30
2.2.4.2.2 Nitritos	30
2.2.4.2.3 Nitratos	31
2.2.4.2.4 Cloro residual.....	31
2.2.4.3 Parámetros microbiológicos del agua potable	32
2.2.4.3.1 Coliformes fecales	32
2.2.4.3.2 Coliformes totales.....	32
2.3 Marco legal	33
2.3.1 Constitución de la república del Ecuador: Registro oficial 449 de 20 octubre del 2008	33

2.3.2 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua; Registro oficial 305 de 06 de agosto de 2014	33
2.3.4. Acuerdo Ministerial No. 061; Reforma del libro vi del texto unificado de legislación secundaria de 04 de mayo de 2015	34
2.3.5. Acuerdo Ministerial No.097A; Registro Oficial 387 de 04 de Noviembre de 2015	34
3. Materiales y métodos.....	35
3.1 Enfoque de la investigación	35
3.1.1 Tipo de investigación	35
3.1.2 Diseño de investigación	36
3.2 Metodología.....	36
3.2.1 Variables.....	36
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	36
3.2.1.2 <i>Variable dependiente</i>	37
3.2.2 Recolección de datos	37
3.2.2.1 <i>Recursos</i>	37
3.2.2.2 <i>Métodos y técnicas</i>	38
3.2.2.2.1 <i>Análisis de la calidad del agua potable mediante caracterización de parámetros físico-químicos (Turbidez, pH, nitritos, nitratos, cloro libre residual)</i>	38
3.2.2.2.2 <i>Determinación de la concentración microbiológica presente en las muestras de agua potable de consumo humano mediante el método petrifilm</i>	41
3.2.2.2.3 <i>Descripción de la calidad del agua potable y posibles afecciones a la salud mediante encuestas de percepción a la población</i>	41

3.2.3 Análisis estadístico.....	42
4. Resultados.....	43
4.1 Análisis de la calidad del agua potable de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule mediante caracterización de parámetros físico-químicos (Turbidez, pH, temperatura, conductividad eléctrica, nitritos, nitratos, cloro libre residual).....	43
4.2 Determinación de la concentración microbiológica presente en las muestras de agua potable de consumo humano de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule mediante el método Petrifilm	49
4.3 Descripción de la calidad del agua potable y posibles afecciones a la salud de la población de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule mediante encuestas de percepción a la población	51
5. Discusión.....	62
6. Conclusiones	65
7. Recomendaciones.....	66
8. Bibliografía	67
9. Anexos.....	76
9.1 Anexo 1. Figuras complementarias	76
9.2 Anexo 2. Formato de etiquetas de las muestras.....	76
9.3 Anexo 3. Formato de encuestas	77
9.4 Anexo 4. Cálculo del tamaño de muestra de encuestas	79
9.5 Anexo 5. Rangos máximos para agua potable.....	79
9.6 Anexo 6. Registro fotográfico de las muestras de agua potable.....	80
9.7 Anexo 7. Registro fotográfico de análisis de las muestras.....	81
9.8 Anexo 8. Registro fotográfico de encuestas realizadas	84

9.9 Anexo 9. Cálculo de estadística descriptiva	84
--	-----------

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis del potencial hidrogeno (pH) en las muestras de agua potable	43
Tabla 2. Análisis de temperatura en las muestras de agua potable	44
Tabla 3. Análisis de la conductividad eléctrica en las muestras de agua potable	45
Tabla 4. Análisis del cloro libre residual en las muestras de agua potable	46
Tabla 5. Análisis de nitritos en las muestras de agua potable	47
Tabla 6. Análisis de nitratos en las muestras de agua potable	48
Tabla 7. Análisis de turbidez en las muestras de agua potable.....	48
Tabla 8. Test petrifilm para conteo de coliformes totales en agua potable	49
Tabla 9. Valores promedios de los resultados en los puntos de muestreo	60
Tabla 10. Posibles afecciones a la salud de la población de la Urbanización .	61
Tabla 11. Límites máximos permisibles	79
Tabla 12. Cálculos estadísticos de los parámetros de las muestras de los tanques elevados.....	84
Tabla 13. Cálculos estadísticos de los parámetros de las muestras en los condominios.....	85
Tabla 14. Cálculos estadísticos de los parámetros de las muestras en las villas	85

Índice de figuras

Figura 1. Análisis de coliformes totales en placas petrifilm.....	50
Figura 2. Respuestas a la pregunta 1. ¿Ud considera que el servicio de agua que recibe desde la red municipal a su hogar es potable?	51
Figura 3. Respuestas a la pregunta 2: ¿Cuál es el tipo de almacenamiento de agua que posee en su hogar?.....	52
Figura 4. Respuestas a la pregunta 3. ¿Ha identificado presencia de color en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?	52
Figura 5. Respuestas a la pregunta 4. ¿Qué tipo de color ha observado en el agua potable?	53
Figura 6. Respuestas de la pregunta 5. ¿Ha identificado presencia sabor en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?	53
Figura 7. Respuestas de la pregunta 6. ¿Qué tipo de sabor ha identificado en el agua potable?	54
Figura 8. Respuestas a la pregunta 7. ¿Ha identificado presencia de olor en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?	55
Figura 9. Respuestas de la pregunta 8. ¿Qué tipo de olor ha identificado en el agua potable?	55
Figura 10. Respuestas de la pregunta 9. ¿Cuáles de las siguientes razones cree ud que están causando anomalías en el agua potable?.....	56
Figura 11. Respuestas a la pregunta 10. ¿Como calificaría la calidad del agua potable del que abaste a su hogar?	56
Figura 12. Respuestas de la pregunta 11. ¿Cuáles son los principales medios que utiliza para beber agua?.....	57

Figura 13. Respuestas de la pregunta 12. ¿Efectúa usted algún tipo de tratamiento al agua que llega a su hogar?	57
Figura 14. Respuesta de la pregunta 13. ¿Qué tipo de tratamiento realiza al agua potable?	58
Figura 15. Respuesta de la pregunta 14. ¿Durante los últimos seis meses ud o los miembros de su familia ha presentado problemas de salud por utilizar el agua potable que llega a su hogar?	59
Figura 16. Respuesta a la pregunta 15. ¿Cuál de las siguientes afecciones han presentado al menos una vez por consumir o usar para servicios de higiene el agua potable?	59
Figura 17. Localización del lugar de estudio	76
Figura 18. Formato de rotulado de las muestras	76
Figura 19. Formato de encuesta	78
Figura 20. Recolección de muestras desde los tanques	80
Figura 21. Recolección de muestras desde los condominios	80
Figura 22. Recolección de las muestras desde las villas	81
Figura 23. Análisis de coliformes totales en muestras de tanques inclinados .	81
Figura 24. Análisis de coliformes totales en muestras en los condominios	82
Figura 25. Análisis de coliformes totales en muestras de las villas	82
Figura 26. Análisis de parámetros químicos en muestras de agua potable	83
Figura 27. Análisis de parámetros físicos en muestras de agua potable	83
Figura 28. Ejecución de encuestas a los moradores de la ciudadela	84

Resumen

En la Urbanización Beata Mercedes Molina, provincia del Guayas se planteó como objetivo evaluar la calidad del agua potable en tres zonas de muestreo, puesto que se usó como metodologías un análisis analítico (pH, temperatura, conductividad eléctrica, cloro libre residual, nitritos, nitratos, turbidez y coliformes totales) a partir de 12 muestras que fueron comparados con las normas ambientales (Acuerdo ministerial 097A,2015; INEN NTE 1108;2021 y OMS; 2018), además se aplicó encuestas a los residentes de la Urbanización. Es así, que se obtuvo resultados promedios en la primera zona de 7,33 pH, 27,67°C, 182,80µS/cm, 2,5mg/l/Cl, 1,00mg/l/NO₂⁻, 10,00mg/l NO₃⁻, y 1,55 NTU, en la segunda zona de 7,18 pH, 27,06°C, 153,36 µS/cm, 0,38mg/l/Cl, 0,00mg/l NO₂⁻, 1,00mg/l NO₃⁻, y 1,49 NTU, y en la tercera zona fueron de 7,07pH, 26,16°C, 157,15 µS/cm, 0,26 mg/l/Cl, 0,00 mg/l NO₂⁻, 10,83 mg/l NO₃⁻ y 1,30 NTU. También, en el análisis de los coliformes totales se obtuvo concentraciones de 6,00 UFC/100ml, 10,00 UFC/100ml y 13,00 UFC/100ml en las zonas de muestreo. Por otra parte, en las encuestas se determinó que los encuestados observaron coloración, sabores extraños y olores raros en el agua, asimismo, el 89,16% indicaron haber presentado problemas de salud en los últimos seis meses debido al consumo del agua. Concluyendo que el cloro libre residual en los tanques elevados está fuera de los rangos óptimos de la normativa INEN NTE 1108;2022, y los coliformes totales excedieron en las tres zonas de estudio los rangos establecidos por la organización mundial de la salud (OMS).

Palabras claves: Agua potable, coliformes totales, encuestas de percepción, parámetros fisicoquímicos, placas petrifilm.

Abstract

In the Beata Mercedes Molina Urbanization, Guayas province, the objective was to evaluate the quality of drinking water in three sampling areas, since an analytical analysis (pH, temperature, electrical conductivity, residual free chlorine, nitrites, nitrates) was used as methodologies. , turbidity and total coliforms) from 12 samples that were compared with environmental standards (Ministerial Agreement 097A, 2015; INEN NTE 1108; 2021 and WHO; 2018) , in addition, surveys were applied to residents of the Urbanization. Thus, average results were obtained in the first zone of 7.33 pH, 27.67 ° C, 182.80 μ S / cm, 2.5mg / l / Cl 1.00mg / l NO₂⁻, 10.00mg / l NO₃⁻, and 1.55 NTU, in the second zone of 7.18 pH, 27.06 ° C, 153.36 μ S / cm, 0.38mg / l / Cl, 0.00mg / l NO₂⁻, 1.00mg / l NO₃⁻, and 1.49 NTU, and in the third zone they were 7.07pH, 26.16 ° C, 157.15 μ S / cm, 0.26 mg / l / Cl, 0.00 mg / l NO₂⁻, 10.83 mg / l NO₃⁻ and 1.30 NTU. Also, in the analysis of total coliforms, concentrations of 6.00 CFU / 100ml, 10.00 CFU / 100ml and 13.00 CFU / 100ml were obtained in the sampling areas. On the other hand, in the surveys it was determined that the respondents observed coloration, strange flavors and strange smells in the water, likewise, 89.16% indicated having presented health problems in the last six months due to the consumption of water. Concluding that the residual free chlorine in the elevated tanks is outside the optimal ranges of the INEN NTE 1108; 2022 standard, and the total coliforms in the three study areas exceeded the ranges established by the world health organization (WHO).

Keywords: Drinking water, total coliforms, perception surveys, physicochemical parameters, petrifilm plates.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

A nivel mundial, las aguas subterráneas abastecen a más del 50% de la población y cerca de 2000 millones de ciudadanos utilizaron agua contaminada con presencia de heces fecales y sólidos (Unesco, 2019), mientras que el 43% del agua fue usada por el sector agrícola en el año 2015, estimándose un déficit del 40% para el año 2030 (Organización Mundial de la Salud, 2019).

Es así que de cada 10 personas al menos 3 carecen a acceso al agua potable, (Agencia de la ONU para los Refugiados (ACNUR), 2019), registrándose alrededor de 3350 millones casos cada año por afecciones a la salud pública de las cuales el 80% corresponden a enfermedades a la piel, y problemas digestivos (BBC News, 2018). Puesto que, alrededor de 159 millones de personas deben recorrer grandes distancias para abastecerse de agua (Huaquisto & Chambilla, 2019), se estima que 700 millones de la población mundial deberá desplazarse por escases del recurso en el año 2030, además, las regiones con menos acceso al agua son el pacífico con deficiencia del 42% y 48% en África subsahariana (Huberyana, 2019).

En América latina, apenas el 55% de los países que conforman la región presentan un sistema de agua potable diferenciado (Organización Mundial de la Salud; Unicef, 2018), puesto que alrededor de 8,5 millones de habitantes se abastecían de agua sin tratar y estas cifras fueron reportadas mayoritariamente en países tales como Ecuador, Perú y Colombia en el 2015 (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2018).

Por otra parte, apenas el 61,22% del área rural tienen acceso al agua potable (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 2018), (Urazán, Caicedo, Ayala, & Londoño, 2020), mientras que en el área urbana

la accesibilidad es mayor (Fernández & Mortier, 2019), debido a que se ha registrado que el 92,98% de la población disponen del servicio potable (Marín, 2019) (National Geographic, 2019).

En Ecuador, cerca del 70% de los ciudadanos se abastecieron de agua potable en el año 2017 (El Comercio, 2019), es así que cerca del 55,5% cuenta con el servicio (Gestión Digital, 2020), mientras que en el sector rural apenas el 36,4% (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2018).

En el territorio nacional solo la ciudad de Quito posee agua potable de calidad en un 99,96%, además el 13% es utilizada para uso doméstico, mientras que el 80% es empleada para el sector agrícola (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), 2018)

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En la urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule de la provincia del Guayas, la calidad del agua potable viene presentando características negativas particulares tales como coloración oscura y presencia de partículas sólidas, las causas se deben a la mala gestión en los procesos de potabilización desde las redes de distribución principal, ya que los tratamientos utilizados son ineficientes y como consecuencia generan deterioro del recurso hídrico, principalmente por la alteración de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua (Morán, 2016).

Puesto que el color y olor que presenta el caudal potable se debe a la percolación de cantidades pequeñas de materia orgánica, y fracciones de minerales que como consecuencia han formado deterioro de los accesorios sanitario y oscurecimiento de las prendas de vestir (Pradillo, 2016).

El Ministerio de salud pública (2019) indica que la presencia de sólidos en el agua potable generalmente se debe a la filtración de los lixiviados, los cuales proveen materiales compuestos por sustancias de origen orgánico e inorgánico y estas en altas concentraciones alteran las características organolépticas, puesto que se vuelven corrosivas para los sistemas de distribución de agua.

Por otra parte, otros de los problemas desencadenados por el uso del agua potable, se atribuyen a presencia de enfermedades sobre la salud de la población ya que han registrado cuadros de infecciones intestinales, y problemas en la piel.

La Organización Mundial de la Salud (2017) afirma que consumir agua que no haya sido higienizada de manera eficiente, desencadenan una serie de problemas a la salud pública, especialmente a los niños menores de 5 años, por presentar enfermedades diarreicas.

No obstante, por los argumentos expuesto sobre la contaminación del agua potable que abastece a la urbanización Beata Mercedes, se deberá monitorear constantemente la calidad del agua, con la finalidad de identificar si exceden los límites máximos establecidos de la Norma NTE INEN 1108:2020

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué parámetros son necesarios medir para evaluar la calidad de agua potable?

1.3 Justificación de la investigación

El desarrollo de la presente investigación, tiene como propósito evaluar la calidad del agua potable de consumo humano utilizando métodos de laboratorio que permitan conocer la concentración de los mismos. De manera que, con la información obtenida, se determinará si los valores de los parámetros físicos químicos cumplen con los límites máximos permisibles de la Norma NTE INEN

1108, puesto que la información primaria le permitirá a la autoridad competente definir mecanismos de vigilancia y control en las etapas de potabilización del agua y es así que, otros investigadores podrán realizar estudios con tratamientos viables partiendo de los valores proporcionados para que mejoren la calidad del agua potable. Además, se levantará información en campo mediante la aplicación de encuestas de percepción a la población del área de estudio con el propósito de conocer posibles afecciones a la salud.

En otras palabras, los principales beneficios que se aportara serán de carácter socio ambiental. No obstante, en el ámbito social se identificará si el agua usada en los hogares es segura para satisfacer las necesidades básicas.

Por otro lado, en el sector económico será posible evitar costos por multas por el incumplimiento del marco legal vigente y permitirá tomar acciones que reduzcan gastos extras por deterioro de los sistemas de suministro del agua potable.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule con coordenadas geográficas de 2° 3'45" al sur y 79°57'42" al oeste (ver anexo 1)
- **Tiempo:** Abril del 2021 hasta Junio del 2021
- **Población:** 603 familias (2869 personas) (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010).

1.5 Objetivo general

Evaluar la calidad del agua potable mediante las características físicos químicos y microbiológicas desde abril a junio del 2021 para el cumplimiento de la Norma NTE INEN 1108.

1.6 Objetivos específicos

- Analizar la calidad del agua potable de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule mediante caracterización de parámetros físico-químicos (Turbidez, pH, temperatura, conductividad eléctrica, nitritos, nitratos, cloro libre residual)
- Determinar la concentración microbiológica presente en las muestras de agua potable de consumo humano de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule mediante el método Petrifilm.
- Describir la calidad del agua potable y posibles afecciones a la salud de la población de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule mediante encuestas de percepción a la población.

1.7 Hipótesis

Los parámetros físicos químicos (Turbidez, pH, temperatura, conductividad eléctrica, nitritos, nitratos, cloro libre residual) y microbiológicos (coliformes totales) de las muestras de agua potable de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule afectan a la salud de la población de estudio y exceden los límites máximos permitidos de la Norma NTE INEN 1108.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

En el estudio de la calidad de agua en Abancay, Perú, se analizó parámetros físicos-químicos y microbiológicos, obteniendo como resultados valores promedios de 7,9 de pH, 17,0°C de temperatura, 138,0 uS/cm de conductividad eléctrica, mientras que los valores microbiológicos fueron de 18,7 UFC/100ml de coliformes totales. Concluyendo que los parámetros microbiológicos se sitúan por encima de los rangos permisibles establecidos dentro de la norma (Aguilar & Navarro, 2017).

En la inspección del agua potable en Cajamarca, Perú, se muestreo cuatro zonas. Obteniendo como resultados valores promedios de 59UFC/100ml coliformes totales, 7,1 de pH, 4,85NTU de CE, 0mg/l a 0,20mg/l cloro libre residual. Concluyendo que con los sistemas de desinfección les fue posible cumplir con los rangos óptimos de calidad de agua potable (Angulo, 2018).

En la caracterización de la calidad del agua potable en La Libertad Chontales, Nicaragua, se aplicaron encuestas y se tomaron muestras de agua de los grifos. Obteniendo como resultados en las encuestas que el 32,8% mencionaron que el agua es de mala calidad, y el 51,2% indicaron haber presentado problemas de salud ya que el 41,4% usó y consumió el líquido, más tarde presentaron problemas de diarreas, dolores estomacales, y parásitos. En los análisis se registró valores de 6,9 de pH, 121,0 uS/cm de CE, 0,093UNT de turbidez, 0,65mg/l de nitratos y 0,009mg/l de nitritos. Concluyendo que el agua potable estaba dentro los rangos permisibles de la norma y que los problemas de salud que presentaron se dieron por consumir contaminada dentro del lugar de estudio (Balladares, Balladares, & García, 2019).

En el análisis físico-químico y microbiológica del agua potable en el cantón Bolívar-Tungurahua, se muestreo 17 viviendas. Obteniendo como resultados valores mínimos y máximos de 6,68 de pH, 57,55 uS/cm de CE, 15,78°C de temperatura, 0,44NTU de turbidez, 0,46 mg/l de nitratos, 0,00315mg/l de nitritos, 9,7CFU de coliformes totales. Concluyendo que los valores del pH y coliformes se situaron fuera de los límites establecido (Viteri, 2018).

En el estudio de la calidad del agua en San Antonio de Rancas -Perú, se recolectaron 2 muestras y se realizaron 20 encuestas. Obteniendo como resultados en el punto 1 valores de 7,22 de pH, 6,4°C T, 900UFC de coliformes totales mientras que en el punto 2 los valores fueron de 7,8 de pH, 8,9°C de temperatura, 1000UFC/100ml de coliformes totales. En las encuestas el 100% de la población afirmo no conocer si el agua es potable, pero señalaron estar satisfechas con el servicio. Concluyendo que el agua no fue apta para consumo humano, ya que los parámetros de coliformes totales no cumplen con los límites (Atencio, 2018).

En la inspección de calidad del agua potable en Sisid-Cañar, se tomó sesenta y nueve muestras de agua en tres puntos de muestreó. Obteniendo como resultados en el punto 1 de muestreo valores de cero punto seis UTN, cero, punto cero nueve mg/l de cloro libre, seis punto sesenta y dos de pH, 0,004mg/l de nitritos y 1,004mg/l de nitratos, en el punto 2 valores de cero punto cincuenta UTN, cero punto trece mg/l de cloro libre, siete de pH, 0,006mg/l de nitritos y 0,46mg/l de nitratos, y en el punto 3 valores de cero punto setenta y tres UTN, cero punto cero tres mg/l de cloro libre, seis punto veintiuno de pH, 0,004mg/l de nitritos y 0,66mg/l de nitratos. Concluyendo que el pH y cloro residual se encontraron por encima de los límites máximos permitidos (Chica, 2020).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Agua potable

En el sistema de potabilización del agua natural o cruda, utilizan una serie de procesos e insumos químicos que eliminan los coloides que por acción de la gravedad, se sedimenta y luego son filtrados hacia piletas para el agregado de productos de desinfección, asegurando la reducción de los contaminantes que pueden perjudicar la salud y para llevar acabo todo esto requieren de estricto control y supervisión de cada proceso dentro de los sistemas (Consejo Nacional de Competencias , 2019).

Consejo Nacional de Competencias, (2019) menciona que el agua potable se entiende como aquel cuerpo natural que ha pasado por una serie de procedimientos de potabilización en plantas de tratamientos, para llevar a cabo, utilizan una serie de procesos. A continuación, se muestran las principales fases de tratamientos de potabilización.

- Captación del cuerpo natural
- Tratamientos y desinfección del agua
- Almacenamiento temporal
- Distribución del agua potable

Es así que con las técnicas y procesos aplicados se elimina o reduce al nivel más bajo los posibles contaminantes tóxicos, ya que el caudal final presenta características particulares organolépticas (liquido sin color, si olor y sin sabor) y este tipo de fluido potable puede ser usada para la satisfacción de las necesidades básicas en los hogares tanto para cocinar, lavar, para la higiene personal entre otras, además es utilizada por otro tipo de sectores (Consejo Nacional de Competencias, 2019).

2.2.2 Sistemas de potabilización

Rivas, Menés, & Rómulo (2017), indica que los sistemas de potabilización están conformados por varios tipos de tratamientos que son realizados por etapas o fases, por lo general están distribuidas como se explica a continuación

- Coagulación-Floculación
- Decantación
- Filtración
- Desinfección (Rivas, Menés, & Rómulo, 2017).

2.2.2.1 Coagulación-Floculación

En la coagulación comúnmente se utilizan sales de origen químico, de los más comunes son las sales de aluminio para generar atracción o aglutinación entre las partículas de carga opuesta o las sustancias coloidales presente en el cuerpo de agua a tratar que se encuentran suspendidas, y es necesario realizar agitación violenta para que el floculante se mezcle (Rivas, Menés, & Rómulo, 2017).

Una vez termina el proceso de coagulación, inmediatamente con la aparición de los llamados flóculos, se pasa al proceso de floculación mediante la agitación homogénea del caudal es así que los flóculos aumentan el peso, volumen, cohesión (Rivas, Menés, & Rómulo, 2017).

2.2.2.2. Decantación

La decantación o también llamada sedimentación está ligada a los procesos de coagulación-floculación, ya que inmediatamente por acción de la gravedad los flóculos que se forman descienden hacia el fondo formando grandes masas de lodos, y las partículas suspendidas se separan de las sedimentables, además en esta fase se busca reducir la opacidad del cuerpo de agua (Buch, 2017).

2.2.2.2 Filtración

En el proceso de filtración se hace uso de medios porosos con tamaño específicos ya que se busca retener las partículas suspendidas que aún se encuentran presente en el caudal, en esta fase el agua ya se encuentra completamente clara y casi libre de sólidos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2019).

2.2.2.4 Desinfección

La desinfección es la última etapa del proceso de potabilización, esta fase consiste en agregar al caudal algún agente químico, normalmente se utiliza en estado de gas al cloro o alguna de sus sales derivadas, ozono, o radiación UV, con la finalidad de eliminar cualquier agente patógeno que se encuentre en el agua especialmente virus y bacterias, y luego el caudal es almacenado y distribuido por las diferentes redes del servicio municipal (Organización Panamericana de la Salud, 2019).

2.2.2.5 Tipos de agua

Máxima (2020) indica que existen diferentes tipos de agua que se clasifican en función de las características fisicoquímicas y biológicas, de las más comunes a continuación se las enumera.

- Agua potable
- Agua dulce
- Agua salada
- Agua destilada
- Aguas residuales

2.2.3 Agua potable

Máxima (2020) señala que el agua potable apta para el consumo humano debe cumplir con los lineamientos establecidos por las normas y guías de cada territorio nacional, ya que tiene como fin prevenir afecciones o posibles problemas a la salud por consumir agua no higienizada.

2.2.4 Calidad del agua potable

Máxima (2020) menciona que por lo general para identificar si el agua potable es aceptable para el consumo humano de debe compararse con los parámetros de calidad de las normativas ambientales. A continuación, se describen las principales características que se deben monitorear para considerar al agua potable aceptable.

- Parámetros físicos
- Parámetros químicos
- Parámetros microbiológicos

2.2.4.1 Parámetros físicos del agua potable

Los parámetros físicos se entiende aquellos elementos que son perceptibles a los sentidos humanos. El agua higienizada presenta generalmente caudales libres de color, sabor y olor, puesto que de manera visual no existe la presencia de materia orgánica, sólidos o sustancias tóxicas, los parámetros físicos que se encuentran incluidos en esta clasificación se muestran a continuación (Universidad de Ibagué, 2020).

- Color
- Temperatura
- Turbidez
- Conductividad eléctrica (Universidad de Ibagué, 2020).

2.2.4.1.1 Color

El color en el agua potable por lo general es indicador de que existe la presencia de sustancias disueltas de las más comunes están en pequeñas fracciones los minerales (hierro y manganeso), o por la presencia de algún tipo de sustancias de origen orgánico, (partículas en suspensión) (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, 2016). Puesto que se asocia a la turbidez o puede estar independiente de esta, también si el agua higienizada presenta color también es de los más frecuente que exista presencia de sabor y algún tipo de olor, además este parámetro se ve afectado por la alteración de la potencia hidrogeno, temperatura y la solubilidad de materia (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, 2016).

2.2.4.1.2 Temperatura

La temperatura del agua potable es determinante para el proceso de desinfección ya que de este depende que se acelere o retarde los procedimientos, además es controlador del crecimiento de posibles agentes microbiológicos (Sánchez del Castillo, 2016).

Suele verse alterado por las condiciones climatológicos del medio en el cual se está tratando el caudal natural, además la temperatura índice directamente en los rangos del potencial hidrogeno (Sánchez del Castillo, 2016).

2.2.4.1.3 Turbidez

El parámetro turbidez está asociado a la ausencia de transparencia del agua higienizada, este parámetro guarda relación con el color ya que por lo general se debe a la presencia de materia coloidal en suspensión lo cual impiden el paso de la luz solar. La turbidez afecta directamente la calidad estética, y reduce la eficacia

de los procesos de desinfección lo cual beneficia al incremento de los agentes patógenos (Sánchez del Castillo, 2016).

2.2.4.2 Parámetros químicos del agua potable

Los parámetros químicos en el agua potable es un indicador de la calidad que esta presenta, por lo general está asociada a la presencia de sustancias de origen químico, tales pueden ser por pequeñas fracciones de productos usados durante el proceso de potabilización o contaminantes mezclados en el caudal natural, los elementos que se encuentran dentro de la clasificación de parámetros químicos se enlistan a continuación (Pradillo, 2019).

- pH
- Nitritos
- Nitratos
- Cloro residual (Pradillo, 2019).

2.2.4.2.1 pH

El potencial hidrogeno en el agua potable está directamente relacionado con la rapidez o desaceleración de los procesos de potabilización tales como la coagulación-floculación, también suele ser determinante en la formación de sustancias que generan corrosión en los sistemas de drenaje de las plantas de agua potable y en las redes de distribución (Pradillo, 2019).

El pH está distribuido por rangos que oscilan entre 0 y 14 de potencial hidrogeno y dependiendo del rango es indicador de que el caudal sea ácidos o básicos, pero de común que este se encuentre entre 6,5 y 9,5 (Pradillo, 2019).

2.2.4.2.2 Nitritos

Los nitritos son indicadores de que existe presencia de contaminantes nitrogenados disociados por reacciones químicas, específicamente de originan de

los nitratos, este elemento al entrar en contacto con el organismo humano desencadena una serie de problemas en la salud, en grandes cantidades consumidas puede generar cáncer y en niños menores a 4 años resulta tóxico hasta en cantidades mínimas (Swistock, 2020).

Los nitritos se disocian con facilidad en el agua y no le aporta ningún tipo de característica organoléptica por lo que resulta imposible identificarlo a simple vista en el agua potable (Swistock, 2020).

2.2.4.2.3 Nitratos

Los nitratos se originan de los compuestos nitrogenados y son aniones que tienen la capacidad de unirse con compuestos orgánicos e inorgánicos, y al igual que los nitritos generan problemas serios de salud en los menores de cuatro años de edad debido a la toxicidad que poseen para el organismo, debido a que reducen la capacidad del transporte del oxígeno por la sangre (Blancas & Hervás, 2017).

Para la eliminación de los nitratos en los procesos de desinfección utilizan osmosis inversa, o ablandadores de resina de intercambio iónico, además no le aporta ningún tipo de característica organoléptica como sabor, color u olor, por lo que resulta imposible identificarlo a simple vista (Blancas & Hervás, 2017).

2.2.4.2.4 Cloro residual

El cloro residual es un indicador de que el caudal ha pasado por un proceso de desinfección, este por lo general se origina como remanente del cloro usado en la última etapa de potabilización para la eliminación de agentes patógenos tales como bacterias, virus, protozoos, entre otros causantes de enfermedades en la salud humana (Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche, 2017).

2.2.4.3 Parámetros microbiológicos del agua potable

Los parámetros microbiológicos son indicadores de presencia de organismos microscópicos patógenos presentes en el agua potable, por lo general suele suceder cuando en las etapas de potabilización no se realizó correctamente la desinfección, de los más parámetros obligatorios que deben ser controlados por la normativa se enlistan a continuación (Londoño, 2018).

- Coliformes fecales
- Coliformes totales (Londoño, 2018).

2.2.4.3.1 Coliformes fecales

Los coliformes fecales son bacterias Gram negativas indicadores de que existe presencia de material fecal disuelto en el cuerpo de agua potable, esto a su vez pone en riesgo a la población que se abastece de recurso ya que generan enfermedades intestinales, especialmente cuadros de diarreas (Swistock, 2020).

2.2.4.3.2 Coliformes totales

Los coliformes totales son indicadores de que existe la presencia de bacterias y virus en el agua por lo tanto supone riesgo sanitario por contaminación microbiológica y debe realizarse procesos de desinfección para eliminar el nivel de inadecuado de higienización (Swistock, 2020).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la república del Ecuador: Registro oficial 449 de 20 octubre del 2008

Art. 12.- menciona que el agua es el derecho humano importante e irrenunciable, pues constituye como patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y sustancial para la vida (p. 12) (Constitución de la república del Ecuador, 2008).

Art 71.- señala que todo individuo, sociedad, poblado o nacionalidad va a poder reclamar a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Además, para ejercer e interpretar dichos derechos se tienen que mirar los principios establecidos en la Constitución, en lo cual proceda (p.33) (Constitución de la república del Ecuador, 2008).

Art 73.- afirma que el Estado es el encargado de prohibir la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que logren alterar de forma definitiva el patrimonio genético nacional (p.33) (Constitución de la república del Ecuador, 2008).

Art. 411.- indica que el Estado regulará toda actividad que logre influir la calidad y proporción de agua, y la igualdad de los ecosistemas, en particular en las fuentes y regiones de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano van a ser prioritarios en la utilización y aprovechamiento del agua (p.123) (Constitución de la república del Ecuador, 2008).

Art 412.- señala que la autoridad a cargo de la gestión pues esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la administración ambiental para asegurar el funcionamiento del agua con un enfoque eco sistémico nacional (p.123) (Constitución de la república del Ecuador, 2008).

2.3.2 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua; Registro oficial 305 de 06 de agosto de 2014

Art. 1.- Naturaleza jurídica, menciona que los recursos hídricos forman parte del patrimonio natural del Estado y van a ser de su competencia única, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Régimen Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y importante para la vida, componente fundamental de la naturaleza y esencial para asegurar la autonomía alimentaria (p.3) (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Art. 3.- Objeto de la Ley, señala que el objeto de la presente Ley es asegurar el derecho humano al agua, así como regular y mantener el control de la autorización, administración, preservación, conservación, reposición, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la administración integral y su recuperación, en sus diversas etapas, maneras y estados físicos, con el fin

de asegurar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución (p.3) (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Art. 36.- Deberes estatales en la gestión integrada, señala que el estado y sus instituciones dentro de sus competencias son los causantes de la administración incorporada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica a) Impulsar y asegurar el derecho humano al agua; b. Regular los usos, el aprovechamiento del agua y las ocupaciones para preservarla en porción y calidad por medio de un funcionamiento sostenible desde reglas técnicas y fronteras de calidad (p.13) (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Art. 82.- Participación y veeduría ciudadana, indica que los individuos, pueblos y nacionalidades y colectivos sociales, van a poder hacer procesos de veedurías, observatorios y otros mecanismos de control social sobre la calidad del agua y de los planes y programas de prevención y control de la contaminación, de conformidad con la Ley (p.23) (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

2.3.4. Acuerdo Ministerial No. 061; Reforma del libro vi del texto unificado de legislación secundaria de 04 de mayo de 2015

Art. 209.- De la calidad del agua, indica que, a evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con métodos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores; estos lineamientos se hallan detallados en el Anexo I. Sea como sea, la Autoridad Ambiental Competente, va a poder contar con al Individuo de Control responsable de las descargas y vertidos, que haga muestreos de sus descargas, así como corporal de agua receptor. Toda actividad antrópica tendrá que hacer las actividades preventivas primordiales para no alterar y garantizar la calidad y proporción de agua de las cuencas hídricas, la variación de la estructura físico-química y biológica de fuentes de agua por impacto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desperdicios generalmente u otras actividades negativas sobre sus elementos, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso (p.47) (Acuerdo Ministerial No. 061, 2015).

2.3.5. Acuerdo Ministerial No.097A; Registro Oficial 387 de 04 de Noviembre de 2015

Art. 5.2.3.4.- señala que la EPS va a poder pedir a la Entidad Ambiental de Control, la autorización primordial para que los regulados, de forma parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad esté por arriba de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente regla (p.15) (Acuerdo Ministerial No.097A, 2015).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Investigación documental

Parraguez, Chunga, Flores, & Romero (2017) mencionan que se basa en recopilar información desde fuentes secundarias tanto como libros, revistas científicas, artículos, tesis, material audiovisual, entre otros, puesto que permiten un acercamiento a al objeto de estudio mediante el análisis y deducción.

Se hizo uso de la investigación documental ya que se extrajo datos relevantes desde investigaciones de otros autores debido a que se tuvo como finalidad analizar, contrarrestar y deducir información para organizar y desarrollar varias secciones del presente trabajo.

Investigación de campo

Baena (2017) afirma que la investigación de campo o in situ, se basa en estudiar al objeto de interés a fondo en el lugar donde se encuentra y recopilar características particulares mediante el uso de herramientas cualitativas que permitan estudiar el comportamiento sin interferir en el mismo.

Se consideró este tipo de investigación ya que se tomó muestras de agua directamente desde el flujo de los grifos domiciliarios y se aplicó un cuestionario a los pobladores con la finalidad de conocer la percepción sobre la calidad del agua potable en el lugar de estudio.

Investigación descriptiva

Guevara, Verdesoto, & Castro (2020) indican que la investigación descriptiva consiste en explicar las características o rasgos del fenómeno de estudio sin intervenir en las causas que lo originan.

Se hizo uso de este tipo de investigación debido a que se describió los valores de las concentraciones de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos de las muestras de agua y se presentó los resultados de las encuestas tal cual se presentaron.

3.1.2 Diseño de investigación

Mata, (2019) menciona que la investigación no experimental se fundamenta en no interferir en las variables independientes, ya que el investigador debe observar y recopilar información tal cual se presente en el contexto natural sin crear situaciones.

Se hizo uso del diseño no experimental debido a que no se aplicó ningún tipo de tratamiento, en otras palabras, no se intervino en las variables planteadas, ya que se analizó las concentraciones de los parámetros físicos químico, y microbiólogos tal cual se hallaron en el entorno natural de las muestras de agua potable.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

- Turbidez (NTU)
- pH (H⁺; OH⁻)
- Temperatura (°C)
- Conductividad eléctrica (uS/cm)
- Nitritos (mg/l)
- Nitratos (mg/l)
- Cloro libre residual (mg/l)
- Coliformes totales (UFC/100ml)

Para el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos se recolecto muestras de agua por lo que el monitoreo de las variables de interés tuvo una duración aproximada de 2 semanas.

3.2.1.2 Variable dependiente

- Calidad del agua potable en base a la norma NTE INEN 1108
- Grado de percepción de la población en base a los resultados de las encuestas

3.2.2 Recolección de datos

3.2.2.1 Recursos

Recursos materiales

Se utilizó resmas de hojas de papel A4, impresora, y PC de escritorio

Recurso software

Se utilizó el paquete de Microsoft office para la investigación, y organización de la información.

Equipos de protección personal

Se utilizó guantes, mascarilla quirúrgica, para la recolección de las muestras de aguas, debido a que de esta forma se aseguró contaminar las muestras.

Equipos de campo

Se uso envases plásticos, adhesivos y cooler para la conservación y transporte de las muestras de agua potable para el estudio de los contaminantes físicos químicos y microbiológicos, además se utilizó formularios para la aplicación de las encuestas.

Materiales y equipos de laboratorio

Se usó un medidor digital, vasos precipitados, pipetas, placas petrifilm bagueta de agitación, y estufa para el estudio.

3.2.2.2 Métodos y técnicas

3.2.2.2.1 Análisis de la calidad del agua potable mediante caracterización de parámetros físico-químicos (Turbidez, pH, nitritos, nitratos, cloro libre residual)

Para el análisis fisicoquímico del agua potable se recolectó las muestras en el mismo número de predios domiciliarios que en el primer objetivo, para esto se siguió la metodología del (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2005) y por la (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, 2020).

Protocolo de muestreo

El muestreo se realizó de acuerdo con lo indicado por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (2005), tal como se indica a continuación:

1. Ubicar los grifos domiciliarios pertinentes a la red pública (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2005).
2. Desinfectar los grifos usando una solución desinfectante (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2005).
3. Dejar destilar el agua del grifo durante un minuto, luego lavar el recipiente de dos a treces veces con la misma agua y recoger la muestra. No aplicar este proceso para muestras microbiológicas. Las muestras de cloro libre residual se deben recolectar antes de desinfectar (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2005).
4. Utilizar recipientes de vidrio para muestras microbiológicas sin llenar por completo el recipiente (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2005).
5. Etiquetar las muestras, almacenar en el cooler y enviar al laboratorio de análisis (ver anexo 2). Es así que se recolecto doce muestras simples de un litro (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2005).

Protocolo de análisis de parámetros físicos químicos

Para el análisis los parámetros de turbidez, pH, nitratos, nitritos y cloro residual se siguió la metodología propuesta por (Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor, 2013) para cloro residual libre la guía del (Instituto Ecuatoriano de normalización NTE INEN 977, 2014) y para nitritos y nitratos el manual de la (Organización Panamericana de la Salud (OMS), 2013).

Análisis de turbidez

El análisis de la turbidez se realizó de acuerdo con lo indicado Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor (2013), tal como se indica a continuación:

1. Tomar un alícuota de quinientos mililitros de agua (Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor, 2013).
2. Exponer al electrodo del turbidímetro y esperar que se estabilice (Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor, 2013).
3. Registrar el valor en unidades de NTU (Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor, 2013).

Análisis de pH, Temperatura y Conductividad eléctrica

El análisis del pH, temperatura y conductividad eléctrica se realizó de acuerdo con lo indicado Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor (2013), tal como se indica a continuación:

1. Verificar que los electrodos estén en un rango de precisión de 0,01 y enjuagar con agua destilada (Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor, 2013).
2. Tomar en un vaso precipitado un alícuota de muestra de ciento cincuenta mililitros (Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor, 2013).
3. Exponer el electrodo a la muestra y esperar por treinta segundos que se estabilice la lectura (Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor, 2013).

4. Registrar el valor arrojado (Alberto, Severiche, Castillo, & Leonor, 2013).

Análisis de nitritos y nitratos

El análisis de nitritos y nitratos se realizó de acuerdo con lo indicado por la Organización Panamericana de la Salud (OMS) (2013), tal como se indica a continuación:

1. Colocar diez mililitros de muestra en un envase la (Organización Panamericana de la Salud (OMS), 2013).
2. Exponer la tirita al alícuota durante al menos cuarenta segundos la (Organización Panamericana de la Salud (OMS), 2013).
3. Quitar la tirilla y esperar que cambie de color (Organización Panamericana de la Salud (OMS), 2013).
4. Comparar los resultados obtenidos con la paleta de colores de las tirillas (Organización Panamericana de la Salud (OMS), 2013).
5. Interpretar el resultado de nitrito-nitrato en unidades de mg/l la (Organización Panamericana de la Salud (OMS), 2013).

Cloro residual libre

El análisis del cloro libre residual se lo realizo de acuerdo al método de tiras colorimétricas propuesto por el Instituto Ecuatoriano de normalizacion NTE INEN 977 (2014), tal como se indica a continuación:

1. Tomar una alícuota de agua y sumergir las tiras durante treinta segundos (Instituto Ecuatoriano de normalizacion NTE INEN 977, 2014).
2. Retirar las tirillas y esperar hasta que cambie de tonalidad (Instituto Ecuatoriano de normalizacion NTE INEN 977, 2014).
3. Comparar la tonalidad con la tabla de color, tomar la lectura y expresar en unidades de mg/l (Instituto Ecuatoriano de normalizacion NTE INEN 977, 2014).

3.2.2.2.2 Determinación de la concentración microbiológica presente en las muestras de agua potable de consumo humano mediante el método petrifilm

Análisis de coliformes totales

El recuento de los coliformes se lo realizó usando el método de placa petrifilm propuesto por 3M Microbiology (2021), tal como se indica a continuación:

1. Abrir la placa petrifilm e inocular con un mililitro de muestra a una disolución de 1:10 (3M Microbiology, 2021).
2. Incubar durante un lapso de uno a dos días a una temperatura promedio de treinta y siete grados centígrados (3M Microbiology, 2021).
3. Observar el oscurecimiento del gel indicador, el cambio de color de la placa, y proceder al recuento de los coliformes totales en unidades formadores de colonias sobre mililitros (UFC/ml) (3M Microbiology, 2021).

3.2.2.2.3 Descripción de la calidad del agua potable y posibles afecciones a la salud mediante encuestas de percepción a la población

Para llevar a cabo la descripción de la calidad de agua y las afecciones desencadenadas hacia la salud de la población se aplicó la metodología cualitativa mediante la aplicación de un cuestionario de 15 preguntas mixtas (ver anexo 3) dirigidas a los jefes de hogar de cada predio domiciliario en la urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule.

Protocolo de encuestas

Para la aplicación de las encuestas se siguió la metodología propuesta por la guía de Casas, J, & Donato, (2002), Tal como se muestra a continuación:

1. Definir los objetivos del formulario previo a la aplicación de las encuestas (Casas, J, & Donato, 2002).

2. Elaborar preguntas concisas y evitar expresiones imprecisas (Casas, J, & Donato, 2002).

3. Estimar el tamaño de la muestra de estudio, partiendo desde el tamaño de la población total del lugar de estudio (603 predios) y aplicar la fórmula de tamaño de muestras para poblaciones finitas propuesta por (Fuentelsaz, 2004) (Ver anexo4)

4. Una vez conocido el tamaño de la muestra, usar el muestreo aleatorio simple (Casas, J, & Donato, 2002).

3.2.3 Análisis estadístico

El tipo de análisis estadístico que se usó en el presente trabajo de investigación fue descriptivo, debido a que se presentó en gráficos de pastel los resultados de las encuestas de percepción aplicada a la población de estudio, y además los valores de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos de las muestras de agua potable con sus repeticiones fueron organizadas y presentadas mediante gráficos de barra y tablas, además de las respectivas medidas de tendencia central y dispersión tales como la media, varianza y desviación estándar.

4. Resultados

4.1 Análisis de la calidad del agua potable de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule mediante caracterización de parámetros físico-químicos (Turbidez, pH, temperatura, conductividad eléctrica, nitritos, nitratos, cloro libre residual)

En la tabla 1, se aprecia los valores registrados del potencial hidrogeno en las muestras de aguas analizadas con sus respectivas repeticiones.

Tabla 1. Análisis del potencial hidrogeno (pH) en las muestras de agua potable

N° de muestras	Promedios	Límites máximos
1	7,35	6,0 - 9,0
2	7,32	6,0 - 9,0
3	7,65	6,0 - 9,0
4	7,41	6,0 - 9,0
5	6,83	6,0 - 9,0
6	6,83	6,0 - 9,0
7	8,60	6,0 - 9,0
8	6,67	6,0 - 9,0
9	6,71	6,0 - 9,0
10	6,73	6,0 - 9,0
11	6,89	6,0 - 9,0
12	6,82	6,0 - 9,0

Panta, 2021

Es así que se registró promedios (Tabla 1) de 7,35; 7,32; 7,65; 7,41; 6,83; 6,83; 8,60; 6,67 y 6,71, dado que la muestra 8 obtuvo el pH más bajo (6,67) en relación con las demás alícuotas, mientras que el valor más alto de pH lo obtuvo la muestra 7 (8,60).

No obstante, los resultados señalan que los valores registrados en los puntos muestreados se encuentran dentro de los rangos máximo establecidos por el

acuerdo ministerial 097 A, anexo 1, tabla 2, (6,0 a 9,0), de manera que se cumple con el valor máximo de dicho parámetro en todas las muestras de agua potable.

En la tabla 2, se visualizan los valores obtenidos de la temperatura en las doce muestras de agua potable analizada con cada repetición.

Tabla 2. Análisis de temperatura en las muestras de agua potable

N° de muestras	Promedios	Unidades
1	27,3	°C
2	28,1	°C
3	26,6	°C
4	26,3	°C
5	28,2	°C
6	27,2	°C
7	23,3	°C
8	27,1	°C
9	26,2	°C
10	27,1	°C
11	26,1	°C
12	27,2	°C

Panta, 2021

Así mismo se identificó que existe variabilidad entre los puntos de muestreo, existiendo diferencias que van desde 1°C a 3°C, a excepción del punto 7, ya que fue la muestra que presentó el menor valor, y el mayor valor lo obtuvo la muestra 5.

En la tabla 3, se registra la información de la conductividad eléctrica en los doce puntos de muestreo de agua potable con las tres repeticiones.

Tabla 3. Análisis de la conductividad eléctrica en las muestras de agua potable

N° de muestras	Promedios	Unidades
1	180,20	μS/cm
2	185,40	μS/cm
3	159,10	μS/cm
4	151,17	μS/cm
5	148,10	μS/cm
6	155,07	μS/cm
7	153,17	μS/cm
8	225,17	μS/cm
9	140,03	μS/cm
10	140,07	μS/cm
11	142,07	μS/cm
12	142,40	μS/cm

Panta, 2021

Es así que se obtuvieron promedios (Tabla 3) de 180,20 μS/cm, 185,40 μS/cm, 159,10 μS/cm, 151,17 μS/cm, 148,10 μS/cm, 155,07 μS/cm, 153,17 μS/cm, 225,17 μS/cm, 140,03 μS/cm, 140,07 μS/cm, 142,07 μS/cm y 142,40 μS/cm. Dado que se identificó que el menor valor lo obtuvo la muestra 9 (140,03 μS/cm), mientras que el punto 8 registro el valor más alto (225,17 μS/cm). Además, se visualizó que los valores obtenidos entre las muestras presentaron variabilidad.

En la tabla 4, se aprecia el comportamiento del cloro libre residual en las muestras de aguas analizadas con sus respectivas repeticiones.

Tabla 4. Análisis del cloro libre residual en las muestras de agua potable

N° de muestras	Promedios	Unidades
1	0	mg/l
2	0,5	mg/l
3	0	mg/l
4	0,5	mg/l
5	0,5	mg/l
6	0,5	mg/l
7	0	mg/l
8	0	mg/l
9	0,5	mg/l
10	0,3	mg/l
11	0,3	mg/l
12	0,5	mg/l

Panta, 2021

Es así que se registró que las muestras 1, 3, 7 y 8 obtuvieron los datos más bajos (0 mg/l) en relación con las demás alícuotas, mientras que los valores más altos los obtuvieron las muestras 6, seguido de los puntos 2, 4, 5, 9, 10, 11 y 12 (1mg/l).

En la tabla 5, se registra la información de los nitritos en los doce puntos de muestreo de agua potable con las tres repeticiones.

Tabla 5. Análisis de nitritos en las muestras de agua potable

N° de muestras	Promedio	Unidades
1	1,00	mg/l
2	1,00	mg/l
3	1,00	mg/l
4	1,00	mg/l
5	1,00	mg/l
6	1,00	mg/l
7	0,00	mg/l
8	0,00	mg/l
9	0,00	mg/l
10	0,00	mg/l
11	0,00	mg/l
12	0,00	mg/l

Panta, 2021

Es así que se obtuvieron promedios de 1mg/l (M1 a M6) y 0mg/l (M7 a M12). Además, se visualizó que los valores obtenidos entre las muestras presentaron similitud.

En la tabla 6 se registra los datos de los nitratos en los doce puntos de muestreo de agua potable con las tres repeticiones.

Tabla 6. Análisis de nitratos en las muestras de agua potable

N° de muestras	Promedios	Unidades
1	10	mg/l
2	10	mg/l
3	10	mg/l
4	10	mg/l
5	0	mg/l
6	10	mg/l
7	15	mg/l
8	10	mg/l
9	10	mg/l
10	10	mg/l
11	10	mg/l
12	10	mg/l

Panta, 2021

Es así que se obtuvieron promedios de 10mg/l en todos los puntos de muestreo a excepción de las muestras 5 (0mg/l) y 7 (15mg/l). Dado que se identificó que el menor valor lo obtuvo la muestra 5, mientras que el punto 7 registro el valor más alto.

En la tabla 7, se aprecia el comportamiento de la turbidez en las muestras de aguas analizadas con sus respectivas repeticiones.

Tabla 7. Análisis de turbidez en las muestras de agua potable

N° de muestras	Promedios	Unidades
1	1,53	NTU
2	1,57	NTU
3	1,96	NTU
4	1,67	NTU
5	1,29	NTU
6	1,04	NTU
7	0,69	NTU
8	1,78	NTU
9	1,50	NTU
10	1,08	NTU
11	1,42	NTU
12	1,32	NTU

Panta, 2021

Es así que se registró promedios (Tabla 7) de 1,53 NTU, 1,57 NTU, 1,96 NTU, 1,67 NTU, 1,29 NTU, 1,04 NTU, 0,69 NTU, 1,78 NTU, 1,50 NTU, 1,08 NTU, 1,42 NTU y 1,32 NTU. Dado que la muestra 7 obtuvo el dato más bajo (0,69 NTU) en relación con las demás alicotas, mientras que el valor más alto lo obtuvo la muestra 3 (1,96 NTU).

4.2 Determinación de la concentración microbiológica presente en las muestras de agua potable de consumo humano de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule mediante el método Petrifilm

En la tabla 8, se registran los resultados de las placas de petrifilm para conteo de coliformes totales en las muestras de agua potable.

Tabla 8. Test petrifilm para conteo de coliformes totales en agua potable

N° muestra	Crecimiento de colonias (Positivo + / Negativo -)	Número de colonias observadas	Unidades
1	N (-)	0	UFC/100ml
2	P (+)	11	UFC/100ml
3	P (+)	30	UFC/100ml
4	P (+)	4	UFC/100ml
5	P (+)	4	UFC/100ml
6	P (+)	1	UFC/100ml
7	P (+)	79	UFC/100ml
8	N (-)	0	UFC/100ml
9	N (-)	0	UFC/100ml
10	N (-)	0	UFC/100ml
11	N (-)	0	UFC/100ml
12	N (-)	0	UFC/100ml

Panta, 2021

Dónde no se observó el crecimiento de coliformes en las muestras M1, M8, M9, M10, M11 y M11, mientras existió crecimiento positivo en 6 muestras (M2, M3, M4,

M5, M6 y M7), además el mayor número de colonias oscilo en 79 UFC/100ml, seguido de 30 UFC/100ml.

Por otra parte, la norma INEN NTE 1108 indica que el rango máximo establecido para coliformes totales en agua potable es de 0 NTU, en contraste con lo anterior, los resultados muestran que se cumplen con la normativa en la muestra M1, seguidamente de las M8 a M12, a diferencia de los otros puntos de muestreo que exceden del rango máximo establecido.

En la figura 1, se observan el crecimiento de coliformes totales distribuidos en porcentajes en función de las frecuencias de las colonias observadas.

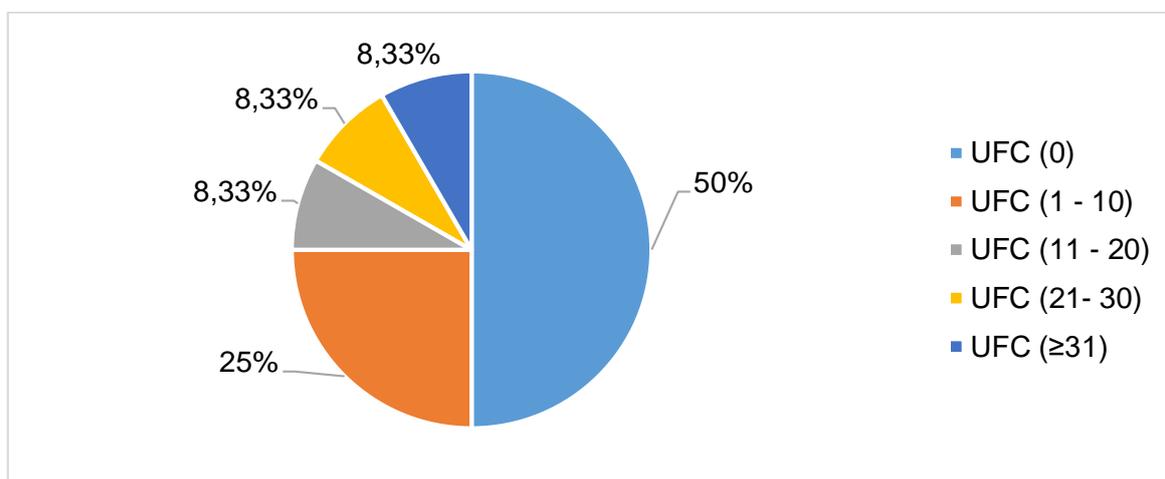


Figura 1. Análisis de coliformes totales en placas petrifilm Panta, 2021

Es así que se identificó que en el 50% de las pruebas petrifilm no se detectó presencia de coliformes, mientras que en el 25% de los test (3 muestras) existió presencia de al menos 1 a 10 colonias de coliformes, así mismo en la porción del 8,33% que representan el rango que va de 11 a 20 UFC se detectó al menos 1 vez el crecimiento de colonias. Además, en el rango que va desde 21 a 30 UFC se identificó el crecimiento de 1 colonia dónde en porcentajes represento el 8,33%, y por último en la categoría igual o mayor a 31 UFC se detectó la presencia de 1

colonia de coliformes totales, representando el 8,33% del total de pruebas realizadas en todos los puntos de estudio.

4.3 Descripción de la calidad del agua potable y posibles afecciones a la salud de la población de la Urbanización Beata Mercedes Molina, km 16/2 vía Daule mediante encuestas de percepción a la población

En la figura 2, se presentan las respuestas de la primera pregunta de la encuesta: ¿Ud considera que el servicio de agua que recibe desde la red municipal a su hogar es potable?"

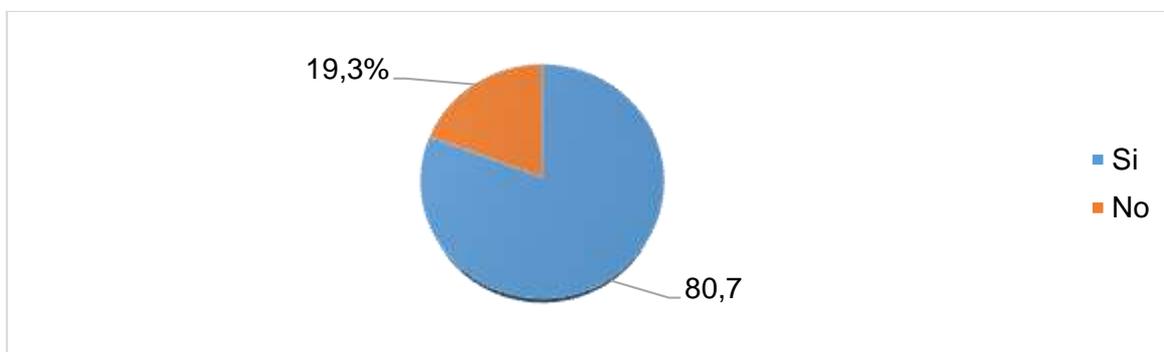


Figura 2. Respuestas a la pregunta 1. ¿Ud considera que el servicio de agua que recibe desde la red municipal a su hogar es potable?

Panta, 2021

Puesto que se registro que el 80,7% de los encuestados manifestaron que el agua que reciben de la red municipal es potable desde su percepción, mientras que el 19,3% aseguro que el líquido presenta características diferentes, por lo tanto, no consideran que sea potable.

En la figura 3, se presentan las respuestas de la segunda pregunta de la encuesta: ¿Cuál es el tipo de almacenamiento de agua que posee en su hogar?

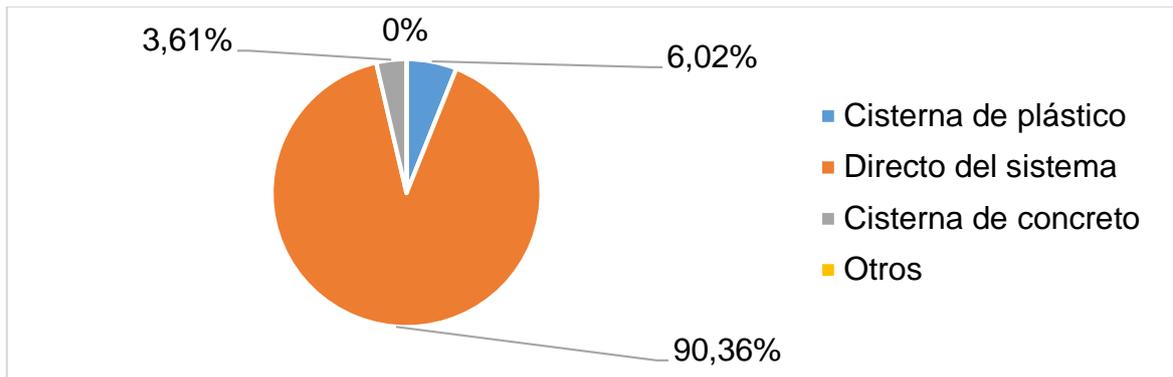


Figura 3. Respuestas a la pregunta 2: ¿Cuál es el tipo de almacenamiento de agua que posee en su hogar?
Panta, 2021

Dónde el 90,36% mencionó abastecerse del servicio de agua directamente del sistema, mientras que el 6,02% y 3,61% indicaron que poseen cisternas para la toma del agua. Esto se ve reflejado en los argumentos de que la mayor parte de los encuestados aseguraron que los departamentos en los que habitan los diseños de estos no incluyeron tanques de almacenamiento temporal y comprarlos les demandarían gastos de dinero.

En la figura 4 se muestran las respuestas de la tercera pregunta de la encuesta: ¿Ha identificado presencia de color en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?

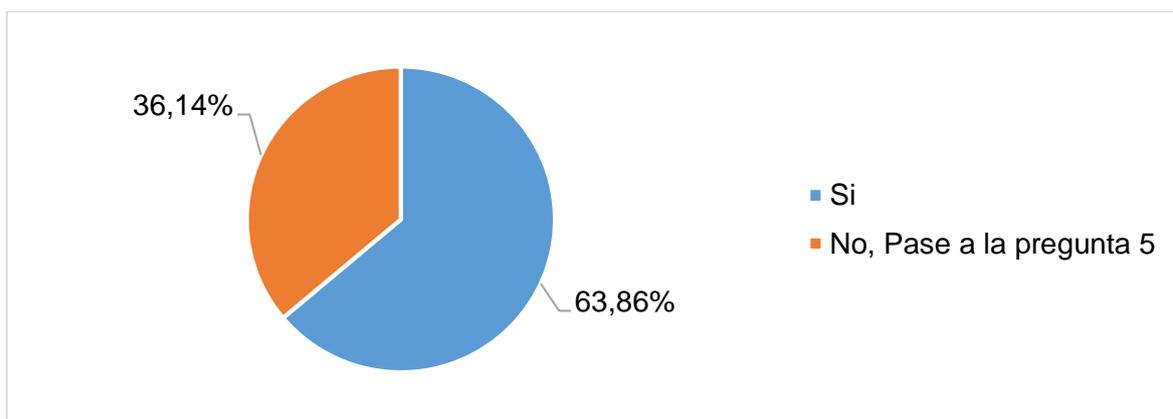


Figura 4. Respuestas a la pregunta 3. ¿Ha identificado presencia de color en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?
Panta, 2021

En así que el 63,86% de los encuestados aseguraron que han percibido color en el agua que llega a los hogares, mientras que el 36,14% señalo no haber observado presencia de color.

En la figura 5 se muestran las respuestas de la cuarta pregunta de la encuesta: ¿Qué tipo de color ha observado en el agua potable?

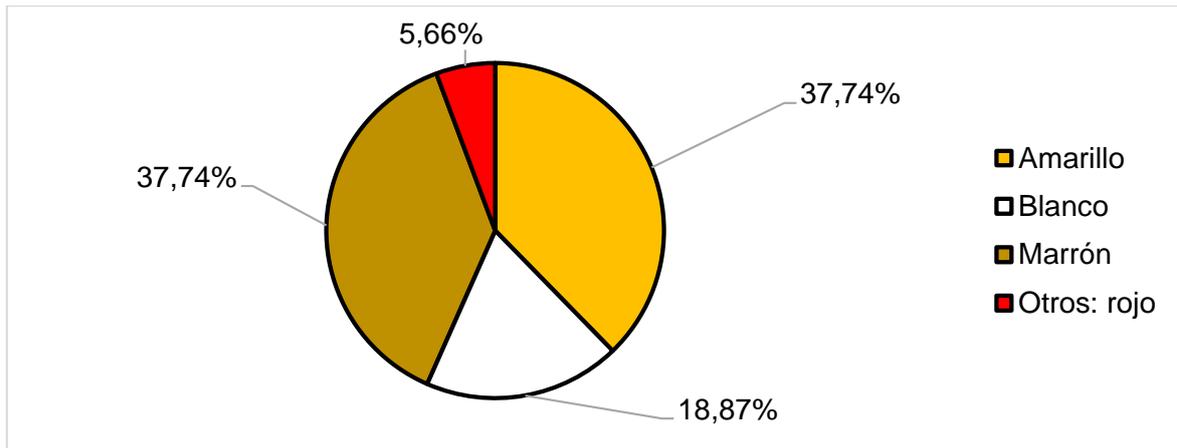


Figura 5. Respuestas a la pregunta 4. ¿Qué tipo de color ha observado en el agua potable?

Panta, 2021

Es así que el 60,24% mencionaron no haber percibido sabor en el agua, mientras que el 39,76% aseguraron haber detectado diferentes tipos de sabores.

En la figura 6 se muestran las respuestas de la quinta pregunta de la encuesta: ¿Ha identificado presencia sabor en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?

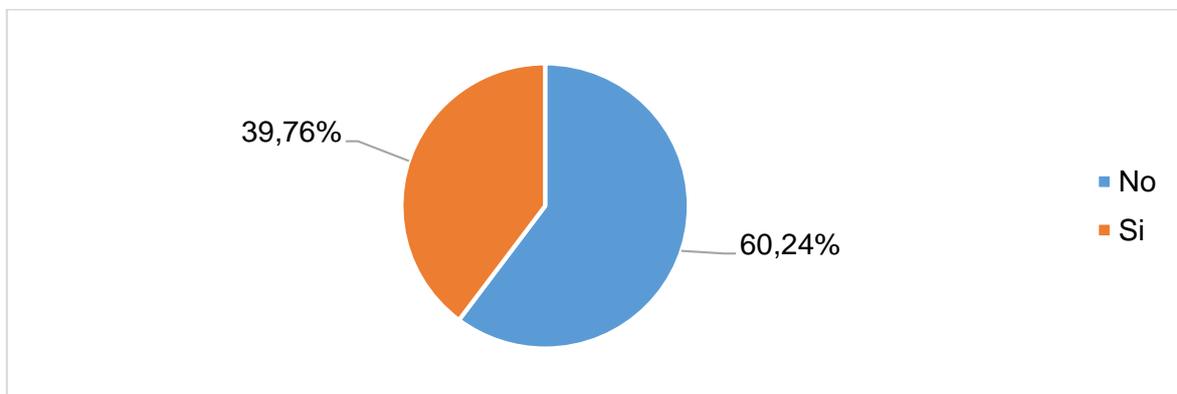


Figura 6. Respuestas de la pregunta 5. ¿Ha identificado presencia sabor en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?

Panta, 2021

Puesto que los encuestados referentes a las anomalías presentadas en el agua que llega desde la red pública, el 60,24% mencionaron no haber percibido sabor en el agua, mientras que el 39,76% aseguraron haber detectado diferentes tipos de sabores.

En la figura 7 se observan las respuestas de la sexta pregunta de la encuesta: ¿Qué tipo de sabor ha identificado en el agua potable?

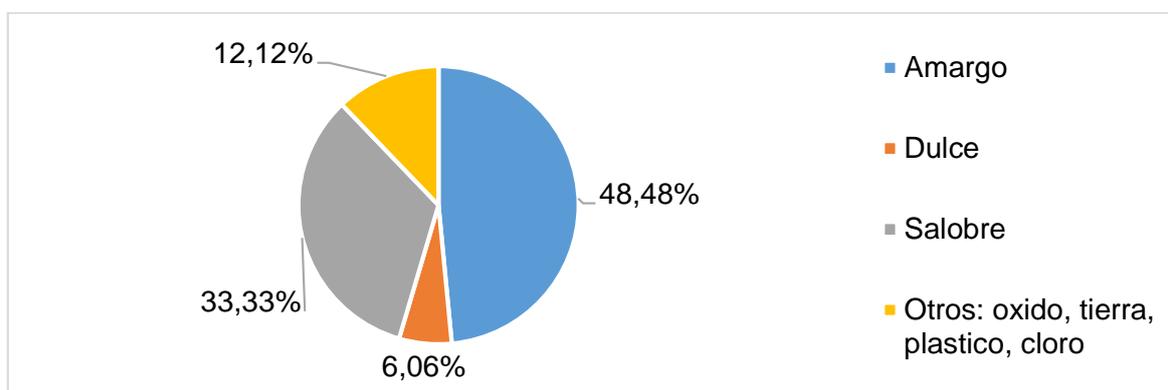


Figura 7. Respuestas de la pregunta 6. ¿Qué tipo de sabor ha identificado en el agua potable?
Panta, 2021

Dónde el 48,48% de los encuestados mencionaron que haber percibido sabor amargo en el agua potable, el 33,33% señalaron que han detectado sabor dulce, el 12,12% han identificado diversos sabores (oxido, tierra, cloro, plástico) mientras que el 6,06% aseguraron haber detectado sabor solobre. Ciertamente, en base a los a las respuestas de los participantes, la presencia de sabor en el agua se debe cuando esta posee sustancias diluidas derivadas de diferentes fuentes

En la figura 8 se observan las respuestas de la séptima pregunta de la encuesta: ¿Ha identificado presencia de olor en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?

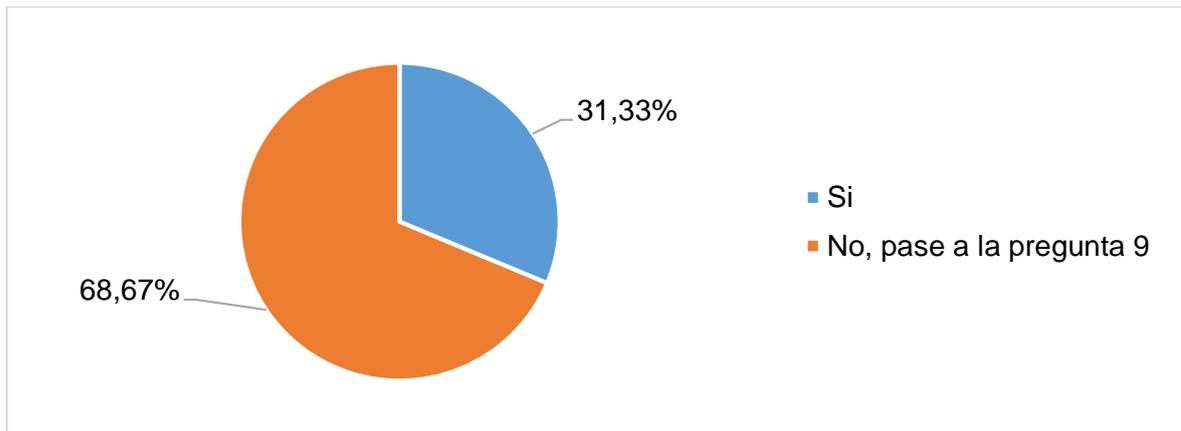


Figura 8. Respuestas a la pregunta 7. ¿Ha identificado presencia de olor en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?
Panta, 2021

Es así que el 68,67% de los encuestados respondieron no haber identificado olor en el agua que llega los domicilios, mientras que el 31,33% aseguraron haber detectado olor en el agua potable.

En la figura 9 se observan las respuestas de la octava pregunta de la encuesta: ¿Qué tipo de olor ha identificado en el agua potable?

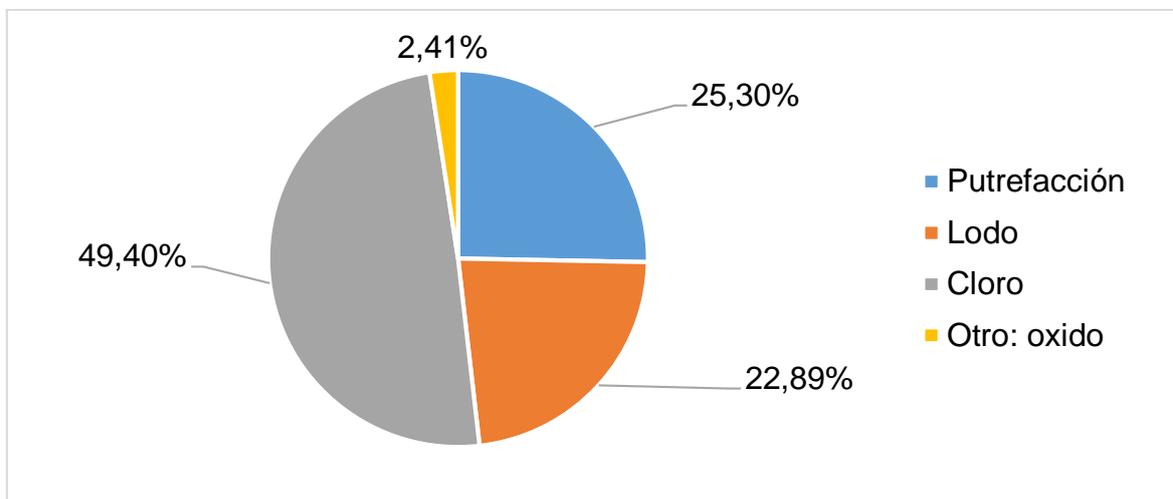


Figura 9. Respuestas de la pregunta 8. ¿Qué tipo de olor ha identificado en el agua potable?
Panta, 2021

Puesto que el 49,40% de los participantes mencionaron que el agua tuvo olor a cloro, el 25,30% aseguro haber percibido olor a putrefacción, el 22,89% y 2,41% noto olor a lodo y oxido.

En la figura 10 se registran las respuestas de la novena pregunta de la encuesta: ¿Cuáles de las siguientes razones cree ud que están causando anomalías en el agua potable?

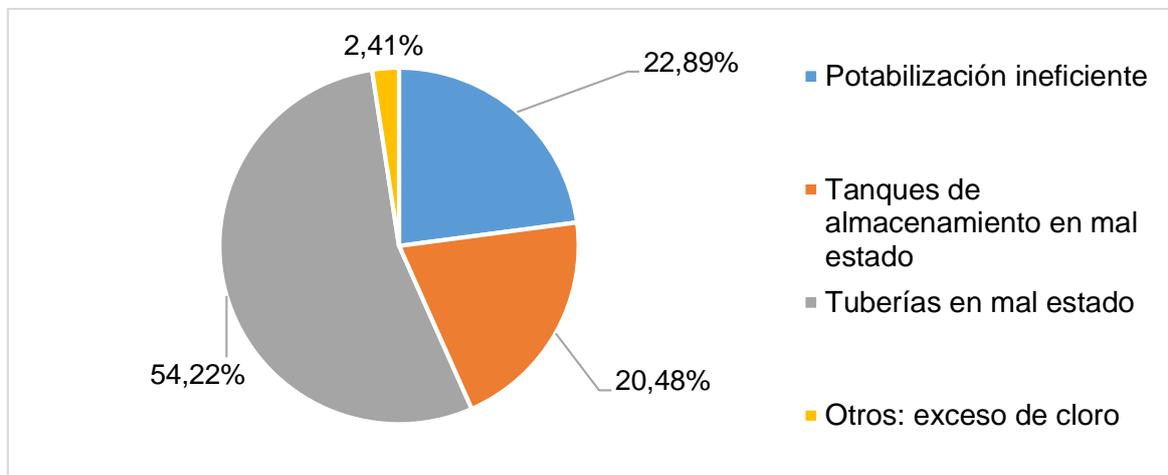


Figura 10. Respuestas de la pregunta 9. ¿Cuáles de las siguientes razones cree ud que están causando anomalías en el agua potable?
Panta, 2021

Es así que el 54,22% mencionaron que las principales causas de anomalías en el agua potable se deben a las tuberías de la red pública que se encuentran en mal estado, el 22,89% aseguraron que se debe a la potabilización ineficiente desde la planta de tratamiento, mientras que el 20,48% y 2,41% indicaron que las causas se atribuyen a que los reservorios de la ciudadela se encuentran en malas condiciones por el exceso de cloro que llega en el agua.

En la figura 11 se muestran las respuestas de la décima pregunta de la encuesta: ¿Cómo calificaría la calidad del agua potable del que abastece a su hogar?

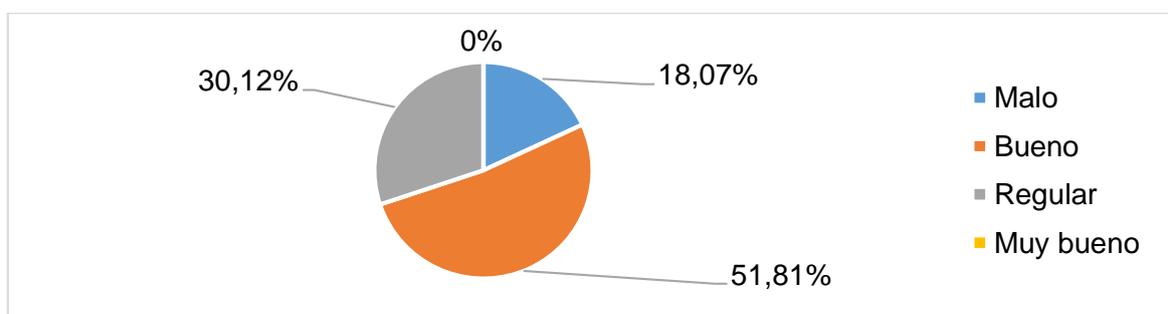


Figura 11. Respuestas a la pregunta 10. ¿Cómo calificaría la calidad del agua potable del que abastece a su hogar?
Panta, 2021

Dónde el 51,81% aseguraron que el agua potable que abastece los hogares es de buena calidad, para el 30,12% la califico como regular, mientras que el 18,07% mencionaron que la calidad es mala

En la figura 12 se observan las respuestas de la onceava pregunta de la encuesta: ¿Cuáles son los principales medios que utiliza para beber agua?

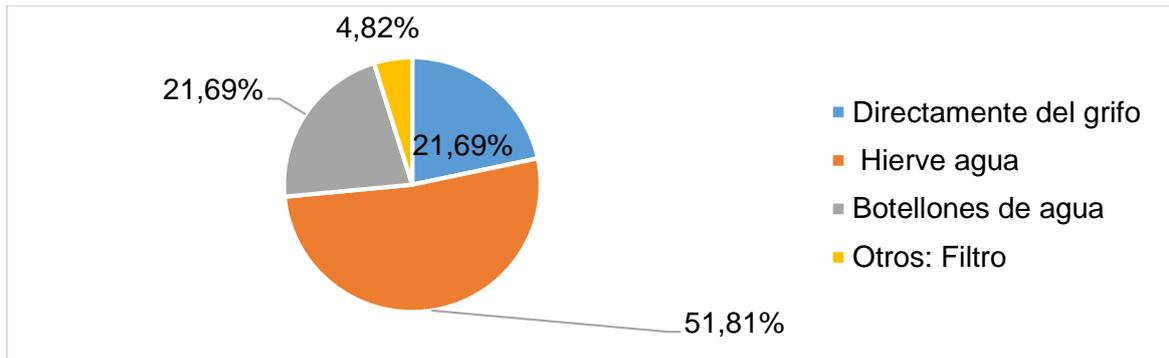


Figura 12. Respuestas de la pregunta 11. ¿Cuáles son los principales medios que utiliza para beber agua?
Panta, 2021

Dónde el 51,81% aseguraron hervir el agua para consumo directo, el 43,38% señalaron comprar botellones de agua y usar el agua directamente de los grifos que llegan de la red pública, cabe señalar que el 4,82% mencionaron usar filtros de agua.

En la figura 13 se registran las respuestas de la doceava pregunta de la encuesta: ¿Efectúa usted algún tipo de tratamiento al agua que llega a su hogar?

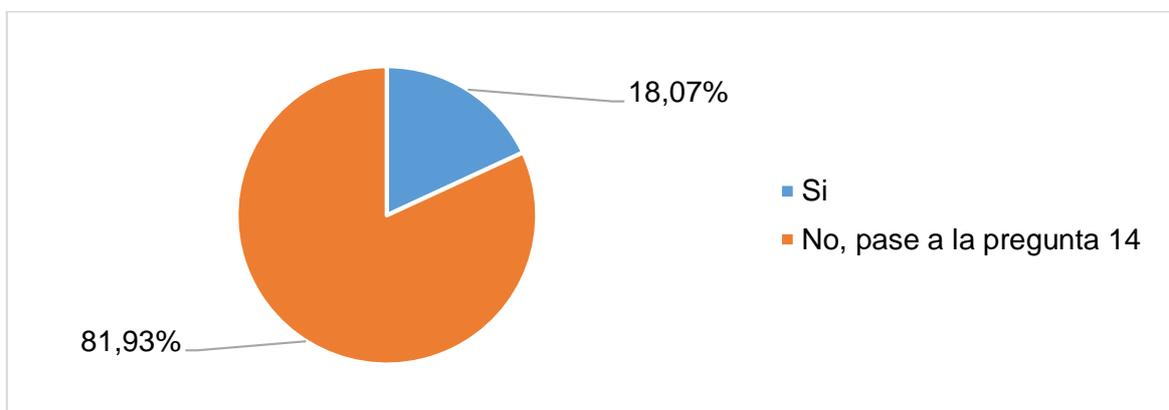


Figura 13. Respuestas de la pregunta 12. ¿Efectúa usted algún tipo de tratamiento al agua que llega a su hogar?
Panta, 2021

Es así que 81,93% aseguraron no realizar ningún tipo de tratamiento al agua que llega a los hogares, mientras que apenas el 18,07% señalaron realizar algún tipo de tratamiento.

En la figura 14 se visualizan las respuestas de la treceava pregunta de la encuesta: ¿Qué tipo de tratamiento realiza al agua potable?

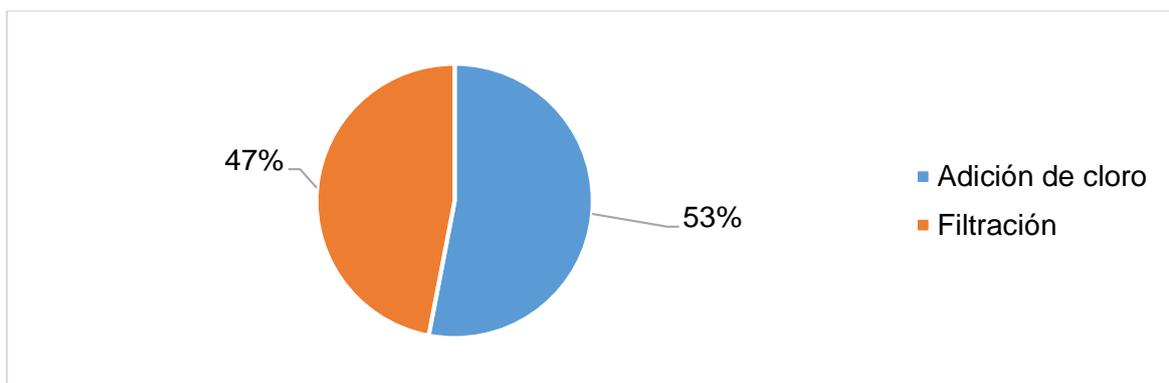


Figura 14. Respuesta de la pregunta 13. ¿Qué tipo de tratamiento realiza al agua potable?
Panta, 2021

Es así que el 53,0% indicaron haber adicionado cloro al agua que llega hasta sus hogares con la finalidad de eliminar cualquier tipo de contaminación, mientras que el 47,0% aseguraron filtrar el líquido ya que poseen equipos que realizan dicho proceso.

En la figura 15 se muestran las respuestas de la catorceava pregunta de la encuesta: ¿Durante los últimos seis meses ud o los miembros de su familia ha presentado problemas de salud por utilizar el agua potable que llega a su hogar?

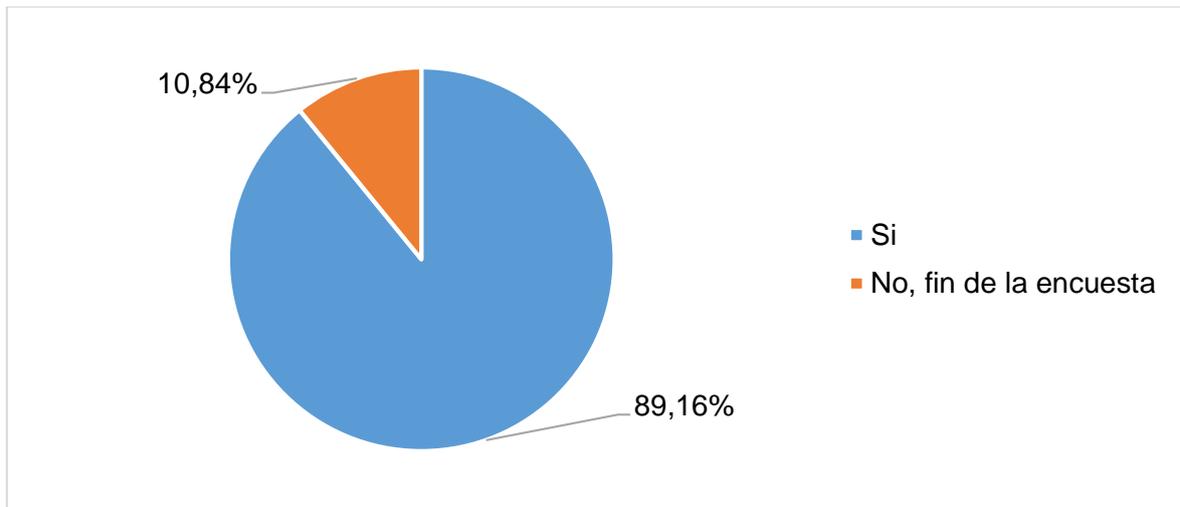


Figura 15. Respuesta de la pregunta 14. ¿Durante los últimos seis meses ud o los miembros de su familia ha presentado problemas de salud por utilizar el agua potable que llega a su hogar?
Panta, 2021

Es así que se identificó que el 89,16% de los participantes mencionaron haber presentado afecciones a la salud pública, mientras que el 10,84% aseguraron no haber presentado ningún problema de salud.

En la figura 16 se observa las respuestas de la pregunta 15. ¿Cuál de las siguientes afecciones han presentado al menos una vez por consumir o usar para servicios de higiene el agua potable?

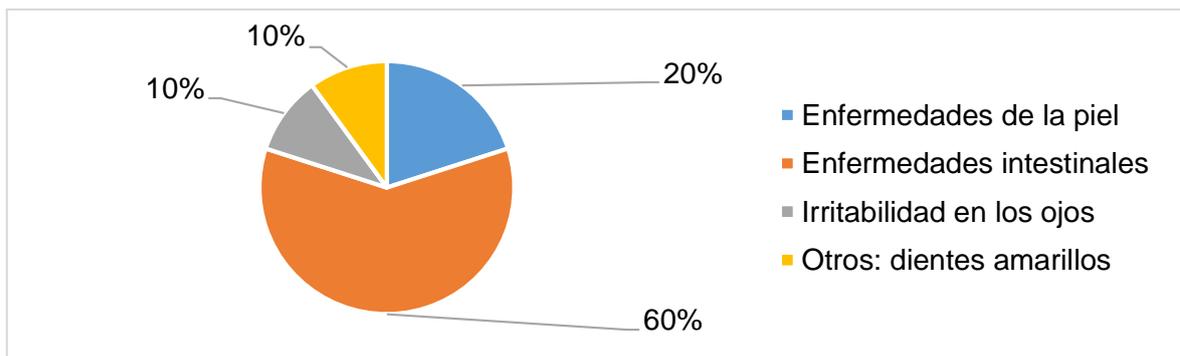


Figura 16. Respuesta a la pregunta 15. ¿Cuál de las siguientes afecciones han presentado al menos una vez por consumir o usar para servicios de higiene el agua potable?
Panta, 2021

Puesto que, el 60% de los encuestados respondieron haber presentado enfermedades intestinales por consumir el agua que abastece los hogares, el el

20% aseguraron haber pasado por problemas en la piel a causa de entrar en contacto con el líquido de la red pública, mientras que el 20% mencionaron haber sufrido de irritación en los ojos y amarillamiento en los dientes.

En la tabla 9, se observan los resultados de los promedios finales de la calidad del agua en los puntos de muestreo en referencia con las normas de calidad de agua para el consumo humano.

Tabla 9. Valores promedios de los resultados en los puntos de muestreo

Parámetros	Tanques	Condominios	Villas	LMP	Norma de referencia
pH	7,33	7,18	7,07	6,5 - 8,0	Acuerdo ministerial 097
Temperatura	27,67°C	27,06°C	26,16°C	+/- 3°C	Acuerdo ministerial 097
Conductividad Eléctrica	182,80 µS/cm	153,36 µS/cm	157,15 µS/cm	1500 µS/cm	Acuerdo ministerial 097
Cl libre residual	0,25 mg/l	0,38	0,26	0,3 - 1,5	INEN NTE 1108;2020
Nitritos	1,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l	3 mg/l	INEN NTE 1108;2020
Nitratos	10,00mg/l	1,00 mg/l	10,83 mg/l	50 mg/l	INEN NTE 1108;2020
Turbidez	1,55 NTU	1,49 NTU	1,30 NTU	5 NTU	INEN NTE 1108;2020
Coliformes Totales	6,00UFC/100ml	10UFC/100ml	13UFC/100ml	0 UFC/100ml	OMS; 2018

Panta,2021

En la tabla 9 se evidencia que los parámetros de la calidad del agua fueron más satisfactorios en los condominios ya que se registro promedios más bajos en tanto para el pH, temperatura, nitritos, y nitratos en comparación con las otras dos zonas de estudio, excepto en los coliformes fecales puesto que se obtuvo valores de 10UFC/100ml, 6,0 UFC/ml y 13,0 UFC/100ml, resultando fuera de los límites de las normativa (0UFC/100ml) de la organización mundial de la salud de agua potable para el consumo humano, y evidentemente las muestras de agua de las villas mostraron mayores concentraciones de colonias de coliformes. Por otra parte, el cloro libre residual se situo por debajo del mínimo requerido.

En la tabla 10 se muestran las respuestas sobre las afecciones a la salud humana por el consumo y consumo de agua potable.

Tabla 9. Posibles afecciones a la salud de la población de la Urbanización

Frecuencia	Durante los últimos seis meses ud o los miembros de su familia ha presentado problemas de salud por utilizar el agua potable que llega a su hogar
89,16%	Si
10,84%	No

Panta, 2021

Es así que el 89,16% de los encuestados aseguraron haber presentado problemas de salud de alguna índole por el consumo del agua potable en los últimos seis meses, mientras que el 10,84% mencionaron no haber tenido afecciones públicas. Donde el 60% de los encuestados respondieron haber presentado enfermedades intestinales por consumir el agua que abastece los hogares, el 20% aseguraron haber pasado por problemas en la piel a causa de entrar en contacto con el líquido de la red pública, mientras que el 20% mencionaron haber sufrido de irritación en los ojos y amarillamiento en los dientes.

5. Discusión

En contraste de los resultados de los análisis se identificó que los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua de los tanques elevados fueron de 7,33 pH, 27,67°C, 182,80 μ S/cm, 2,5mg/l/Cl, 1,00mg/l/NO₂⁻, 10,00mg/l NO₃⁻, 1,55 NTU y 6,00 UFC/100ml, en los condominios fueron de 7,18 pH, 27,06°C, 153,36 μ S/cm, 0,38mg/l/Cl, 0,00mg/l NO₂⁻, 1,00mg/l NO₃⁻, 1,49 NTU y 10UFC/100ml, y en las villas fueron de 7,07pH, 26,16°C, 157,15 μ S/cm, 0,26 mg/l/Cl, 0,00 mg/l NO₂⁻, 10,83 mg/l NO₃⁻, 1,30NTU y 13 UFC/100ml, dónde se observó que el pH fue ligeramente básico en las áreas de estudio, en la temperatura existió diferencias de 0,61°C y 0,9°C, en la conductividad eléctrica fueron de 29,44 uS/cm, 25,65 uS/cm y 3,79 uS/cm, en el cloro libre residual fueron de 2,1mg/l, 2,2mg/l y 0,17mg/l, en los nitritos fue de 1mg/l, en los nitratos fueron de 9mg/l, 0,83mg/l y 9,8mg/l, en la turbidez fueron de 0,06NTU, 0,25NTU, y 0,19NTU, seguido de los coliformes totales que las discrepancias fueron de 4,0 UFC/100ml, 7,0 UFC/100ml y 3,0 UFC/100ml. No obstante, la norma INEN NTE 1108 indica que el rango máximo establecido para el cloro libre residual va entre 0,3 - 1,5 mg/l, en contraste con lo anterior, los resultados muestran que los valores registrados en los tanques y villas no cumplen con la normativa, al igual que los coliformes totales ya que OMS para dicho parámetro establece un rango de 0UFC/100ml y no se cumple con el valor en ninguna de las tres zonas muestreadas.

Angulo (2018) menciona que en el estudio de la calidad del agua obtuvo valores promedios de pH, temperatura, conductividad eléctrica y coliformes totales de 7,9, 17,0°C, 138,0 uS/cm y 19 UFC/100ml. Por otra parte, en la presente investigación se identificó que en las muestras de agua de los tanques elevados las medias fueron de 7,3 27°C, 67 182,80 uS/cm y 6 UFC/100ml, en los condominios fueron de

7,18, 27,06°C, 153,36 uS/cm, 10 UFC/100ml, y en las villas fueron de 7,07, 26,16°C, 157,15 uS/cm y 13 UFC/100ml. En efecto las colonias de coliformes totales fueron mayores en el estudio de Angulo (2018), esto se debe porque dentro de los procesos de potabilización las características del cauce de agua natural que abastece la planta de tratamiento son variantes, y los responsables de los procesos utilizan dosificaciones constantes sin antes determinar correctamente las condiciones bacteriológicas del flujo de agua cruda.

Balladares, Balladares, & García (2019) señalaron que con las encuestas y análisis de las muestras del agua, evidenciaron que el 32,8% de los encuestados calificaron como agua de mala calidad, y el 51,2% aseguraron que presentaron problemas de salud tales como diarreas, dolores estomacales e infecciones parasitarias, mientras que en los análisis fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, turbidez, nitratos y nitritos) obtuvieron promedios de 6,9, 121,0 uS/cm, 0,093 UNT, 0,65 mg/l NO_3^- y 0,009 mg/l NO_2^- , en función de los resultados de Balladares, Balladares, & García, (2019) con los de la investigación se determinó que se tuvo similitud con las respuestas de las encuestas y existió discrepancia en los valores de los análisis de las muestras de los condominios (7,18, 153,36 uS/cm, 1,49 NTU, 1,00mg/l NO_3^- , 0,0 mg/l NO_2^-) y villas (7,07, 157,15 uS/cm, 1,30 NTU, 10,83 mg/l NO_3^- , 0,00 mg/l NO_2^-) ya que Balladares, Balladares, & García (2019), presentaron concentraciones más bajas en todos los parametros a excepción de los nitritos.

Viteri (2018) observó que en los análisis físico-químico y microbiológica del agua potable los valores oscilaron entre 6,68 de pH, 57,55 uS/cm, 15,78°C, 0,44NTU 0,46 mg/l NO_3^- , 0,00315mg/l NO_2^- y 9,7CFU/100ml. Puesto que dichos parámetros en la investigación fueron de 7,18, 27,06°C, 153,36 uS/cm, 1,49 NTU,

1,00mg/l NO_3^- , 0,00 mg/l NO_2^- y 10UFC/100ml en los condominios y 7,07, 26,16°C, 157,15 uS/cm, 1,30 NTU, 10,83 mg/l NO_3^- , 0,00 mg/l NO_2^- y 13 UFC/100ml en las villas, por ello se idéntico que Viteri, (2018) presentó pH ácido en las muestras de agua a diferencia de la investigación realizada ya que el potencial hidrógeno fue de tendencia ligeramente básico, asimismo se obtuvo parecido en las concentraciones de las colonias de coliformes con el autor mencionado ya que en ambos estudios dicho parámetro microbiológico estuvo fuera del rango. Es así que en el sitio de estudio de Viteri (2018) menciona que debieron implementar tratamientos que permitan contrarrestar la acidez del agua y eliminar los coliformes ya estos son indicadores de aguas negras y desechos en descomposición, puesto que así evitarán afecciones a la salud pública.

Atencio (2018) indico que en el estudio visualizo que los promedios de los análisis fueron de 7,22, 6,4°C, 900 UFC/100ml y 7,8, 8,9°C, 1000UFC/100ml en los dos puntos de muestreo, además en las encuestas registró que el 100% de los encuestados desconocían si el agua que llegan a los hogares es potable, en efecto los resultados del investigador presentaron similitud con la investigación desarrollada en los puntos de muestreo de los tanques elevados (7,33, 27,67°C y 6UFC/100ml), condominios (7,18, 27,06°C, y 10UFC/100ml) y villas (7,07, 26,16°C, y 13 UFC/100ml), puesto que las colonias de coliformes totales excedieron los rangos máximos permisibles establecidos por la organización mundial de la salud (OMS) para el agua potable de consumo humano.

6. Conclusiones

En las tres zonas monitoreadas se identificó que de los parámetros físico-químicos el cloro libre residual estuvo fuera de los rangos óptimos de la normativa INEN NTE 1108;2022 en los tanques elevados y villas.

Por otra parte, se observó que los coliformes totales estuvieron fuera del rango óptimo establecido por la organización mundial de la salud (OMS) para agua potable de consumo humano.

Por último, en la aplicación de las encuestas, se determinó que los encuestados observaron anomalías en la calidad del agua potable, ya que identificaron diferentes tipos de coloración (amarillo, blanco, marrón y rojo), percibieron sabores extraños (amargo, dulce, salobre, oxidado, y cloro) y detectaron olores raros (putrefacción, lodo, oxidado y cloro), en base a dichos argumentos nadie calificó al servicio que reciben como agua de calidad muy buena. Además, aseguraron no realizar ningún tipo de tratamiento al agua que reciben en los domicilios, por lo que en los últimos seis meses indicaron haber presentado problemas de salud pública (irritación de ojos, persistencias gastrointestinales, dermatitis, y amarillamiento de los dientes) debido al consumo del agua.

7. Recomendaciones

Se deberá incluir en los análisis fisicoquímicos el estudio de los metales debido a que las personas aseguraron haber identificado presencia de coloración y olores extraños y que generalmente son indicadores de metales (Fe, Mg y Cb).

En próximas investigaciones se debe estudiar a los coliformes fecales en las muestras de agua potable ya que son indicadores de contaminación fecal, puesto que de tal forma se determinará la fuente de contaminación y la calidad sanitaria que presenta el agua potable con mayor exactitud.

Se deberá coordinar con los funcionarios de la planta de potabilización sobre los aspectos encontrados en el agua para que estos implementen programas de monitoreo continuos con el propósito de asegurar la atención del suministro y distribución del consumo humano.

8. Bibliografía

- 3M Microbiology. (2021). Placas Petrifilm para el recuento de E. coli/Coliformes. s Buenos Aires, Argentina, 3M Center. Obtenido de <https://multimedia.3m.com/mws/media/444950O/3m-petrefilm-e-coli-coliform-count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf>
- Acuerdo Ministerial No. 061. (2015). Reforma del libro vi del texto unificado de legislación-secundaria.Obtenido-de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>
- Acuerdo Ministerial No.097A. (2015). Registro Oficial 387 de 04 de Noviembre de 2015 . Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>
- Agencia de la ONU para los Refugiados (ACNUR). (2019). Acceso al agua potable para millones de personas. Madrid, España. ACNUR. Obtenido de https://eacnur.org/blog/acceso-al-agua-potable-reto-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst/
- Aguilar, S. O., & Navarro, A. B. (2017). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del Distrito de Abancay, provincia-de-Abancay. Universidad tecnológica de los Andes, Cajamarca, Perú. -Obtenido-de-<http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/130/Tesis-Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Alberto, C., Severiche, S. J., Castillo, B. M., & Leonor, R. (2013). Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos-en.Aguas (Tesis de maestría). Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Cartagena de Indias, Colombia. Obtenido-de https://www.researchgate.net/publication/329153132_Manual_de_Metodos_An

alíticos_para_la_Determinacion_de_Parametros_Fisicoquimicos_Basicos_en_Aguas

- Angulo, A. N. (2018). Evaluación de parámetros de control obligatorio en sistemas de agua potable de la zona urbana y rural del distrito de San Juan – Cajamarca. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo Perú. .Obtenido-de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5087/1/RE_MAEST_ING_E_KLEINER.ANGULO_PAR%c3%81METROS.DE.CONTROL_DATOS.PDF
- Atencio, H. S. (2018). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, Perú. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026_70776177_T.pdf
- Baena, P. G. (2017). *Metodología de la investigación*. San Juan Tlhuaca, México: Grupo Editorial Patria, S.A. Obtenido de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Balladares, L. C., Balladares, L. T., & García, S. J. (2019). Calidad del agua potable que consume la población en la zona central urbana del municipio la Libertad Chontales, permitiendo la verificación de la salud de los mismos (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/336876644.pdf>
- BBC News. (2018). 11 de las grandes urbes del mundo con más probabilidades de quedarse sin agua potable como Ciudad del Cabo. BBC Mundo. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-42975307>

- Blancas, C. C., & Hervás, R. E. (2017). Contaminación de las aguas por nitratos y efectos-sobre-la-salud. Andalucía, España: Egondi Artes Gráficas, S. A. Obtenido-de https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud_5af065353ff4b_contaminacion_aguas_por_nitratos.pdf
- Buch, W. (2017). Así es el proceso o etapas para potabilizar el agua. Aquasistemas Guatemala: Tecnologías y confort en agua. Obtenido de <https://aquasistemas.com.gt/sin-categoria/el-proceso-o-etapas-para-potabilizar-el-agua>
- Casas, J., Repullo, J., Donado, J. (2002). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. *Aten Primaria*. 31(8), 527-38. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/82245762.pdf>
- Chica, M. E. (2020). Control de Calidad Física Química y Microbiológica del agua potable de la Comunidad Rural Sisid Anejo, Parroquia Ingapirca, Provincia del Cañar. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/328376550>
- Consejo Nacional de Competencias . (2019). Informe de la competencia de gestión de agua potable. Quito, Ecuador: CNC. Obtenido de <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/08-Informe-de-la-competencia-de-gestion-de-Agua-Potable-2.pdf>
- Constitución de la república del Ecuador. (2008). Registro oficial 449 . Obtenido de <https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/registro-oficial/item/4864-registro-oficial-no-449.html>

Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche. (2017). Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural. Lima, Perú: Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Obtenido-de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GIZ%202017.%20Manual%20para%20la%20cloraci%C3%B3n%20del%20agua%20en%20sistemas%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20potable.pdf

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS). (2018). Quito lidera el cumplimiento de los ODS en cobertura y calidad del agua potable. *Iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/noticias/epmaps-agua-quito/quito-lidera-cumplimiento-ods-cobertura-y-calidad-agua-potable>

Faustos M. (2019). 220 millones de habitantes aún carecen de agua segura en América Latina. *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/recursos-hidricos-escasez-america-latina.html>

Fernández, C. A., & Mortier, C. d. (2019). Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica. A. Fernández (Ed.), *Estudios Transdisciplinarios del Agua*, (pp.45-78). Buenos Aires, Argentina: Ciencias Veterinarias. Obtenido-de https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/01_Capitulo_01.pdf

Fuentelsaz, C.(2004). Cálculo del tamaño de la muestra. *Matronas Profesión*, 5(18), 1-9. <https://www.federacion-matronas.org/wp-content/uploads/2018/01/vol5n18pag5-13.pdf>

Gestión Digital. (2020). El acceso desigual al agua en el país frena la lucha contra la pandemia. *Gestión Digital*. Obtenido de

<https://www.revistagestion.ec/sociedad-analisis/el-acceso-desigual-al-agua-en-el-pais-frena-la-lucha-contra-la-pandemia>

Guevara, A. G., Verdesoto, A. A., & Castro, M. N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista científica mundo de la investigación*, 2(1), 163-173. doi:[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Huaquisto, C. S., & Chambilla, F. I. (2019). Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno. *Investigación y Desarrollo*, 19(1), 133-144. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/riyd/v19n1/v19n1_a10.pdf

Huberyana.(2019).*Día-mundial-del-agua*.Obtenido-de

https://consorcioaa.com/diamundialdelagua/wp-content/uploads/2019/03/HYA_Briefing_Centros_Educativos_web.pdf

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. (2005). Agua potable- Toma de muestras. La Paz, Bolivia: IBNORCA. Obtenido-de http://www.anesapa.org/data/files/NB496AP_TomaMuestras.pdf

Instituto Ecuatoriano de normalizacion NTE INEN 977. (2014). Agua potable. Determinación de cloro libre residual.Quito, Ecuador: INEN. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/412201438/ANEXO>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2018). Agua, saneamiento e higiene: Medición-de-los-ODS-en-Ecuador. Quito, Ecuador: h2ostudio. Obtenido-de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. (2014). Registro oficial 305 . Obtenido de <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf

- Londoño, G.O. (2018). Caracterización de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del sistema para producir agua desionizada tipo II. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10961/CARACTERI...pdf;jsessionid=3C2D1FEDB00522C272E48BFB87526A2E?sequence=1>
- Marín, D. (2019). Latinoamérica, una región rica en agua, obligada a gestionar mejor el recurso. EFE Noticias. Obtenido de <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/latinoamerica-una-region-rica-en-agua-obligada-a-gestionar-mejor-el-recurso/20000013-3931723>
- Mata, S. L. (2019). Diseños de investigaciones con enfoque cuantitativo de tipo no experimental. Ciudad de México, México: McGraw-Hill. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/disenos-de-investigaciones-con-enfoque-cuantitativo-de-tipo-no-experimental/https://www.caracteristicas.co/agua-potable/>
- Ministerio de salud pública. (2019). Guía de agua segura. Quito, Ecuador: EPMAPS. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Guia-Agua-Segura.pdf>
- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. (2018). Calidad del agua de consumo humano. Madrid, España: Paseo del Prado. Obtenido de https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/INFORME_AGUA_CONSUMO_2016_def._Revisado.pdf

Morán, J. (2016). En ambos lados del Daule padecen la contaminación. El Telégrafo. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/1/en-ambos-lados-del-daule-padecen-la-contaminacion>

National Geographic. (2019). 7 datos esenciales sobre el agua en América Latina y el mundo. Ecología: NG en español. Obtenido de <https://www.ngenespanol.com/el-mundo/10-datos-esenciales-sobre-el-agua-en-america-latina-y-el-mundo/>

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108. (2020). Agua para consumo humano. Requisitos. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/nteinen1108-2-pdf-free.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. (2018). *Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*. Paris, Francia: UNESCO. Obtenido de <https://www.unccllearn.org/wp-content/uploads/library/ga.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2017). *Enfermedades transmitidas por el agua*. OMS. Ginebra, Suiza: Switzerland. Obtenido de https://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease_es.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2019). *Agua*. Nigeria, Africa: WHO. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Organización Mundial de la Salud; Unicef. (2018). Desigualdades en materia de saneamiento y agua potable en América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://www.unicef.org/lac/media/1496/file>

Organización Panamericana de la Salud (OMS). (2013). *Guía rápida para la vigilancia-sanitari*. Santo Domingo, República Dominicana: NLM. Obtenido de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/4341/Guia_para_la_vigilancia_de_l_agua_VERSION_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2018). *Situación actual del ODS – 6 en la región américa latina. planes y acciones*. Quito, Ecuador: UNICEF.

Obtenido de <https://www.paho.org/es/file/56985/download?token=rwV9j1E0>

Organización Panamericana de la Salud. (2019). *La desinfección del agua*. Washington D.C, USA: Dirección De salud y ambiente. Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/aguadesi.pdf>

Parraguez, C. S., Chunga, C. G., Flores, C. M., & Romero, C. R. (2017). *El estudio y la investigación documental: estrategias metodológicas y herramientas TIC*. Chiclayo, Perú: EMDECOSEGE S.A. Obtenido-de https://www.researchgate.net/publication/315755125_Libro_El_estudio_y_la_investigacion_documental_estrategias_metodologicas_y_herramientas_TIC

Pradillo. (2019). Parámetros de control del agua potable. Iagua: Connecting Waterpeople. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>

Rivas, R. S., Menés, V. G., & Rómulo, R. A. (2017). Tratamiento por coagulación-floculación a efluente de la Empresa del Níquel Comandante Ernesto Che Guevara.- *Tecnología-Química*, 37(2), 173-183. Obtenido-de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852017000200002

Sánchez del Castillo, M. (2016). Elimina la turbiedad del agua. Agua y ambiente. *Revista de Saneamiento Ambiental*. 8(3), 5-13 Obtenido de <https://aguaambiente.files.wordpress.com/2016/01/aguaambiente-12-ene-2016.pdf>

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019). *Manual de Agua Potable,-Alcantarillado-y-Saneamiento*. Tlalpan, México: Insurgentes Sur

Obtenido-de

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%202016.%20Dise%C3%B1o%20de%20plantas%20potabilizadoras.pdf

Swistock, B. (2020). Nitratos en el Agua Potable. Asociación de Ingeniería Agrícola. *Agricultural Administration Building*. 3(2), 3-10. Obtenido de <https://extension.psu.edu/nitratos-en-el-agua-potable>

Unesco. (2019). Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo. Colombella, Italia: UNESCO. Obtenido-de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf

Urazán, B. C., Caicedo, L. M., Ayala, R. L., & Londoño, L. J. (2020). Lectura del avance del ODS 6 en América Latina y el Caribe. *Revista Espacios*, 41(47), 1-18. doi:Doi: 10.48082/espacios-a20v41n47p19

Viteri, F. D. (2018). Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua para consumo humano de la junta de agua potable de la parroquia Bolívar, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8813/1/56T00756.pdf>

9. Anexos

9.1 Anexo 1. Figuras complementarias

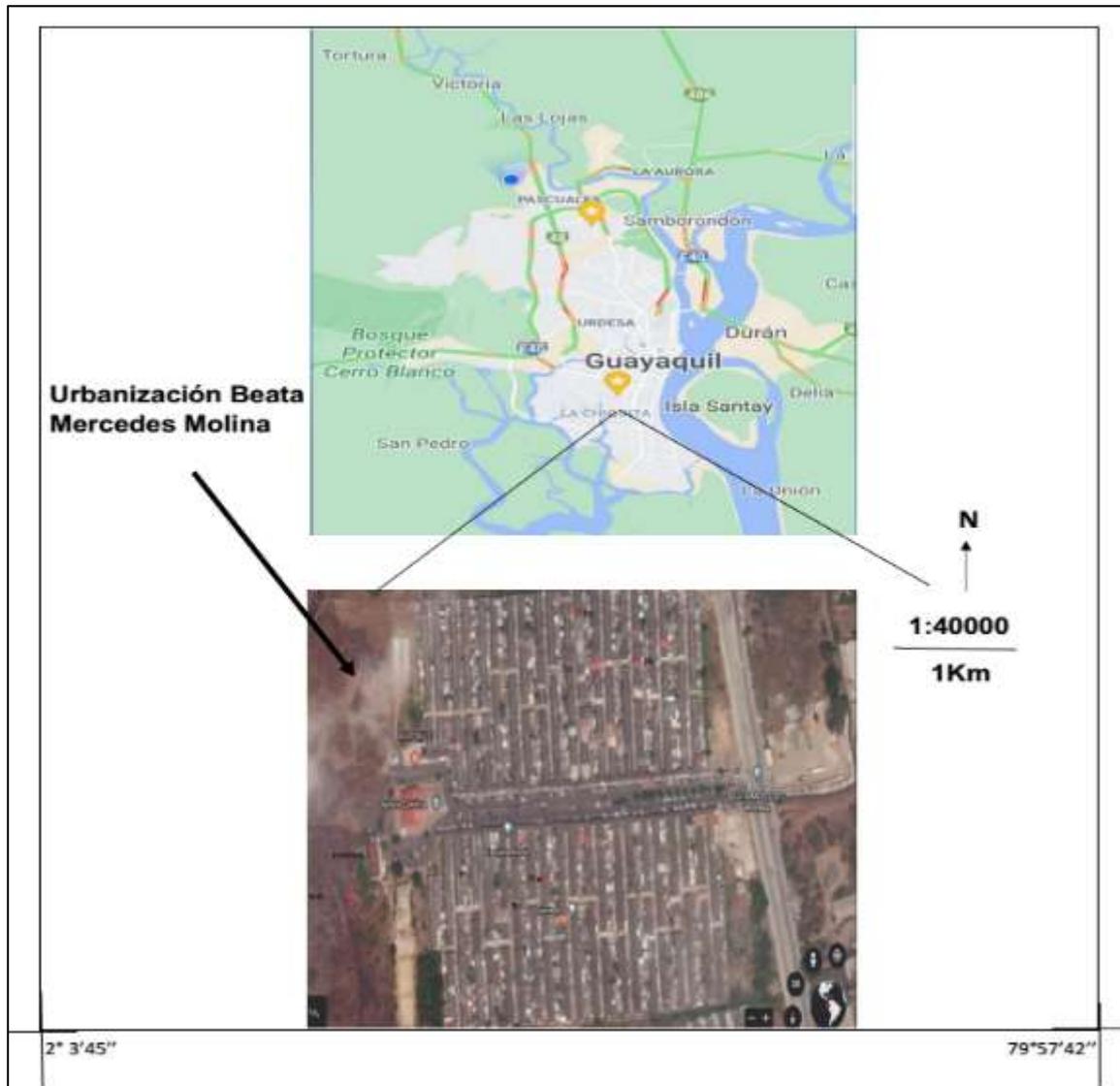


Figura 17. Localización del lugar de estudio
Panta, 2021

9.2 Anexo 2. Formato de etiquetas de las muestras

ROTULADO DE MUESTRAS
Nombre del recolector:
Tipo de muestra:
Número de muestra:
Fecha de recolección:
Hora de la recolección:
Observación :

Figura 18. Formato de rotulado de las muestras
Panta, 2021

9.3 Anexo 3. Formato de encuestas



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

**ENCUESTA DE PERCEPCION A LA POBLACIÓN DE LA URBANIZACIÓN
 BEATA MERCEDES MOLINA**

Objetivo: Describir la calidad del agua potable y posibles afecciones a la salud mediante percepción de la población

Número de encuesta: _____

Instrucciones: Marque con una X la respuesta que considere adecuada en cada pregunta

PERCEPCION SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

1. ¿Ud considera que el servicio de agua que recibe desde la red municipal a su hogar es potable?

Si () No ()

2. ¿Cuál es el tipo de almacenamiento de agua que posee en su hogar? (Señale una o varias)

Cisterna de plástico () Cisterna de concreto ()

Directo del sistema () Otros: _____

3. ¿Ha identificado presencia de color en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?

Si () No, Pase a la pregunta 5 ()

4. ¿Qué tipo de color ha observado en el agua potable? (Señale una o varias)

Amarillo () Marrón ()

Blanco () Otros: _____

5. ¿Ha identificado presencia sabor en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?

Si () No, pase a la pregunta 7 ()

6. ¿Qué tipo de sabor ha identificado en el agua potable? (Señale una o varias)

Amargo () Salobre ()

Dulce () Otros: _____

7. ¿Ha identificado presencia de olor en el servicio de agua potable que llega a su domicilio?

Si () No, pase a la pregunta 9 ()

9.4 Anexo 4. Cálculo del tamaño de muestra de encuestas

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

Dónde:

N: tamaño de la población (603 predios)

Z: Nivel de confianza (95%; 1,96)

p = Probabilidad de éxito (50%; 0,5)

q = Probabilidad de fracaso estudio (50%; 0,5).

E = nivel de precisión absoluta (10%; 0,10)

Remplazando

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 603 \times 0,5 \times 0,5}{(0,10)^2(603 - 1) + (1,96)^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = 83 \text{ encuestas}$$

9.5 Anexo 5. Rangos máximos para agua potable

Tabla 10. Límites máximos permisibles

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Conductividad Eléctrica	μS/cm	1500
pH		6,5 - 8,0
Cloro residual libre	mg/l	0,3 - 1,5
Nitritos	Mg/l	3,0
Nitratos	mg/l	50
Temperatura	°C	Condición natural +/- 3
Turbidez	NTU	5
Coliformes totales	UFC/100ml	Ausencia

Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 1108, 2020; Acuerdo ministerial

097ª Anexo I, tabla 2, 2015; Organización Mundial para la Salud, 2018

9.6 Anexo 6. Registro fotográfico de las muestras de agua potable



Figura 20. Recolección de muestras desde los tanques
Panta, 2021



Figura 21. Recolección de muestras desde los condominios
Panta, 2021



Figura 22. Recolección de las muestras desde las villas Panta, 2021

9.7 Anexo 7. Registro fotográfico de análisis de las muestras



Figura 23. Análisis de coliformes totales en muestras de tanques inclinados Panta, 2021

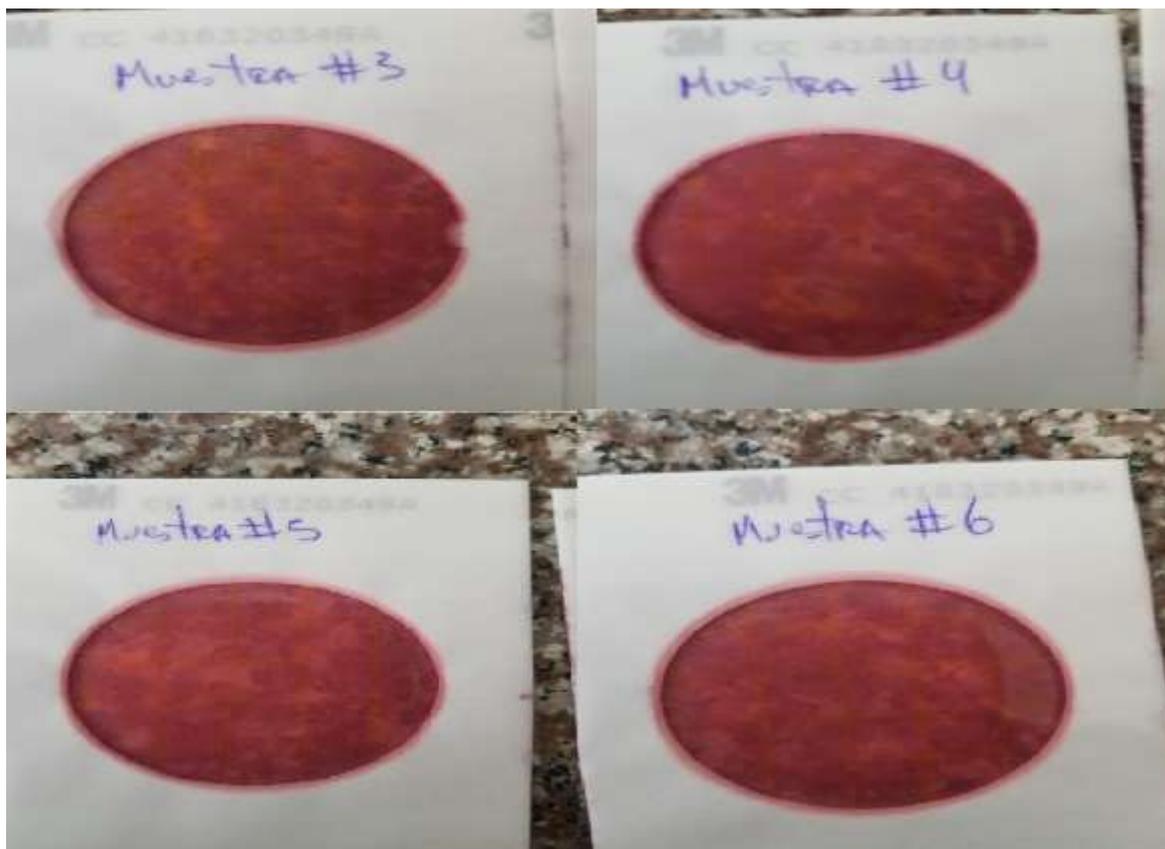


Figura 24. Análisis de coliformes totales en muestras en los condominios Panta, 2021

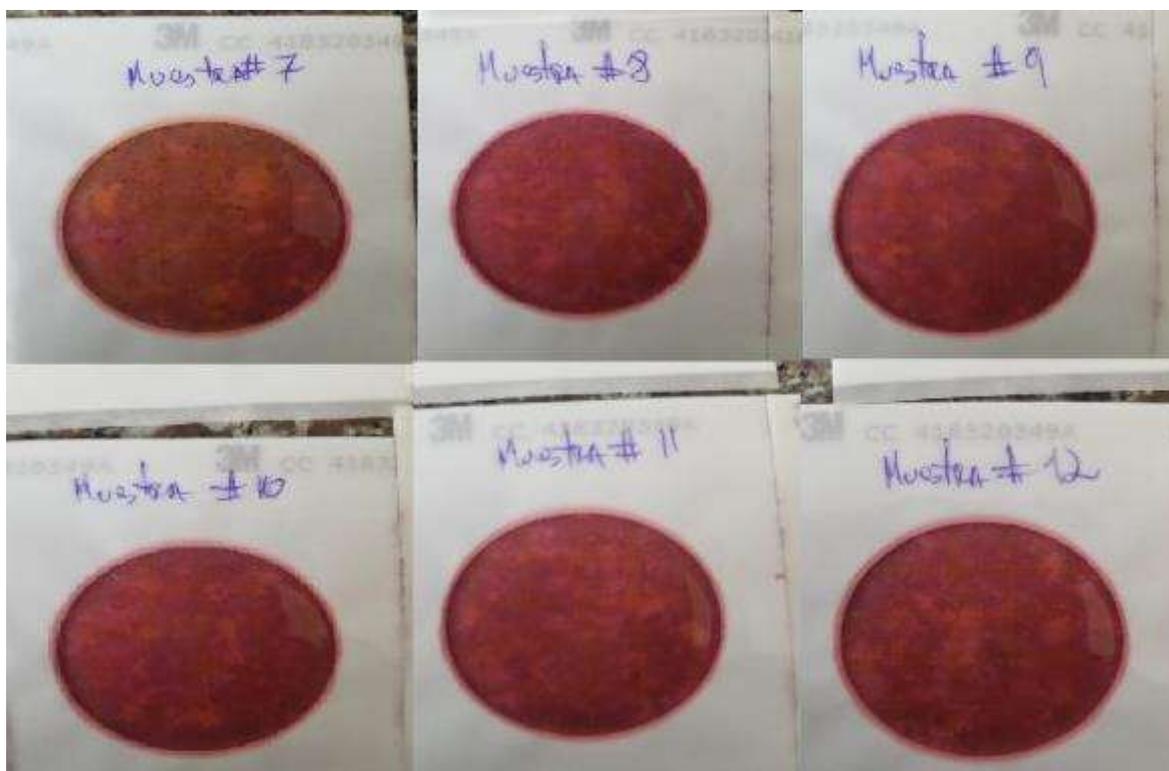


Figura 25. Análisis de coliformes totales en muestras de las villas Panta, 2021



Figura 26. Análisis de parámetros químicos en muestras de agua potable
Panta, 2021

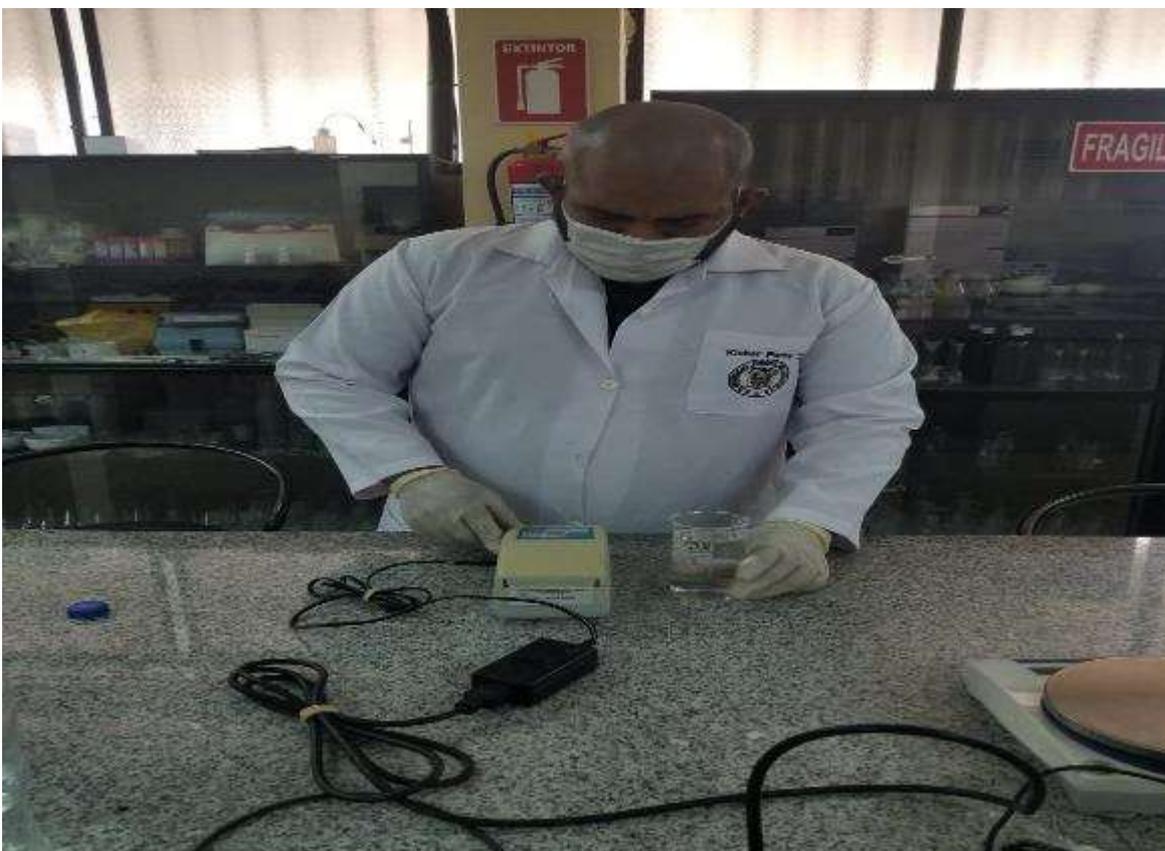


Figura 27. Análisis de parámetros físicos en muestras de agua potable
Panta, 2021

9.8 Anexo 8. Registro fotográfico de encuestas realizadas



Figura 28. Ejecución de encuestas a los moradores de la ciudadela Panta, 2021

9.9 Anexo 9. Cálculo de estadística descriptiva

Tabla 11. Cálculos estadísticos de los parámetros de las muestras de los tanques elevados

Estadística descriptiva	pH	Temperatura	Conductividad eléctrica	Cloro libre residual	Nitritos	Nitratos	Turbidez	CT
Media	7,33	27,67	182,80	0,25	1,00	10,00	1,55	5,50
Mediana	7,33	27,67	182,80	0,25	1,00	10	1,55	5,5
Moda	7,00	27,00	182,80	0,25	1,00	10	1	5,5
Varianza	0,0006	0,3200	13,5200	0,125	0,000	0,000	0,0009	30,25
Desviación estándar	0,0236	0,5657	3,6770	0,3536	0,000	0,000	0,0306	5,50

Panta, 2021

Tabla 12. Cálculos estadísticos de los parámetros de las muestras en los condominios

Estadística descriptiva	pH	Temperatura	Conductividad eléctrica	Cloro libre residual	Nitritos	Nitratos	Turbidez	CT
Media	7,18	27,06	27,06	0,43	1,00	7,50	1,49	9,75
Mediana	7,12	26,85	153,12	0,50	1,00	10,00	1,48	4,00
Moda	6,83	26,00	153,12	0,50	1,00	10	1	4
Varianza	0,1709	0,7203	22,7795	0,0892	0,000	25,00	0,1677	184,2
Desviación estándar	0,4134	1,0330	4,7728	0,2986	0,000	5,000	0,4095	13,5

Panta, 2021

Tabla 13. Cálculos estadísticos de los parámetros de las muestras en las villas

Estadística descriptiva	pH	Temperatura	Conductividad eléctrica	Cloro libre residual	Nitritos	Nitratos	Turbidez	CT
Media	7,07	26,16	157,15	157,15	0,00	10,83	1,30	13,17
Mediana	6,78	26,63	142,23	0,40	10,00	10,00	1,37	0,00
Moda	6,00	27,00	157,15	157,15	0,00	10	1	13,17
Varianza	0,5655	2,1944	1134,4048	0,2067	0,000	4,1667	0,1412	1040,16
Desviación estándar	0,7520	1,4814	33,6809	0,4546	0,000	2,0412	0,3758	32,2

Panta, 2021