



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Escuela de Posgrado**

**Efecto del almacenamiento de agua potable sobre su calidad  
organoléptica y química en hogares del Distrito de Hualmay, 2021**

**Tesis**

**Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales**

**Autor**

**Flores Ignacio Calderon Carrasco**

**Asesor**

**Dr. Apolinar Quinte Villegas**

**Huacho – Perú**

**2025**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

*"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"*

ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

### INFORMACIÓN

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Flores Ignacio, Calderon Carrasco	15590393	20 de noviembre 2024
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Apolinar Quinte Villegas	15603661	0000-0003-2844-4386
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS DOCTORADO:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Delicias Eufemia Natividad Huasupoma	15740030	0000-0001-5142-6392
Edith Meryluz Claros Guerrero	15742746	0000-0002-2765-953X
Mirtha Sussan Trejo De Rios	32812343	0000-0002-2755-9950
Johnny Gregorio Cipriano Bautista	15732636	0000-0002-7239-4665

# EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE SOBRE SU CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y QUÍMICA EN HOGARES DEL DISTRITO DE HUALMAY, AÑO 2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion</b> Trabajo del estudiante	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>bibliotecas.unsa.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>sedici.unlp.edu.ar</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por su apoyo fundamental y permanente, de manera muy especial a mi esposa Noemí y a mis hijos Carlos y Mirtha y también por constituir el motivo de mi perseverancia para superarme cada día.

*Flores Ignacio Calderon Carrasco*

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a mi Dios por darme salud y fortaleza a lo largo de mi vida, para continuar persistiendo en el logro de mis objetivos profesionales y familiares.

Asimismo, mi eterno agradecimiento a mis colegas de la Facultad de Ingeniería Pesquera, Dr. Máximo Romero Ortiz, Dr. Félix Torres Pérez y Dr. Héctor Romero Camarena, por todo el valioso apoyo brindado durante el desarrollo del estudio.

*Flores Ignacio Calderon Carrasco*

# ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Objetivos de la investigación	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
1.4 Justificación de la investigación	6
1.5 Delimitación del estudio	7
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes de la investigación	10
	vii

2.1.1	Investigaciones internacionales	10
2.1.2	Investigaciones nacionales	14
2.2	Bases teóricas	16
2.2.1	Agua potable para consumo humano	16
2.2.1.1	Calidad del agua potable	16
2.2.1.2	Desinfección del agua	19
2.2.1.3	Redes de distribución de agua potable	23
2.2.2	Sistema de almacenamiento de agua potable	26
2.2.2.1	Disponibilidad del agua potable	27
2.2.2.2	Vulnerabilidad o seguridad sanitaria del depósito	27
2.2.3	Calidad organoléptica y química del agua potable	28
2.2.3.1	Parámetros organolépticos	29
2.2.3.2	Parámetro químico	32
2.2.4	Legislación	33
2.2.4.1	Derecho humano al agua	33
2.2.4.2	Valor de referencia de la OMS	34
2.2.4.3	Límite Máximo Permisible del D.S. N° 031-2010-SA	35
2.3	Bases filosóficas	37
2.4	Definición de términos básicos	37
2.5	Hipótesis de investigación	39
2.5.1	Hipótesis general	39
2.5.2	Hipótesis específicas	40
2.6	Operacionalización de las variables	40
	CAPÍTULO III	42
	METODOLOGÍA	42



3.1	Diseño metodológico	42
3.1.1	Tipo de investigación	42
3.1.2	Nivel de investigación	43
3.1.3	Enfoque de investigación	43
3.1.4	Diseño de investigación	43
3.2	Población y muestra	44
3.2.1	Población	44
3.2.2	Muestra	44
3.3	Técnicas de recolección de datos	45
3.3.1	Técnicas utilizadas	45
3.3.2	Descripción de los instrumentos	45
3.3.2.1	Cuestionario sobre almacenamiento de agua potable	45
3.3.2.2	Equipos y materiales de análisis de la calidad de agua potable	50
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	51
	<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>53</b>
	<b>RESULTADOS</b>	<b>53</b>
4.1	Análisis de resultados	53
4.1.1	Condiciones de almacenamiento de agua potable en los hogares	55
4.1.2	Evaluación de la calidad organoléptica y de cloro residual del agua potable al ingreso a los hogares	60
4.1.3	Efecto del almacenamiento del agua potable en los hogares sobre su calidad organoléptica y química	63
4.2	Contrastación de hipótesis	64
4.2.1	Efecto del almacenamiento del agua potable en los hogares sobre su calidad organoléptica y química	64

4.2.2	Condiciones de almacenamiento de agua potable en los hogares	66
4.2.3	Evaluación de la calidad organoléptica y de cloro residual del agua potable al ingreso a los hogares	67
4.2.4	Comportamiento de los parámetros de calidad organoléptica y química por el almacenamiento del agua potable en los hogares	70
	CAPÍTULO V	72
	DISCUSIÓN	72
5.1	Discusión de resultados	72
	CAPÍTULO VI	75
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
6.1	Conclusiones	75
6.2	Recomendaciones	76
	REFERENCIAS	77
	ANEXOS	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Ubicación del distrito de Hualmay</i> .....	8
Figura 2 <i>Condiciones de calidad del agua potable microbiológicos y otros organismos</i> ..	17
Figura 3 <i>Condiciones de calidad del agua potable organoléptica, inorgánicos y orgánicos</i> .....	17
Figura 4 <i>Parámetros de control obligatorio en el agua potable</i> .....	18
Figura 5 <i>Representación del pre experimental</i> .....	44
Figura 6 <i>Protocolo toma de muestra química de agua potable</i> .....	50
Figura 7 <i>Ubicación de puntos de monitoreo de agua potable en hogares del distrito de Hualmay</i> .....	53
Figura 8 <i>Distribución en los 20 hogares a) condición de la casa, b) Percepción de olor a cloro, c) Consumo de agua directamente del grifo, d) Calidad de agua potable percibida</i> ...	54
Figura 9 <i>Distribución del a) número de usuarios por hogar y b) Número de pisos, en los 20 hogares del distrito de Hualmay</i> .....	55
Figura 10 <i>Percepción sobre disponibilidad de agua potable en 20 hogares de Hualmay</i> .....	56
Figura 11 <i>Percepción sobre vulnerabilidad del depósito de agua potable en 20 hogares de Hualmay</i> .....	58
Figura 12 <i>Nivel de percepción sobre el almacenamiento de agua potable y sus dimensiones</i> ...	59
Figura 13 <i>Variaciones de pH, conductividad y STD en el agua potable de ingreso a los 20 hogares</i> .....	61
Figura 14 <i>Variaciones de cloruros, dureza total y cloro residual en el agua potable de ingreso a los 20 hogares</i> .....	62
Figura 15 <i>Representación de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra</i> .69	

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Técnicas de cloración</i> .....	22
Tabla 2 <i>Parámetros de monitoreo operacional al distribuirse agua potable</i> .....	26
Tabla 3 <i>¿Qué es el derecho al agua?</i> .....	33
Tabla 4 <i>Análisis de algunos parámetros de calidad del agua potable según la OMS</i> .....	34
Tabla 5 <i>LMP de cloro residual D.S. N° 031-2010-SA</i> .....	36
Tabla 6 <i>LMP de algunos parámetros de calidad organoléptica D.S. N° 031-2010-SA</i> .....	36
Tabla 7 <i>Operacionalización de variables</i> .....	41
Tabla 8 <i>Criterio de juicio de expertos del cuestionario</i> .....	46
Tabla 9 <i>Ficha técnica de la encuesta sobre almacenamiento de agua potable</i> .....	47
Tabla 10 <i>Percepción sobre disponibilidad de agua potable en 20 hogares de Hualmay</i> ...	56
Tabla 11 <i>Percepción sobre vulnerabilidad del depósito de agua potable en 20 hogares</i> ...	57
Tabla 12 <i>Nivel de percepción sobre el almacenamiento de agua potable en los 20 hogares</i> ....	59
Tabla 13 <i>Calidad organoléptica y de cloro residual del agua potable al ingreso a los 20 hogares.</i> ..	60
Tabla 14 <i>Variaciones en la calidad organoléptica y de cloro residual del agua potable de ingreso y consumo en los 20 hogares del distrito de Hualmay</i> .....	63
Tabla 15 <i>Resultados con el estadístico rangos con signo de Wilcoxon – hipótesis 1</i> .....	65
Tabla 16 <i>Prueba Chi cuadrado bondad de ajuste para niveles de almacenamiento de agua potable</i>	67
Tabla 17 <i>Resultados de la pruebas estadísticas para una muestra</i> .....	68
Tabla 18 <i>Resultados con el estadístico rangos con signo de Wilcoxon– hipótesis 2</i> .....	71
Tabla 19 <i>Resultados de la normalidad de los datos de diferencias (ingreso – consumo) de la calidad de agua potable en los hogares</i> .....	95
Tabla 20 <i>Resultados de la normalidad de los datos del ingreso de la calidad de agua potable a los hogares</i> .....	95

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	83
Anexo 2. Localización del distrito de Hualmay. ....	84
Anexo 3. Cuestionario sobre el almacenamiento de agua potable en los hogares. ....	85
Anexo 4. Validación de cuestionarios .....	87
Anexo 5. Valores de la prueba piloto de confiabilidad Alfa de Cronbach para el cuestionario almacenamiento de agua .....	90
Anexo 6. Equipo de análisis de agua.....	91
Anexo 7. Resultados de los análisis de laboratorio del agua potable .....	92
Anexo 8. Análisis de los resultados de normalidad de Shapiro–Wilk.....	95
Anexo 9. Vista de los hogares estudiados .....	96
Anexo 10. Análisis de cloro residual.....	98

## RESUMEN

**Objetivo:** Estudiar el efecto del almacenamiento de agua potable sobre su calidad organoléptica y química en hogares del Distrito de Hualmay en diciembre del 2021. **Métodos:** Estudio explicativo observacional, muestra no probabilística de 20 hogares, uso de un cuestionario para el nivel de almacenamiento de agua potable y equipos de análisis calibrados para medir pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, al ingreso y punto de consumo en el hogar, evaluándola con el D.S. N° 031-2010-SA. **Resultados:** Perciben el almacenamiento de agua potable como nivel regular 60 % y bueno 40 %. Ingreso y consumo promedio: pH 7,65 y 7,58, conductividad 1 412 y 1 406 uS/cm, STD 706 y 703 mg/L, cloruros 124,3 y 117,9 mg/L, dureza total 495 y 459 mg/L, cloro residual 0,64 y 0,46 mg/L. **Conclusiones:** El pH, conductividad, STD, cloruros, cloro residual cumplen con el LMP del D.S. al ingreso a los hogares, estando al límite la dureza total; no existiendo diferencias significativas entre el nivel regular y bueno percibido en su almacenamiento; esta afecta significativamente reduciendo el pH, cloruros, dureza total y cloro residual y no cambiando la conductividad y STD en los 20 hogares.

Palabras clave: Agua potable, almacenamiento, calidad, organoléptica, química.

## ABSTRACT

**Objective:** To study the effect of drinking water storage on its organoleptic and chemical quality in homes in the Hualmay District in December 2021. **Methods:** Observational explanatory study, non-probabilistic sample of 20 homes, use of a questionnaire for the level of storage of drinking water. drinking water and calibrated analysis equipment to measure pH, conductivity, STD, chlorides, total hardness and residual chlorine, at the entrance and point of consumption in the home, evaluating it with the D.S. No. 031-2010-SA. **Results:** They perceive the storage of drinking water as a regular level 60% and good 40%. Average intake and consumption: pH 7.65 and 7.58, conductivity 1,412 and 1,406 uS/cm, STD 706 and 703 mg/L, chlorides 124.3 and 117.9 mg/L, total hardness 495 and 459 mg /L, residual chlorine 0.64 and 0.46 mg/L. **Conclusions:** The pH, conductivity, STD, chlorides, residual chlorine comply with the LMP of the D.S. upon entering homes, the total hardness being at the limit; there being no significant differences between the regular and good level perceived in its storage; This significantly affects reducing the pH, chlorides, total hardness and residual chlorine and not changing the conductivity and STD in the 20 homes.

Keywords: Drinking water, storage, quality, organoleptic, chemical

## INTRODUCCIÓN

Se estudió el efecto que produce el almacenamiento de agua potable sobre su calidad organoléptica (pH, conductividad, Sólidos Totales Disueltos - STD, cloruros, dureza total) y química (cloro residual) en 20 hogares del distrito de Hualmay, diciembre del 2021.

Habiéndose en 2002 adoptado el derecho humano al agua (Naciones Unidas, 2014). Y que además, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) consideran que un agua segura y suficiente posibilita que se practique la higiene, como medida clave en la prevención de enfermedades.

Sobre los depósitos que se utilizan en los hogares como almacenamiento para agua potable, la OMS (2018) indica que son vulnerables y que pueden contaminarse. Asimismo, la Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (OPS, OMS, 2013a.), indican que las familias deben contar con depósitos suficientes para almacenarla, de un material que posean requisitos mínimos de calidad. Y sobre el cuidado de estos depósitos, la OPS y OMS (2013a), recomiendan que posean y se mantengan tapados, se ubiquen en lugares frescos y limpios, y que se laven frecuentemente con agua y cloro.

Sobre los consumidores, Torres-Silva, Tapia-Calvopiña, Goetschel-Gomez y Pazmiño-Salazar (2020) indican que son muy sensibles respecto al agua que beben, siendo una necesidad que los proveedores mantengan su calidad en los más altos niveles posibles.

Sobre el almacenamiento de agua potable, Enciso (2019) identificó las variaciones en el contenido de cloro libre residual en la distribución, debido a la temperatura, tiempo de retención, su ubicación en la red, y el consumo del agua de un sector; en las viviendas por su ubicación en la red de distribución, y en su interior por la radiación solar, temperatura ambiente y el tiempo de retención al almacenarse.



En ese sentido, considerando, los diferentes hábitos y conocimientos que poseen las familias sobre el cuidado del agua potable al interior de sus hogares, se estudia los efectos que producen su almacenamiento en los principales parámetros organolépticos y de cloro residual como valor referencial de la inocuidad del agua potable al consumirla en el hogar.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

De acuerdo a Chávez-Cadena et al. (2021), el consumo de agua como sustancia vital para la vida del ser humano, debe presentar una condición óptima en su ingesta que evite causar enfermedades y daños en el cuerpo, aunque en una gran parte de territorios se distribuye agua no potabilizada, debiéndose a la falta de inversiones de los gobiernos y la poca o nula cultura de pagos de los consumidores, por lo que es necesario abordar esta problemática a través de un enfoque social integral de escasez de calidad del agua desde una visión sostenible.

La OMS (2023), manifiesta que por encima de 2 000 millones de personas habitan en los países donde el agua es escasa, situación que puede agravarse por el cambio climático y el crecimiento poblacional, con contaminantes como las heces en las fuentes de agua, por lo que la contaminación microbiana representa el mayor riesgo de salubridad y que se transmitan enfermedades entre ellos: diarrea, disentería, fiebre tifoidea, cólera y poliomielitis, causando la muerte de 485 000 individuos anualmente por diarrea, a la vez los riesgos químicos para estos tipos de aguas se da por la presencia de arsénico, fluoruro o nitrato, y los nuevos contaminantes que son motivo de preocupación pública, como es el caso de los pesticidas, fármacos, microplásticos entre otros; también, las diferencias geográficas, económicas y socioculturales entre las zonas urbanas y rurales persisten, al

igual que en las ciudades, debido a que se expanden con asentamientos informales o con bajos ingresos, que acceden generalmente a fuentes de agua no mejoradas.

Ante la crisis sanitaria del coronavirus de 2019 (COVID-19), la OMS (2020) sobre el agua, el saneamiento, la higiene y sobre la gestión de sus desechos, recomienda entre otros la protección de la salud humana a través de una condición segura en el agua potable ante la ocurrencia de cualquier brote infeccioso, como lo fue el COVID-19.

Cruz y Centeno (2020), manifiestan que para la humanidad, el suministro de agua potable es de suma importancia, que ha posibilitado que se incremente la esperanza de vida y se controle un gran número de enfermedades hacia el hombre transmitidas por el agua; si bien su potabilización son conocidas desde mucho antes, en Costa Rica su gestión presentan diversas falencias, ocasionando una mayor presión respecto al uso del recurso y a las mayores exigencias en la prestación en el servicio de agua, con escasos estudios que consideren la opinión de la población usuaria como eje central.

Por otro lado, el hervir el agua antes de su consumo tras remover su turbidez, se considera una práctica adecuada con objeto de proteger la salud, cuando no se tenga la certeza de su calidad al abastecerse a las casas; si bien, la acción de hervir el agua es preventiva en aquellas comunidades con problemas de calidad, puede resultar incómoda a largo plazo para los consumidores (OMS, 2017, como se citó en Cruz y Centeno, 2020).

La OMS (2018) indica que el agua debe estar exenta de olor y sabor que pueden ser de desagrado para los consumidores, quienes la evalúan principalmente por sus sentidos, pudiendo verse afectados por los contenidos físicos, químicos y microbiológicos, evitando consumirlas si presentan sabores y olores no estéticos siendo esta inocua. El agua para el consumo humano deben ser inocuos y cumplir parámetros de calidad, con expectativas

sobre su sabor (Rahman, 2017, como se citó en Torres-Silva et al., 2020). Al detectarse en el agua un determinado olor o sabor anormal, se le asocia a que sea percibida como una baja calidad del agua (Sancho, 2002, como se citó en Torres-Silva et al., 2020).

Faviel et al. (2019), en un estudio en comunidades rurales de México, de acuerdo como perciben sus consumidores, condiciona el uso que se les da al agua, siendo de importancia la percepción de los usuarios como un elemento a considerar en la planeación de las autoridades a cargo de la gestión del agua. Los estudios de percepción en los usuarios posibilita interpretar lo que se percibe del ambiente y sus efectos que se presentan sobre ellos (Arias, 2006, como se citó en Faviel et al., 2019).

Si bien, es necesario mantener como mínimo 0,3 mg/L de cloro para asegurar la desinfección al distribuirse el agua potable, un exceso podría ocasionar corrosión de tuberías a base de cobre en los domicilios, por lo que los modelos de decaimiento de cloro posibilitan la dosificación óptima del desinfectante, prediciendo sus concentraciones al distribuirse en las redes (García, 2019).

En el Perú, también se tiene la necesidad de mejorar su calidad, de acuerdo al Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 al año 2030 sobre agua limpia y saneamiento, donde el agua debe estar exenta de impurezas y de acceso a todos, con la finalidad de garantizar su disponibilidad, una gestión sostenible y saneamiento para todos, teniendo la ODS 6 como metas: 1) Accesibilidad universal y equitativo a un precio asequible, 2) Accesibilidad adecuada y equitativa en saneamiento e higiene, 3) Mejora de su calidad, 4) Incremento considerable del uso eficiente del agua, 5) Implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos, 6) Protección y restablecimiento de ecosistemas, 7) Ampliación de la cooperación internacional, y 8) Apoyar y fortalecer la participación en su gestión y el saneamiento (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018a).

La EPS Aguas Lima Norte S.A. entre sus responsabilidades, es el responsable de brindar el servicio de agua potable, en el ámbito de su jurisdicción, brindando su servicios territoriales en la provincia de Huaura que comprende localidades de Huacho (Distritos de Huacho, Hualmay y Huaura), Localidades de Sayán y Localidad de Vegueta (Aguas Lima Norte, 2019).

Los hogares en el distrito de Hualmay, en su gran mayoría cuentan con conexión domiciliaria de agua potable, la consumen sin ningún tipo de tratamiento adicional, corriendo el riesgo de contaminarse en el almacenamiento y por una manipulación inapropiada, conllevando a incrementar los riesgos hacia la salud de los usuarios, que tienen la confianza en que el agua que consumen se encuentran en óptimas condiciones de potabilización y que pueden ser afectados involuntariamente por un inadecuado almacenamiento y manipulación dentro de sus hogares.

Las causas que originan que decaiga la calidad del agua que se almacena en los hogares son muy variadas, debiéndose principalmente por la frecuencia con la que se suministra, la capacidad del depósito utilizado para almacenarla, el material de construcción del depósito, tapado del depósito, material particulado del ambiente, ingresos de rayos del sol y la frecuencia de limpieza de los depósitos. Estos originan problemas de calidad al interior de los hogares del distrito de Hualmay, entre ellas la calidad de los parámetros organolépticos y químicos del agua potable al manipularse y almacenarse en el interior de los hogares de manera obligatoria, debido a su escasez en el distrito, ya que el suministro de este líquido indispensable está en el mejor de los casos entre tres a cuatro horas al día, y que en el interior de los hogares se dan varios tipos y condiciones de almacenamiento del agua potable antes de su uso y consumo final.

Los efectos que pueden traer las desviaciones en su calidad en los hogares de consumo en el distrito de Hualmay son amplios, que van desde infecciones gastrointestinales, riesgo de contraer enfermedades pandémicas, entre otros; siendo evidente las desviaciones en la calidad de agua potable y que es necesario controlar o mantener a niveles aceptables para un uso adecuado sin perjuicio de los consumidores finales.

En base a estas afirmaciones y teniendo en cuenta que este recurso es consumido todos los días y por toda la familia en forma directa e indirecta, permite considerar su efecto importante en la salud, ante la problemática de las desviaciones en su calidad, el presente trabajo de investigación pretende conocer cómo se está controlando la calidad del agua potable al interior de los hogares del distrito de Hualmay, evaluando previamente los parámetros considerados respecto al Límite Máximo Permisible (LMP) del D.S. N° 031-2010-SA., determinado el efecto del almacenamiento del agua potable sobre su calidad organoléptica y química en hogares del referido distrito.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿En qué medida el almacenamiento de agua potable afecta su calidad organoléptica y química en hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿En qué condiciones se almacena el agua potable en los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021?
- ¿Cómo se encuentran los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, respecto al LMP de calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021?

- ¿Cómo se comportan los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, por el almacenamiento del agua potable en los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Estudiar el efecto del almacenamiento de agua potable sobre su calidad organoléptica y química en hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Conocer las condiciones con que se almacena el agua potable en los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.
- Evaluar los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, respecto al LMP de calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.
- Analizar los cambios en los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, por el almacenamiento del agua potable en los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

### **1.4 Justificación de la investigación**

#### **Importancia**

Para la OMS (2023), las consecuencias del cambio climático, son muy variadas, a tal punto que vienen evolucionando las fuentes de agua, trayendo consigo variaciones de su calidad, por lo que se requiere mejorar las gestiones del agua para garantizar su calidad al abastecerse, con la prevención se reduce el riesgo de la salud de una población, si se

encuentran gestionados adecuadamente en el servicio de agua y saneamiento, situación que se agudiza en zonas donde el agua no es muy accesible, a tal punto de considerarla como no una prioridad el lavado de manos, provocando la proliferación de enfermedades. Por ello, con el estudio se analizaron como almacenaban su agua potable un grupo de hogares del distrito de Hualmay, y a la vez se estudió la influencia de esta en la calidad de algunos parámetros de interés, para detectar deficiencias al almacenarse agua potable en los hogares.

### **Pertinencia**

También, de acuerdo a lo señalado por la OMS (2023), el estudio está alineado al ODS 3: Salud y bienestar y la ODS 6: Agua limpia y saneamiento. A la vez, de acuerdo a la meta 6.1 de los ODS, sobre la exigencia del agua potable en accesibilidad universal y equitativa, salubre y asequible. A su vez, Cruz y Centeno (2020) indican que los ODS declaran la importancia de su acceso como un derecho humano.

### **Impacto**

El hecho de determinar la calidad del agua potable que viene consumiendo y utilizando los usuarios del distrito de Hualmay, hace evidente que el presente estudio enriquecerá las bases teóricas para futuros trabajos de investigación relacionados al cuidado del agua potable en el distrito; y a la vez, permitirá ser utilizado como antecedentes para otras investigaciones relacionadas a lo que se ha reportado.

## **1.5 Delimitación del estudio**

### **Delimitación espacial**

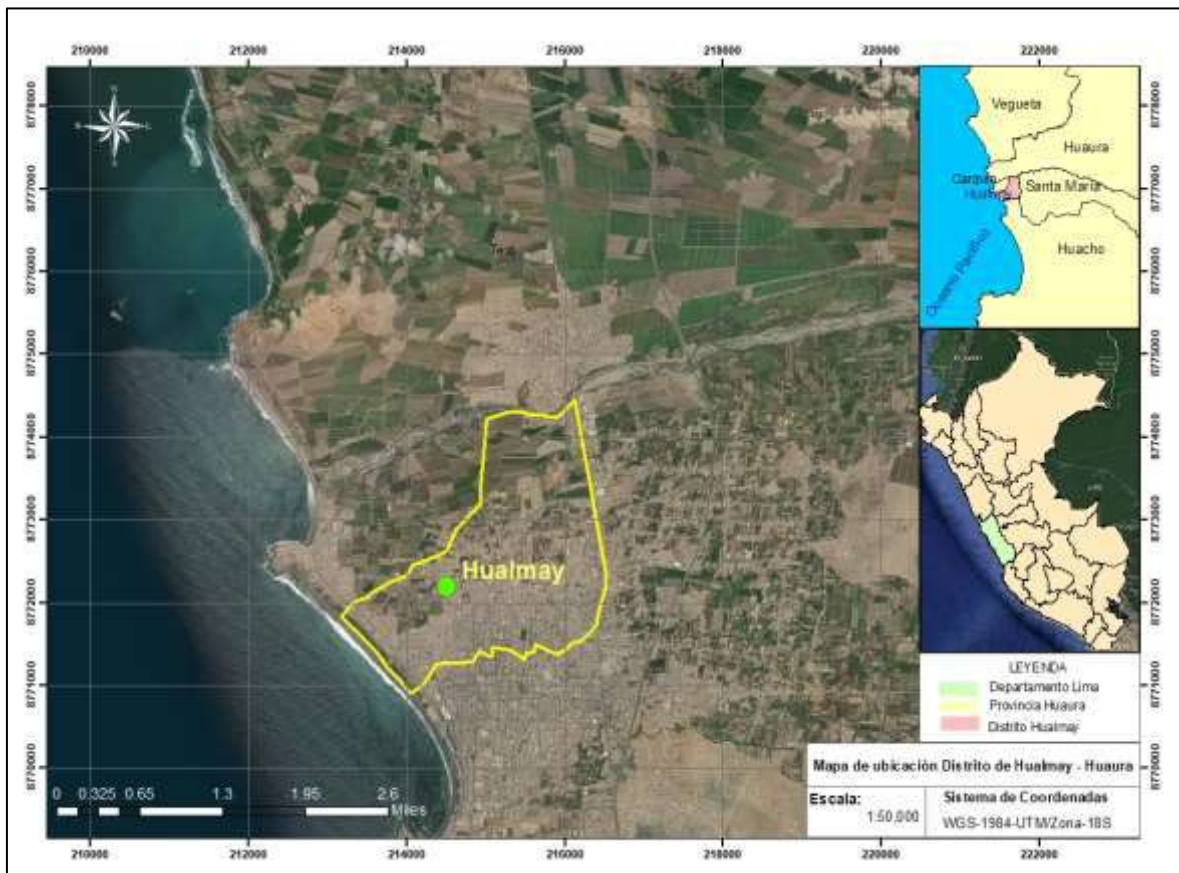
Realizado en el ámbito geográfico señalado en la Figura 1.



Extensión que presenta como ubicación política: Distrito de Hualmay, provincia de Huaura, departamento de Lima, perteneciente a la Región de Lima Provincias.

**Figura 1**

*Ubicación del distrito de Hualmay.*



Nota. Adaptado de GEO GPS PERÚ (2023) y Ministerio del Ambiente (MINAM, 2023).

### **Delimitación temporal**

- Diciembre del 2021.

### **Delimitación teórica**

Se enmarca dentro de:

- Calidad de agua potable en hogares: limitándose a realizar el estudio de algunos parámetros de calidad organoléptica (pH, conductividad, STD, cloruros y dureza total) y química (cloro residual).
- Condiciones en las que se almacena el agua potable en hogares.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1 Investigaciones internacionales**

Chávez-Cadena et al. (2021), en su investigación analizaron la calidad del agua del río Chambo, el cual se encuentra próxima a la ciudad de Riobamba en Ecuador, recolectando muestras directamente del río y de las cisternas que son abastecidas de ahí. Entre varios análisis, reporta para el río: aspecto turbio, olor aceptable, cloro residual no, salinidad 5 100 mg/L, conductividad 11 345  $\mu$ S/cm, pH 7,9, turbidez 1,89 UNT, cloruro 3 368 mg/L, sulfato 391,00 mg/L, dureza total 389 mg/L, minerales disueltos 6 345 mg/L. Para el caso de las cisternas: aspecto aceptable, olor aceptable, cloro residual si, salinidad 4 800 mg/L, conductividad 9 358  $\mu$ S/cm, pH 6,5, turbidez 1,69 UNT, cloruro 3 245 mg/L, sulfato 589 mg/L, dureza total 321 mg/L, minerales disueltos 5 987 mg/L. Concluyeron que los análisis físico y químicos están en orden en comparación a sus estándares; aunque, respecto a la calidad del agua en las cisternas consideran necesario elevar su control antes de ser consumida.

Cuenca et al. (2021) realizaron un análisis de percepción y opinión sobre el agua potable de los usuarios en la ciudad de El Coca, Ecuador; evaluando su acceso, calidad, frecuencia de servicio y satisfacción. Respecto a la apreciación de los usuarios sobre las propiedades físicas que presenta el agua a la llegada de sus hogares, en: residuos arenosos y sedimentos (siempre 2,9 %, casi siempre 7,6 %, alguna veces 23,8 %, casi nunca 25,3 %,

nunca 37,3 % y lo ignora 2,9 %), sabor (siempre 1,6 %, casi siempre 4,4 %, alguna veces 20,9 %, casi nunca 25,3 %, nunca 38,9 % y lo ignora 8,9 %), olor (siempre 1,6 %, casi siempre 2,9 %, alguna veces 14,9 %, casi nunca 26,9 %, nunca 47,8 % y lo ignora 6,0 %) y color (siempre 4,4 %, casi siempre 13,3 %, alguna veces 31,3 %, casi nunca 23,8 %, nunca 20,9 % y lo ignora 6,0 %). Sobre la continuidad del servicio: muy de acuerdo 19,3 %, de acuerdo 47,8 %, ni de acuerdo y ni en desacuerdo 22,5 %, en desacuerdo 7,6 % y muy en desacuerdo 2,9 %. Referente a la calidad del servicio: muy de acuerdo 12,0 %, de acuerdo 37,3 %, ni de acuerdo y ni en desacuerdo 37,3 %, en desacuerdo 10,4 % y muy en desacuerdo 2,9 %. En lo que respecta a la calificación de la empresa prestadora del servicio: excelente 2,9 %, bueno 53,8 %, regular 37,3 %, malo 4,4 % y pésimo 1,6 %. Encontraron que los usuarios lo califican como aceptable la calidad y servicio de agua potable, calificándola de regular a bueno, contando con un servicio continuo, con propiedades físicas regularmente valoradas como idóneas, excepto en situaciones de percepción de baja calidad por problemas por contaminación petrolera y aguas residuales.

Cruz y Centeno (2020), en su estudio evaluaron la percepción sobre el servicio público de agua potable de la población de cuatro cantones, provincia de Cartago, Costa Rica; ubicando geográficamente a la población y el tipo de prestatario que da el servicio, con objeto de evidenciar semejanzas y diferencias entre ellas, midiendo la percepción a través de encuestas a 2 194 personas usuarias del servicio. Entre sus resultados, sobre la satisfacción del servicio, prima el nivel bueno seguido de muy bueno en todos los cantones, respecto al nivel de continuidad en su gran mayoría es las 24 horas, seguida de entre 12 y 8 horas, entre 23 y 12 horas, por ultimo menos de 8 horas; en lo que respecta sobre las propiedades organolépticas, en todos los cantones prima la frecuencia de percepción en sabor a cloro, seguido en algunos cantones por el olor a cloro, presión insuficiente y elevada turbidez, en todos los cantones está en ultima frecuencia la problemática de presencia de

larvas. Entre sus conclusiones, manifiestan que lograron identificar importantes diferencias de satisfacción entre cantones y entre los proveedores del servicio, reconociendo que el grado de satisfacción presenta una relación cercana con su servicio, los problemas encontrados y las acciones preventivas puestas en marcha para su solución; encontrando dos problemas de percepción recurrentes entre los cantones en el sabor y olor a cloro, recomendando periódicamente repetir la investigación para su seguimiento, sugiriendo que puede replicarse en otras partes de Costa Rica y en Latinoamérica.

Torres-Silva et al. (2020), realizaron los análisis físicos y químicos del agua potable y analizaron el efecto de los minerales presentes en su sabor; estudio realizado en una empresa de agua potable y saneamiento que distribuye agua potable a la ciudad de Quito, tomando muestras de seis plantas de tratamiento por cinco semanas, determinando los parámetros fisicoquímicos, minerales y una evaluación sensorial por jueces entrenados. Entre sus resultados reporta fluctuaciones en las seis plantas de tratamiento para cloro libre residual de  $1,09 \pm 0,16$  mg/L a  $1,25 \pm 0,16$  mg/L; pH de  $7,08 \pm 0,15$  a  $73,4 \pm 0,21$ ; conductividad de  $99,8 \pm 21,1$   $\mu$ S/cm a  $726,4 \pm 3,1$   $\mu$ S/cm; STD de  $50 \pm 11$  mg/L a  $363 \pm 2$  mg/L; turbiedad de  $0,500 \pm 0,161$  UNT a  $0,693 \pm 0,201$  UNT; cloruro de  $7,77 \pm 3,46$  mg/L a  $36,17 \pm 14,08$  mg/L; sulfato de  $13,42 \pm 2,79$  mg/L a  $39,12 \pm 1,46$  mg/L, CaCO<sub>3</sub> de  $25,59 \pm 7,90$  mg/L a  $270,19 \pm 70,33$  mg/L, Mg de  $3,72 \pm 1,19$  mg/L a  $41,63 \pm 12,85$  mg/L. Entre sus conclusiones, de las plantas evaluadas, manifiestan que el contenido de minerales afecta el sabor que presenta el agua potable, siendo los minerales más influyentes Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CaCO<sub>3</sub> y Cl<sup>-</sup>; indicando asimismo que todas las muestras cumplían con los parámetros indicadores de calidad de su norma para turbiedad, color, sabor, cloro libre residual, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y Cu<sup>2+</sup>.

Faviel et al. (2019), estudiaron la percepción y análisis de la calidad del agua en ocho comunidades de una reserva de la biósfera La Encrucijada al sur de México, analizando la calidad del agua desde pozos, embotellada de garrafón y entubada. Muestreando en total 29 pozos, nueve marcas de agua en garrafones y dos muestras de agua entubada. Percepción de calidad de agua realizado a 105 entrevistados, reportando la percepción en calidad de agua para isla barrera (pozo artesanal 75 % buena, 23 % regular y 2 % mala; garrafón 89 % buena, 0 % regular, 2 % mala y 9 % no sabe) y orilla del estero (pozo artesanal 37 % buena, 14 % regular, 5 % mala y 44 % no sabe; garrafón 56 % buena, 9 % regular, 0 % mala y 35 % no sabe y entubada 88 % buena, 8 % regular, 0 % mala y 4 % no sabe). Concluyeron que según la percepción de los entrevistados, que el uso del agua que le dan está condicionado por la calidad de la fuente, y que bacteriológicamente el agua de pozo, embotellada y entubada no eran aptos para consumo humano según su normativa; en lo que respecta a los parámetros fisicoquímicos el agua de pozo y entubada la incumplen, encontrando al agua embotellada dentro de los rangos permitidos. Manifiestan, que lo encontrado debería considerarse en la planeación y manejo del área protegida por las autoridades encargadas.

Enciso (2019), Universidad De La Salle, Colombia, realizó el seguimiento de los cambios de concentración en el cloro residual, desde el tanque de almacenamiento, la red de distribución y los tanques elevados del Municipio de Fortul en Colombia. Entre sus conclusiones, logro identificar las variaciones en el contenido de cloro libre residual, señalando que la disminución de cloro libre se debe a la temperatura, el tiempo de retención, su ubicación en la red, y el consumo del agua de un sector, que de ser baja aumenta la retención en las tuberías; también, en las viviendas el cloro residual se ve afectada por la ubicación en la red de distribución, y al interior por la radiación solar, temperatura ambiente y el tiempo de retención al almacenarse.

### 2.1.2 Investigaciones nacionales

Sánchez et al. (2021), evaluaron la concentración de compuestos clorados en el agua potable respecto al D.S. N° 031-2010-SA en la red de distribución de la ciudad de Acobamba en Huancavelica. Tomando 15 muestras de cuatro sectores de la ciudad. Dentro de los 15 análisis, reporta fluctuaciones en los cuatro sectores evaluados de la ciudad, para cloro total (Sector 1: variaciones de 0,03 a 1,21 mg/L, Sector 2: variaciones de 0,24 a 1,17 mg/L, Sector 3: variaciones de 0,15 a 1,06 mg/L y Sector 4: variaciones de 0,00 a 1,31 mg/L) y cloro residual (Sector 1: variaciones de 0,01 a 0,92 mg/L, Sector 2: variaciones de 0,03 a 0,86 mg/L, Sector 3: variaciones de 0,00 a 0,36 mg/L y Sector 4: variaciones de 0,00 a 0,37 mg/L). Encontrando concentraciones menores a 5 mg/L para cloro total, y superiores a 0,5 mg/L para cloro residual libre. Concluyendo para la red de distribución, los contenidos para cloro total se encontraban dentro de los límites que establece la norma, indicando que es apto para consumo humano; por el contrario, el cloro residual libre incumplía la norma del LMP con solo dos de 15 mediciones cumpliéndola, indicando que no es apta para su consumo.

Garcia (2019), Universidad Agraria La Molina, evaluó el modelo de decaimiento de cloro en el agua potable que son usadas a nivel domiciliario en la ciudad de Azogues de Ecuador, lo que posibilita predecir las concentraciones de desinfectante y con ello la optimización en la dosificación del desinfectante en las redes al distribuirse el agua potable. Reportando promedios de análisis de 180 muestras recolectadas de 30 puntos de monitoreo, entre ellos el pH que fluctúa entre  $7,11 \pm 0,08$  a  $7,42 \pm 0,07$ , STD de  $58,17 \pm 2,33$  mg/L a  $82,17 \pm 5,33$  mg/L, sulfato de  $12,50 \pm 2,79$  mg/L a  $23,00 \pm 2,27$  mg/L, cloruros de  $4,57 \pm 1,05$  mg/L a  $11,58$  mg/L +  $0,63$  mg/L y cloro libre de  $0,47 \pm 0,06$  mg/L a  $0,84 \pm 0,07$  mg/L. Con la simulación, determinó la concentración de cloro a contener en el tanque de distribución, con objeto de lograr una concentración mínima en la red de distribución en la

ciudad, indicando que estos modelos pueden usarse para la optimización del servicio que brindan las empresas de suministro de agua potable.

Bendezu-Quispe et al. (2018), se plantearon como objetivo comprobar el contenido de cloro residual presentes en el agua de hogares de Lima Metropolitana, para ello estudió un total de 3 345 hogares, con objeto de encontrar los hogares con niveles menores de 0,5 mg/L de cloro residual, encontrando que la tercera parte de los hogares de Lima Metropolitana eran abastecidas con contenidos menores de cloro residual a lo señalado en la norma. Concluyeron de la necesidad de controlar estrictamente la calidad del agua potable, como el cloro residual a todo lo largo de las redes de distribución y en los hogares, con objeto de mejorar los indicadores de salud del país.

Castillo (2018), Universidad Nacional San Agustín De Arequipa, entre sus objetivos planteados en su investigación, se propuso evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua potable en Ilave, Puno, analizando tres puntos de monitoreo (PM1: captación del río Ilave, PM2: depósito de bombas y PM3: reservorio) por tres meses y evaluándolo en base al D.S. 004-2017-MINAM (pH 6,50 a 8,50; dureza < 500 mg/L; STD < 1 000 mg/L; turbidez <5 UNT). De entre las variaciones que reporta de tres mediciones, para el PM1 (pH 7,40 a 8,43; dureza 165,31 mg/L a 181,43 mg/L; STD 362,60 mg/L a 515,98 mg/L; turbidez 4,70 UNT a 5,50 UNT), para PM2 (pH 7,30 a 8,31; dureza 156,42 mg/L a 173,41 mg/L; STD 331,80 mg/L a 426,90 mg/L; turbidez 4,10 UNT a 5,10 UNT) y para PM3 (pH 7,60 a 8,14; dureza 151,68 mg/L a 168,19 mg/L; STD 301,40 mg/L a 410,30 mg/L; turbidez 3,40 UNT a 4,20 UNT). Concluye entre varios parámetros, que el pH, dureza y STD cumplen con lo que dispone en el D.S. 004-2017-MINAM, más en algunos casos la turbidez supera el límite indicado por la norma.

Flores-Calla et al. (2015), en su artículo de investigación, consideraban como una seria amenaza lo que representa el uso de cloro como agente oxidante de desinfección al



potabilizar el agua, al originar subproductos como las cloraminas de peligro para la salud. Por lo que en su estudio evaluaron y monitorearon el cloro libre y las cloraminas en el agua potable abastecida a la ciudad de Arequipa, realizando para ello tres monitoreos en las redes de distribución de las tres plantas de tratamiento de la ciudad. Reporta sobre el cloro residual en la Planta 1: 183 análisis con media 0,8929 mg/L con variaciones de 0,2543 mg/L a 1,6759 mg/L, Planta 2: 36 análisis con media 0,4889 mg/L con variaciones de 0,0010 mg/L a 0,966 mg/L y Planta 3: 36 análisis con media 1,1917 mg/L con variaciones de 0,8233 mg/L a 1,5032 mg/L. Concluyeron que el cloro libre en promedio se encuentra dentro de los parámetros que establece el DIGESA y la OMS.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Agua potable para consumo humano**

#### **2.2.1.1 Calidad del agua potable**

##### **a) Parámetros microbiológicos y otros organismos**

La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2011) en el Art. 59, establece que un agua es apta para el consumo humano, si es inocua y cumple con los requisitos del “Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano” del D.S. N° 031-2010-SA, donde además establece en el Art. 60 los parámetros de calidad microbiológicos y otros organismos, como indica la Figura 2.

**Figura 2**

*Condiciones de calidad del agua potable microbiológicas y otros organismos*

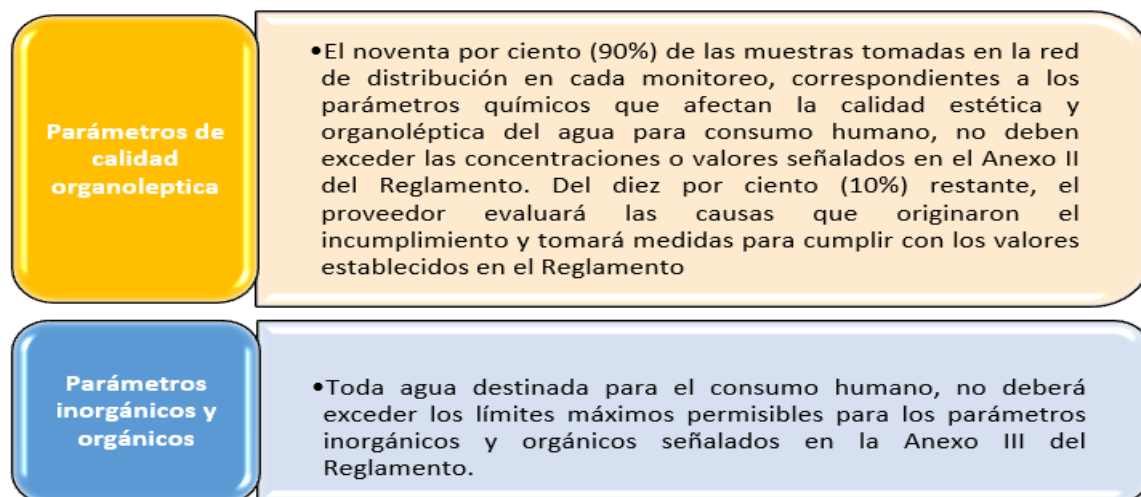


Nota. Adaptado de DIGESA (2011, p. 28).

**b) Parámetros de calidad organoléptica, inorgánicos y orgánicos**

**Figura 3**

*Condiciones de calidad del agua potable organoléptica, inorgánicos y orgánicos*



Nota. Adaptado de DIGESA (2011, p. 28).

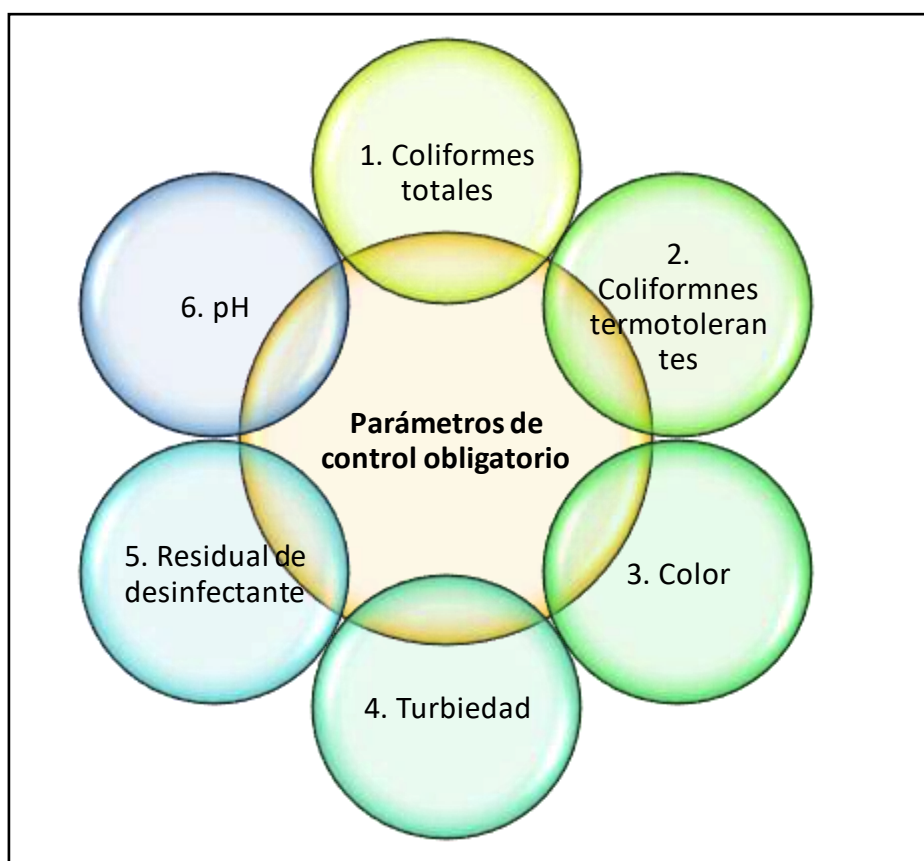
Asimismo, DIGESA (2011) en el Art. 61, sobre los parámetros de calidad organoléptica, parámetros inorgánicos y orgánicos, según lo indicado en la Figura 3.

### c) **Parámetros de control obligatorio**

Por otro lado, DIGESA (2011) en su Art. 63 indica los parámetros que son de control obligatorio de todos los proveedores del servicio, indicados en la Figura 4, que en caso de que la prueba de coliformes termotolerantes sea positiva, deberá realizarse como prueba confirmativa el de bacterias *Escherichia coli*.

**Figura 4**

*Parámetros de control obligatorio en el agua potable*



Nota. Adaptado de DIGESA (2011, p. 28).

#### **d) Control de desinfectante**

De acuerdo a DIGESA (2011), en su Art 66, indica que el proveedor previa a la distribución del agua potable, lo desinfectará, dejando un residual con el propósito de protegerla ante una posible contaminación microbiológica del agua en su distribución, de usarse como desinfectante cloro o una solución clorada, el contenido de cloro residual en cualquier parte de la red de distribución, no deberá ser menor a 0,5 mg/L en el 90% de entre todas las muestras tomadas durante un mes, donde el 10% restante ninguna debe ser inferior a 0,3 mg/L de cloro residual y con turbiedad inferior de 5 UNT.

#### **e) Aceptabilidad del agua potable: sabor, olor y apariencia**

La OMS (2018) indica que si bien la gran mayoría de consumidores por sí mismos no cuentan con los medios para juzgar si un agua es segura, por la que juzgan la calidad con la que se les abastece de acuerdo a sus propios sentidos, siendo natural que vean con recelo si el agua presenta un aspecto sucio o con presencia de partículas, sabor u olor desagradables, aunque estas no tengan una consecuencia directa hacia la salud, por lo que el agua potable aparte de no causar daño, debe tener una apariencia, olor y sabor aceptables, alteraciones que pueden afectar la confianza de los consumidores, con la generación de quejas y consumo de aguas menos seguras.

#### **2.2.1.2 Desinfección del agua**

De acuerdo a la OMS (2018), tras protegerse las fuentes de agua, se prosigue con tratarlo adecuadamente, eliminando los contaminantes que pudieran contener y su posterior desinfección, el cual es de importancia incuestionable para garantizar la seguridad en el abastecimiento del agua potable, aunque para la desinfección se tienen varias opciones como la cloración, la ozonización, aplicación de la radiación UV, la cloraminación y el

dióxido de cloro; es muy frecuente la utilización de productos de cloro en la eliminación de microorganismos patógenos, por lo que la desinfección de aguas con riesgo de contaminación fecal manteniéndolo con un desinfectante residual, garantiza la protección del agua ante futuras contaminaciones y evitar que se incrementen en su distribución.

#### **a) Tratamiento por cloración**

El cloro utilizado como desinfectante en el proceso de potabilización, está desempeñando una función trascendental de protección contra las enfermedades infecciosas que pueden transmitirse a través de esta (García, 2019).

#### **Características del cloro usado como desinfectante**

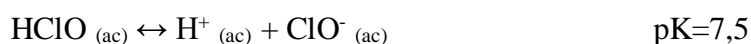
Presenta ventajas respecto a otros desinfectantes:

- Elimina organismos patógenos del agua a condiciones ambientales y en un tiempo corto.
- Se le aplica y maneja fácilmente, y representa un bajo costo en el tratamiento.
- El análisis para determinar su contenido en el agua es sencillo y de un costo bajo.
- No representa riesgo alguno para el ser humano en las dosis utilizadas como desinfectante.
- Protege de la contaminación en la red al distribuirse el agua potable, gracias al cloro residual presente (Legay et al., 2010; Schijven et al, 2016, como se citó en García, 2019).

#### **Reacciones de cloro en el agua**

Según la OMS (2018) el cloro reacciona formando ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ) e ion hipoclorito ( $\text{ClO}^-$ ). Asimismo, Safe Drinking Water Committee (1982, como se citó en

Garcia, 2019), indican que las reacciones dependen del pH, el cloro al reaccionar con el agua forma ácido hipocloroso (HClO), y esta al disociarse lo hace en iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) y de hipoclorito ClO<sup>-</sup>), según las dos reacciones siguientes (prevalece la primera reacción a bajo pH y la segunda a altos valores), donde el cloro activo libre está constituido por HClO y el ClO<sup>-</sup>, siendo el HClO el desinfectante por excelencia y su poder es mucho mayor que el ClO<sup>-</sup>, por lo que en la práctica al ClO<sup>-</sup> no se le considera como desinfectante, por lo que el HClO y el ClO<sup>-</sup> equivalen, en capacidad oxidante, al contenido de cloro original.



Asimismo, Safe Drinking Water Committee (1982, como se citó en Garcia, 2019), indican que a pH menor a 4 el cloro se encuentra como cloro molecular, pH entre 5,0 a 6,0 como HClO, pH superiores a 6,0 como ClO<sup>-</sup>, el cual predomina a valores de pH superiores a 7,5, por lo que la desinfección se optimiza a valores bajos de pH. También, Randtke (2010, como se citó en Garcia, 2019), señala como "cloro libre" al HClO y el ClO<sup>-</sup> el cual está disponible en la solución para reaccionar, siendo el "cloro combinado" a todas las formas químicas del cloro con el nitrógeno, y el "cloro total" a la suma de todos los compuestos de cloro en el agua (cloro libre y cloro combinado), y después de la desinfección se tiene al "cloro libre residual" suma de especies libres de cloro (HClO y ClO<sup>-</sup>).

### **Técnicas de cloración**

Según la OMS (2018) aparte de considerarlo como un compuesto oxidante muy utilizado para tratar las aguas de consumo humano, también es utilizado para la desinfección de piscinas, comercializándose comúnmente como legía, pudiéndose utilizar variadas técnicas de cloración dependiendo de las condiciones del tratamiento, mostrados en la Tabla 1.

**Tabla 1***Técnicas de cloración*

Técnica	Condiciones
Cloración a punto de quiebre	Se añade la dosis de cloro necesaria al para producir la oxidación completa del nitrógeno a amonio, dejando suficiente residual para evitar su recontaminación hasta que sea consumida.
Supercloración / decloración	Utilizada al tener una carga bacteriana variada o cuando el tiempo de retención de los depósitos de cloración es baja. Para ello, se agrega inicialmente grandes dosis de cloro residual, para desinfectar rápidamente, reduciendo posteriormente su exceso, teniendo en cuenta prevenir el inconveniente en el sabor que puede causar su exceso.
Cloración marginal	Utilizada cuando la calidad de agua es alta, equivalente a una baja demanda de cloro, no llegando a su punto de quiebre. Para ello, se añade la dosis requerida de cloro para producir un residual deseado.

Nota. Adaptado de OMS (2018).

**Subproductos de la cloración**

El cloro se le añade como desinfectante y oxidante al tratar el agua, a la vez es inestable en solución acuosa, sufriendo reacciones de oxidación con compuestos inorgánicos y orgánicos generando variados compuestos de reacción (García, 2019).

Además, de acuerdo a la OMS (2018) en su mayoría, las sustancias químicas presentes en el agua tienen la potencialidad de ser peligrosas, y que en muchos casos se originan tras el tratamiento al potabilizarlas, como es el caso del cloro al usarse como desinfectante, que genera subproductos, con mayor probabilidad los trihalometanos y ácidos haloacéticos, siendo la razón por la que son muy utilizados como indicadores para monitorear la mayoría de los subproductos que se generan tras la cloración.

Si bien, la acción principal del cloro es como desinfectante microbiano, actúa también como oxidante de sustancias químicas, en algunos plaguicidas como Aldicarb, oxidación del manganeso (II) e insolubilizándola para su eliminación por filtración, oxidación del arsenito a arseniato que presenta mayor facilidad para ser removida; aunque, a la vez genera desventajas tras la desinfección al reaccionar con compuestos orgánicos, al generar trihalometanos y subproductos halogenados, los cuales pueden ser controlados optimizando el tratamiento (OMS, 2018).

### **Peligros para el ser humano**

Según la OMS (2018), afirma que de acuerdo al Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC), el hipoclorito se le considera en el Grupo 3, de no clasificable a su carcinogenicidad para los seres humanos.

#### **2.2.1.3 Redes de distribución de agua potable**

Según DIGESA (2011), los tipos de suministro utilizados en un sistema de abastecimiento de agua potable, son las conexiones domiciliarias, piletas públicas, camiones cisterna y mixtos (combinación de anteriores). Se entenderá como recolección individual para el caso de abastecimiento directo por pozo, lluvia, río, manantial y otros.

##### **a) Calidad del agua en redes de agua potable**

Puede verse alterada en su distribución, desde que recorre desde la planta de tratamiento con destino a los domicilios, por lo que se requiere clorarlo para reducir al mínimo el riesgo de regeneración biológica, contenido de cloro que disminuye al reaccionar con el agua y paredes de tuberías utilizadas para distribuirla (Al-Jasser, 2007, como se citó en Garcia, 2019).



En ese sentido, para conocer las causas de la caída de la calidad del agua al abastecerse, se requiere conocer los parámetros intervinientes en el tratamiento y su distribución, atendiendo a la desinfección inicial y las variaciones de cloro residual a lo largo de las líneas de suministro, considerando también los tiempos de permanencia al distribuirse el agua (Garcia, 2019).

### **Deterioro de la calidad del agua al interior de las redes de distribución**

El agua al deteriorarse en las tuberías de distribución, origina en las paredes de una tubería problemas químicos, físicos y biológicos; dentro de los químicos más comunes la constituyen, la reducción del desinfectante residual y la generación de subproductos de desinfección, aunque también pueden desarrollarse olor y sabor, aumento de pH y la corrosión (Garcia, 2019). En lo que respecta a los problemas microbiológicos, se deben principalmente al ingreso de microorganismos por rotura y reparación de tuberías de distribución (Sadiq y Rodriguez, 2004, como se citó en Garcia, 2019). Por otro lado, los problemas físicos se le relaciona a la acumulación de sedimentos y entrada de contaminantes a la red, pudiendo estos problemas físicos generar otros químicos y microbiológicos (Comisión Nacional del Agua, 2007, como se citó en Garcia, 2019).

Constituye un desafío técnico, la detección y seguimiento de ocurrencias de contaminación, esencial para suministrar agua potable y para mantener segura la infraestructura utilizada para el agua. Existen metodologías para la detección y gestión de este tipo de incidentes, combinando la detección de contaminantes con los modelos de simulación (Powell et al., 2000; Donohue y Lipscomb, 2002; Warton et al., 2006, como se citó en Garcia, 2019).

## **b) Sistemas de distribución por tuberías**

Debe tratarse óptimamente el agua antes de distribuirse por tuberías que eviten la proliferación de microorganismos, su corrosión y la formación de depósitos, diseñando, operando, inspeccionando y la realización de mantenimientos que prevengan la contaminación en la distribución, manteniendo el agua en buenas condiciones de calidad, abarcando además varios aspectos del servicio como su continuidad, cantidad, accesibilidad y asequibilidad (OMS, 2018).

### **Identificación de los factores de peligro**

Al distribuirse el agua hacia los domicilios está propensa de contaminarse química y microbiológicamente, por lo que para garantizar su inocuidad en su consumo, es necesario proteger la tubería de distribución en todo el recorrido que realiza el agua hasta el punto de consumo, proteger los tanques utilizados para almacenarla, controlar las conexiones a usuarios industriales que pueden contaminarla, al manipularse en su distribución y el vandalismo que podrían presentarse (OMS, 2018).

Tras la contaminación por agentes patógenos en la distribución, se exponen a los consumidores, siendo inadecuados e ineficaces los desinfectantes residuales ante los varios tipos de agentes patógenos de presentarse; además, el desafío que representa un servicio intermitente, que hace que el agua contaminada pueda infiltrarse por presión negativa a través de las grietas de la tubería que se encuentran expuestas en el terreno, agudizándose si está húmeda por la presión diferencial originada del suelo hacia la tubería, recomendándose en sistemas intermitentes, desinfectantes en los depósitos de almacenamiento en los domicilios (OMS, 2018).

## Parámetros de monitoreo operacional

Se consideran parámetros y análisis de control operacional en los sistemas de distribución, que permita dar respuesta inmediata ante la detección de alguna desviación de su calidad (Tabla 2), donde se considera al cloro residual como un indicador de su calidad microbiológica (OMS, 2018).

**Tabla 2**

*Parámetros de monitoreo operacional al distribuirse agua potable*

N°	Parámetros
01	pH.
02	Turbidez.
03	Algas, toxinas y metabolitos de algas.
04	Desinfectante residual.
05	Subproductos de la desinfección.
06	Bacterias heterotróficas.
07	Presión hidráulica.

Nota. Recuperado de OMS (2018).

### c) Límites operativos y críticos

Se requiere que se establezcan límites operativos y críticos (mínimos, máximos o de rango) para los parámetros de la Tabla 2, que de excederse deberán aplicarse las medidas de corrección considerando un tiempo prudencial, garantizando que el sistema sea eficaz y a la vez el agua sea segura (OMS, 2018).

### 2.2.2 Sistema de almacenamiento de agua potable

El almacenamiento de agua tienen la función de suministrar a las redes de distribución, con una presión adecuada y en cantidades necesarias que compensen las

fluctuaciones de su demanda; a la vez, deberán poseer volúmenes adicionales para ser suministrado ante situaciones de emergencias como incendios, interrupción temporal del agua desde la fuente y/o paralizaciones que pueden presentarse en la planta de tratamiento (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

También, la OMS (2018), indica que en los hogares el agua está expuesta a contaminarse en los depósitos utilizados para su almacenamiento, siendo necesario la práctica de programas de vigilancia, como encuestas o estudios hacia la detección de las deficiencias existentes, evaluándose la aceptación de los consumidores, a efectos de que los responsables del servicio accionen mejoras en las deficiencias encontradas de gestión del agua.

### **2.2.2.1 Disponibilidad del agua potable**

#### **a) Recipientes y contenedores**

##### **Tipos de recipientes**

OPS y OMS (2013a), indican que en los hogares, los materiales de construcción de los recipientes y contenedores pueden ser de variados materiales, como plástico, metal y cerámica, siendo esencial que las familias en sus hogares, aparte de contar con recipientes en cantidades adecuadas, estas deben presentar requisitos mínimos de calidad en su almacenamiento y abastecimiento para el agua.

### **2.2.2.2 Vulnerabilidad o seguridad sanitaria del depósito**

#### **Características y recomendaciones básicas de los recipientes**

Asu vez, la OPS y OMS (2013a), provee de recomendaciones para el cuidado de los recipientes de agua dentro de los hogares:

- De preferencia los recipientes deben estar provistos de una tapa/boca ancha para que posibilite su acceso.
- Deben taparse siempre los depósitos y /o con grifo.
- En caso que los depósitos no cuenten con grifo, deben proveerse de cucharones o recipientes limpios para retirar el agua.
- Los depósitos deben estar ubicados en ambientes frescos, preferentemente sobre una base y distante de animales y basuras.
- Lavar frecuentemente con agua y cloro los depósitos utilizados para almacenar agua.

### **Aseguramiento de la calidad microbiológica en las viviendas**

El MINAM (2016) menciona que un agua no segura, contienen microbios, que pueden causar enfermedades graves e inclusive la muerte, siendo por ello una necesidad su desinfección y mantenerla segura, por lo que para contar con ello en las viviendas, se deben:

- Realizar la desinfección del agua con lejía a una dosis de 2 gotas por litro.
- Realizar el hervido del agua antes de ser ingerida.
- Almacenar el agua en depósitos limpios y correctamente tapados.
- Mejorar los hábitos de los consumidores en higiene dentro del hogar.

### **2.2.3 Calidad organoléptica y química del agua potable**

De acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA, clasifica en los anexo II y III los parámetros organolépticos y químicos, de los cuales se toman aquellos parámetros requeridos para la investigación.

### 2.2.3.1 Parámetros organolépticos

#### a) Olor

Según la OMS (2018), algunas sustancias que se consideran de peligro para la salud afectan el sabor, olor o aspecto del agua, rechazándola en muchos casos hasta en concentraciones muy inferiores a los que representan un problema para la salud, el desagrado que ocasionan estos componentes son muy variados en los consumidores, a causa de factores locales e individuales, tal es así que los olores o sabores pueden ser detectables en niveles más altos o más bajos por los consumidores, que depende de circunstancias individuales y locales.

#### b) Sabor

Torres-Silva et al. (2020), indica que los compuestos químicos que se encuentran en el agua potable, se ve afectada por la calidad de la fuente de agua (presencia de Fe, Cu, Zn, Al, Ca, Mg,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  y contaminantes como la geosmina), por el método de tratamiento (al usarse cloro, cloraminas u ozono) y por los materiales utilizados en los sistemas de distribución (ya sea de Fe, Cu, y polímeros como hidrocarburos); viéndose el sabor del agua potable influenciado por las sustancias químicas que se encuentran disueltas como:  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{CaCO}_3$ . Además del sabor, la aceptación del agua está afectado por la naturaleza y concentración de los minerales disueltos (Vingerhoeds, 2017; Wang, 2016, como se citó en Torres-Silva et al., 2020).

El sabor del agua, se ve afectada por la concentración de SDT, a menores de 600 mg/L se suele considerar aceptable, aunque a mayores de 1 000 mg/L aproximadamente, su aceptabilidad se reduce significativa y progresivamente (OMS, 2018).

Sobre el cloro en el agua, aproximadamente se detecta el sabor a cloro a 5,0 mg/L y se percibe su olor a 2,0 mg/L, aunque hay personas que perciben el sabor y el olor a cloro de hasta concentraciones de 0,3 mg/L (OMS, 2017, como se citó en Cruz y Centeno, 2020).

#### **c) Color**

Es ideal que no se presente color visible, pudiendo deberse a causa de la materia orgánica coloreada (ácidos húmicos y fúlvicos principalmente) asociada al humus presentes en el suelo, al contenido de hierro y otros metales, por la contaminación de fuentes de agua por efluentes industriales; de observarse un cambio sustancial debe investigarse su origen, en donde los consumidores suelen considerarlo aceptable a niveles de color que se hallan inferiores de las 15 unidades de color verdadero (UCV), no proponiéndose ningún Valor de Referencia (VR) para el color (OMS, 2018).

#### **d) Turbiedad**

La aceptabilidad del agua potable es reducida por la turbidez visible, aunque la mayoría de partículas no son de importancia para la salud, pudiendo tener contaminantes químicos y microbiológicos, comúnmente se asocia a la turbidez con la seguridad, considerándola no segura para beber, y más si recurrentemente se le ha suministrado agua filtrada de alta calidad, y que puede conllevar a que los consumidores pierdan la confianza, bebiendo menos o utilizando fuentes alternas con baja turbiedad sin ser seguras, debiéndose investigar las quejas para detectar las fallas al distribuirse (OMS, 2018).

#### **e) pH y corrosión**

Si bien, el pH no suele tener un efecto directo a los consumidores, se suele considerar entre los parámetros más importantes al tratar el agua, que garantice una clarificación y

desinfección satisfactorias, tal es así que para que se realice una desinfección con cloro eficaz, esta debe llevarse a pH inferiores a 8, variando el pH óptimo de acuerdo a la naturaleza del agua y los materiales del sistema de distribución, considerando que a pH aproximadamente de 7 a menos es probablemente corrosiva, en los sistemas de distribución suelen oscilar entre 5 a 8 de pH, no se ha propuesto ningún VR para el pH (OMS, 2018).

#### **f) Conductividad**

Según la OPS y OMS (2013b), la conductividad depende de la cantidad disuelta de materia sólida en el agua y que a través de ella se puede medir la habilidad que posee el agua para el transporte de la energía eléctrica.

#### **g) Sólidos disueltos totales**

Las altas concentraciones de SDT suelen ser considerados inaceptables para los consumidores, por el hecho que genera excesivas incrustaciones en las tuberías y otros equipos utilizados en los domicilios, no se propone ningún VR para para los SDT (OMS, 2018).

#### **h) Cloruro**

Le dan al agua un sabor salado, el anión cloruro tiene diferentes umbrales gustativos de acuerdo al catión que la acompaña, si esta como cloruro de sodio, potasio y calcio está dentro de 200 mg/L a 300 mg/L, siendo más probable que los consumidores detecten su sabor arriba de los 250 mg/L, a bajas concentraciones los consumidores pueden estar acostumbrados, no proponiéndose ningún VR para el cloruro (OMS, 2018).



### **i) Dureza total**

La dureza se deriva del contenido de calcio y magnesio, generalmente los consumidores lo detectan por los cambios de dureza del agua, al notar precipitación y mayor uso del jabón en sus limpiezas, pudiendo cambiar su aceptabilidad de una comunidad a otra, el ion calcio presenta un umbral gustativo mayor que el ion magnesio, oscilando entre 100 mg/L a 300 mg/L en función del anión acompañante, habiendo casos en donde los consumidores toleran durezas mayores a 500 mg/L, no se propone ningún VR para la dureza (OMS, 2018).

### **2.2.3.2 Parámetro químico**

#### **a) Cloro residual**

El cloro residual en contenidos inferiores a 5 mg/L suele ser detectado con el olfato o gusto por la mayoría de las personas, incluso algunos pudiendo detectarlo hasta concentraciones de 0,3 mg/L, su umbral gustativo para el cloro es inferior que su VR de 5 mg/L (OMS, 2018).

Además, la OPS y OMS (2013b), indica que el cloro residual normalmente varía entre las concentraciones de 0,2 y 0,5 ppm, siendo lo ideal 0,5 ppm posterior al tratamiento y no inferior a 0,2 ppm en lo más distante de la red de distribución, donde la cloración aparte de ser la más económica, garantiza que el agua en la red de tuberías y los depósitos se mantenga libre de gérmenes.

## 2.2.4 Legislación

### 2.2.4.1 Derecho humano al agua

Las Naciones Unidas (2014), señala que en 2002 se adoptó "El derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna", definiendo el derecho de disponer de agua en las condiciones que indica la Tabla 3.

**Tabla 3**

*¿Qué es el derecho al agua?*

Suficiente	Toda persona debe ser abastecida con agua en cantidad suficiente y continua para su uso personal y doméstico, como bebida, saneamiento personal, realizar la colada, para preparar alimentos, limpieza del hogar e higiene personal. Que, de acuerdo a la OMS se necesitan diariamente de 50 a 100 litros per cápita .
Saludable	Toda agua que necesita la persona debe ser saludable, tanto para uso personal y doméstico, exenta de microorganismos, químicos y peligros radiológicos que pueden amenazar la salud del hombre.
Aceptable	Toda agua debe ser aceptables en olor, color y sabor, tanto para el uso personal y doméstico, con todas las instalaciones y servicios culturalmente apropiadas y sensibles al género, ciclo de vida y privacidad.
Físicamente accesible	Todos tienen el derecho de acceder al servicio de agua y saneamiento físicamente dentro o ubicados próximamente a su hogar, en las instituciones académicas, de trabajo o atenciones de salud. Según la OMS, desde el hogar a la fuente de agua no debe hallarse a más de 1 000 metros, con un tiempo inferior a 30 minutos para recogerla.
Asequible	Todos deben poder conseguir el agua, con sus servicios e instalaciones. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) propone un costo para el agua no superior al 3 % de ingreso del hogar.

Nota. Adaptado de las Naciones Unidas (2014).

#### 2.2.4.2 Valor de referencia de la OMS

Según la OMS (2018), existen sustancias en la que no se ha establecido un VR. En la Tabla 4, se amplía y se le justifica.

**Tabla 4**

*Análisis de algunos parámetros de calidad del agua potable según la OMS*

Parámetro	Valor de Referencia
Olor	Agradable para el consumidor
Sabor	Agradable para el consumidor
Turbiedad	La turbidez y los solutos, al demandar cloro inhiben la cloración. Por lo que para una desinfección eficaz deben mantenerse por debajo de 1 UNT. De ser impráctico, debe mantenerse inferior a 5 UNT, debiéndose todavía aplicar la desinfección si no se consigue los 5 UNT. Aparte de la desinfección inicial, en los sistemas de distribución se debe tener en cuenta los beneficios de tener un residual del cloro libre superior a 0,2 mg/L.
Conductividad (25 °C)	Equivalente a la cantidad de STD.
pH*	Su concentración en el agua no ocasiona efectos que perjudican la salud del hombre, siendo un parámetro operacional de importancia para la calidad del agua.
STD*	
Cloruros*	Su concentración en el agua no originan efectos perjudiciales a la salud del hombre, aunque su contenido puede afectar su aceptabilidad en su consumo.
Dureza total*	
Cloro residual	Para una desinfección eficaz, la concentración de cloro residual libre debe mantenerse a $\geq 0,5$ mg/L, después del contacto de al menos 30 min a pH < a 8,0. Manteniéndose en toda la distribución a una concentración mínima de cloro residual en el punto de entrega de 0,2 mg/L.

Nota. \* Sin establecer un Valor de Referencia. UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad. Recopilado de OMS (2018, pp. 166, 210, 211, 222, 268).

### **2.2.4.3 Límite Máximo Permisible del D.S. N° 031-2010-SA**

Según DIGESA (2011), en el “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano”, con objeto de asegurar su inocuidad. Se detallan algunos artículos de interés:

- Art. 19, indica que el control de calidad que lo ejerce el proveedor que abastece de agua potable.
- Art. 20, señala que la supervisión de la calidad serán realizadas por la Autoridad de Salud, SUNASS, y Municipalidades, en función a sus competencias.
- Art. 21, señala las responsabilidades del proveedor del servicio de agua potable, como: 1) Identifica, elimina o controla los riesgos de la calidad de agua hasta la entrega al consumidor, 2) Verifica la eficiencia y calidad sanitaria del sistema de abastecimiento, 3) Sistematiza quejas y reclamos de consumidores, y 4) Aplica un plan de contingencia ante emergencia de calidad del agua potable.

#### **a) Cloro residual libre**

Asimismo, DIGESA (2011) define al Cloro residual libre como: “Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento” (p. 10).

DIGESA (2011), en el Artículo 66, señala que previa a la distribución del agua potable, el proveedor del servicio usará un desinfectante eficaz disponiendo una concentración residual para proteger cualquier contaminación microbiológica que pueda ocurrir en su distribución, para el caso de cloro su concentración debe ser mayor a 0,5 mg/L en el 90 % de las muestra analizadas en un mes, y con el 10 % restante superiores a 0,3 mg/L con una turbiedad que no superen los a 5 UNT. Se indica en la Tabla 5, el LMP para el cloro residual.

**Tabla 5***LMP de cloro residual D.S. N° 031-2010-SA*

Parámetro	LMP	Nota
Cloro (*)	5 mg/L	Para una eficaz desinfección debe mantenerse concentraciones mayores a 0,5 mg/L de cloro residual en las redes de distribución

Nota. Recopilado de DIGESA (2011, p. 40).

### b) Parámetros organolépticos

Según DIGESA (2011), los parámetros organolépticos “Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial” (p. 10). Se indica en la Tabla 6, los LMP de acuerdo a los objetivos que persigue la investigación.

**Tabla 6***LMP de algunos parámetros de calidad organoléptica D.S. N° 031-2010-SA*

Parámetro	LMP
Olor	Aceptable
Sabor	Aceptable
Turbiedad	5 UNT
pH	6,5 a 8,5 Valor de pH
Conductividad (25 °C)	1 500 µmho/cm
STD	1 000 mg/L
Cloruros	250 mg/L
Dureza total	500 mg/L

Nota. Recopilado de DIGESA (2011, p. 39).

## **2.3 Bases filosóficas**

Tomando en cuenta a Valera (2019), de que a consecuencia de la crisis ambiental que se presenta, es una necesidad que el hombre empiece consigo mismo y reformule su relación con el mundo, evitando así restituir o curar ecosistemas dañados.

Ante esta situación de contaminación, Rivera (2006) pone de manifiesto que el hombre es el responsable de su autocuidado, la de otras personas y de su entorno, pudiendo potencializarse con la aplicación de programas de educación sobre su autocuidado.

## **2.4 Definición de términos básicos**

### **Agua cruda**

DIGESA (2011) define “Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento” (p. 9).

### **Agua contaminada**

Camacho y Ariosa (2000) define “Agua cuyos usos previstos se han comprometido como resultado del deterioro de su calidad original, producto de la incorporación de elementos contaminantes” (p. 19).

### **Agua tratada**

DIGESA (2011) define “Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano” (p. 10).

## **Cloración**

Camacho y Ariosa (2000) indica “Aplicación de cloro al agua con el propósito de eliminar organismos patógenos a la salud” (p. 27).

## **Cloro libre**

“Es la cantidad de cloro disponible para la desinfección del agua. Queda como remanente después de reaccionar con los compuestos presentes en el agua y está disponible para eliminación de patógenos” (Cooperación Alemana, 2017, p. 23).

## **Cloro residual libre**

DIGESA (2011) define “Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento” (p. 10).

## **Demanda de cloro**

“Se denomina así a la cantidad de cloro que al entrar en contacto con el agua se consume, reaccionando con las sustancias presentes en ella y en la eliminación e inactivación de los microorganismos” (Cooperación Alemana, 2017, p. 24).

## **Desinfección**

Según DIGESA (2011) “La desinfección del agua se encarga de la destrucción o al menos desactivación completa, de los microorganismos dañinos presentes en el agua” (p. 10).

### **Ion Hipoclorito (ClO<sup>-</sup>).**

“Compuesto químico que también resulta de la reacción del agua con un compuesto de cloro. Su capacidad de desinfección es muy reducida. Su condición de ion no le permite atravesar la pared celular de los microorganismos” (Cooperación Alemana, 2017, p. 23).

### **pH**

OPS y OMS (2013b) define: “Mide el grado de acidez o alcalinidad de un compuesto. En el agua, el pH es un factor muy importante porque algunos procesos químicos solo se pueden producir cuando el agua presenta un determinado valor de pH” (p, 22).

### **Tiempo de contacto**

La Cooperación Alemana (2017) indica que “Es el tiempo en que el cloro está en contacto con el agua. En la desinfección del agua se debe tener un tiempo de contacto suficiente para que pueda ejercer su función desinfectante” (p. 24).

### **Turbiedad**

DIGESA (2011) define a la turbiedad como la “Capacidad del líquido de diseminar un haz luminoso. Puede deberse a partículas de arcilla provenientes de la erosión del suelo, algas o a crecimientos bacterianos” (p. 10).

## **2.5 Hipótesis de investigación**

### **2.5.1 Hipótesis general**

El almacenamiento de agua potable influye significativamente su calidad organoléptica y química en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.



### **2.5.2 Hipótesis específicas**

- Existe diferencias de percepción entre los niveles regular y bueno sobre el almacenamiento de agua potable en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021
- Los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, no cumplen con el LMP de calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.
- Se reducen los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, por el almacenamiento del agua potable en los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

### **2.6 Operacionalización de las variables**

Carrasco (2017) indica que a través de esto, se descompone o desagrega una variable deductivamente de lo general a lo específico. Se detalla en la Tabla 7 la matriz, donde:

- Variable 1: Almacenamiento de agua potable.
- Variable 2: Calidad organoléptica y química del agua potable.

**Tabla 7**

*Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Subdimensión	Escala	Ítems	Valor final
<p><u>Variable 1</u></p> <p>1. Almacenamiento de agua potable</p>	<p>OMS (2018) indica que el “Cuando el agua se manipula durante el almacenamiento en los hogares, puede estar expuesta a la contaminación, por lo que el muestreo del agua almacenada en los hogares es de interés para los programas de vigilancia independientes” (p. 99).</p>	<p>Se midió el nivel de almacenamiento de agua potable, bajo la perspectiva de los encuestados por hogar, mediante un cuestionario de 8 ítems, que mide la disponibilidad y vulnerabilidad del depósito del agua potable.</p>	1.1 Disponibilidad de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horas de suministro</li> <li>• Capacidad del depósito de almacenamiento</li> <li>• Número de usuarios</li> </ul>	Ordinal	1	<p>1: Muy mala</p> <p>2: Mala</p> <p>3: Regular</p> <p>4: Buena</p> <p>5: Muy buena</p>
			1.2 Vulnerabilidad sanitaria del depósito de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de construcción</li> <li>• Tapado del depósito</li> <li>• Presencia de material particulado en el ambiente</li> <li>• Exposición a rayos del sol</li> <li>• Frecuencia de limpieza</li> </ul>	Ordinal	4	
<p><u>Variable 2</u></p> <p>2. Calidad organoléptica y química del agua potable</p>	<p>DIGESA (2011), sobre la calidad del agua “Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano establecidos en el presente Reglamento ” (p. 16).</p>	<p>Se midieron los principales parámetros organolépticos (pH, conductividad, STD, cloruros y dureza total) y químicos (cloro residual) que considera el D.S. N° 031-2010-SA. Evaluándose la calidad del agua potable al ingreso respecto al LMP del D.S. y analizando sus cambios a consecuencia del almacenamiento del agua potable en los hogares seleccionados.</p>	2.1 Calidad organoléptica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• Conductividad</li> <li>• STD</li> <li>• Cloruros</li> <li>• Dureza total</li> </ul>	Intervalo		<p>Valor de pH</p> <p>µmho/cm</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg-L</p>
			2.2 Calidad Química	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloro residual</li> </ul>	Razón		

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño metodológico**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

*Prospectivo*, debido a que el investigador efectuó las mediciones de las condiciones de almacenamiento del agua potable en los hogares estudiados del distrito de Hualmay, realizándose a la vez mediciones de su calidad organoléptica (pH, conductividad, STD, cloruros y dureza total) y química (cloro residual).

*Observacional*, en el sentido que de acuerdo a como se almacena el agua potable en los hogares del distrito de Hualmay, se evaluó el comportamiento de la calidad organoléptica y química del agua potable al ingreso y tras su almacenamiento en el punto de consumo del hogar.

*Longitudinal*, por evaluarse los parámetros organolépticos y químicos en dos momentos en cada hogar seleccionado, al ingreso del hogar y después de un tiempo en el grifo de consumo de agua potable.

*Analítico*, en vista que se estudió el efecto que produce las condiciones en que se almacena el agua potable en los hogares sobre la calidad organoléptica (pH, conductividad, STD, cloruros y dureza total) y química (cloro residual).

*Aplicada*, al utilizar conocimientos previos para conocer el efecto que tiene el almacenamiento del agua potable en los hogares, sobre su calidad organoléptica y química considerada.

### **3.1.2 Nivel de investigación**

Para Carrasco (2017) toda investigación tiene un propósito, progresivo, debiéndose realizar estudios con secuencia y coherentes, yendo desde los preliminares o exploratorios, pasando a los descriptivos, seguido de los explicativos o causales y finalmente experimentales; señalando que la investigación experimental, da respuesta a las interrogantes de los cambios que se han producido, las mejoras que se han obtenido, entre otros. De acuerdo a ello, el estudio es de nivel explicativo, al dar respuesta del efecto que tienen las condiciones de almacenamiento del agua potable que se presenta en los hogares, sobre su calidad organoléptica y química.

### **3.1.3 Enfoque de investigación**

Ñaupas et al. (2018) indican que los enfoques cuantitativos utilizan métodos y técnicas cuantitativas, por consiguiente están relacionados entre otros en medir magnitudes y el tratamiento estadístico. El enfoque cuantitativo tiene la característica de usar mediciones; por lo que las condiciones de almacenamiento del agua potable en los hogares serán cuantificadas mediante encuestas. Por otro lado, se midieron los parámetros de calidad organoléptica (pH, conductividad, STD, cloruros y dureza total) y química (cloro residual) con instrumentos mecánicos y de laboratorio.

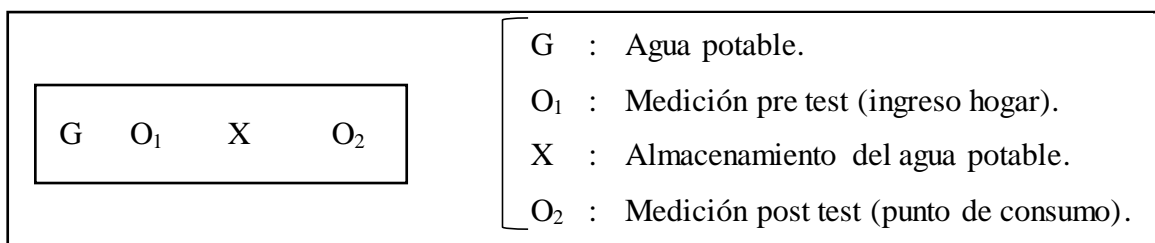
### **3.1.4 Diseño de investigación**

Sobre los diseños de investigación, Carrasco (2017) los clasifica en dos grandes grupos (experimentales y no experimentales), dentro de los experimentales considera a los pre experimentales, donde se realiza una medición previa (pre test), antes de aplicarse un tratamiento y posteriormente observar sus cambios con otra medición (post test). Considerando que la calidad del agua potable que se provee, puede ser afectada por las condiciones de almacenamiento del agua potable al interior de los hogares, a consecuencia

de cómo lo almacenan, pudiendo modificar su calidad antes de su consumo. En ese sentido, el diseño es pre experimental. Representándose esquemáticamente en la Figura 5.

## Figura 5

### *Representación del pre experimental*



Nota. Adaptado de Carrasco (2017).

## 3.2 Población y muestra

### 3.2.1 Población

De acuerdo a Ñaupas et al. (2018) se puede definir como población a la totalidad de las unidades de estudio, que son consideradas en base a ciertas características, pudiendo ser personas, objetos, conglomerados, hechos o fenómenos. Si bien, la población censada del distrito de Hualmay, de acuerdo al INEI (2018b) al 2017 fue de 28 765 habitantes. Y, teniendo en cuenta el propósito del estudio, se considera a los hogares como unidades de estudio, por lo que la población comprende a los hogares del distrito de Hualmay que cuenten con conexión de agua potable y depósitos para su almacenamiento en diciembre del 2021.

### 3.2.2 Muestra

Para definir una muestra según Ñaupas et al.(2018), debe ser lo suficientemente clara, evitándose confusiones, representando una porción de la población con determinadas características que requiere la investigación. Al considerarse como unidades de estudio, a los hogares que cuenten con depósitos de almacenamiento, se realizó un muestreo no

probabilístico por conveniencia, al estar disponible para el investigador. En ese sentido, la muestra estuvo conformada por 20 hogares del distrito de Hualmay que cuenten con conexión de agua potable y depósitos para su almacenamiento en diciembre del 2021.

### **3.3 Técnicas de recolección de datos**

Previa a la recolección de datos en campo, se contó con los equipos de protección personal (EPP), ante la problemática aun presente del riesgo de contraer el COVID-19.

#### **3.3.1 Técnicas utilizadas**

##### **a) Encuesta**

Técnica de investigación social por excelencia, que indaga, explora y recolecta los datos, útil, versátil, sencilla y objetivamente, a través de preguntas que se formulan de manera directa o indirecta a los sujetos que conforman la unidad de análisis (Carrasco, 2017).

##### **b) Observación**

Esta técnica capta las características, cualidades y propiedades de los objetos y sujetos, con el uso de nuestros sentidos o a través del uso de instrumentos que amplían la capacidad humana (Carrasco, 2017).

#### **3.3.2 Descripción de los instrumentos**

##### **3.3.2.1 Cuestionario sobre almacenamiento de agua potable**

Sobre las encuestas, Carrasco (2017) indica que posibilita dar una respuesta directa de un gran cantidad de personas, entregándoles hojas con preguntas preparadas con anticipación, en base a las variables, sus dimensiones e índices, acordes a los problemas, objetivos e hipótesis investigativos.

Convenientemente, se elaboró un cuestionario que posibilite la medición de la percepción de los propietarios de los hogares seleccionados del distrito de Hualmay, sobre cómo se encuentra el almacenamiento del agua potable en sus hogares. Aplicándose al cuestionario la validez de contenido y fiabilidad.

**a) Validez de contenido**

Del Anexo 4, se presenta el resumen de la calificación de tres expertos, sobre los indicadores y sus dimensiones para medir la variable. Obteniéndose en promedio 90 %, equivalente a muy buena, según como se detalla en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Criterio de juicio de expertos del cuestionario*

Puntuación de los expertos				Calificación
1	2	3	Promedio	
90	91	89	90	Muy buena

Nota. Informe del juicio de expertos del Anexo 4.

**b) Análisis de confiabilidad**

Para conocer la fiabilidad del cuestionario se aplicó a una prueba piloto de 13 viviendas del distrito de Huacho, con las mismas características de las unidades de estudio seleccionadas. Mediciones que son mostrados en el Anexo 5, y en base a ello se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ), obteniéndose 0,612, el cual se considera como buena. Alfa de Cronbach calculado mediante la fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum v_i}{v_t} \right] = 0,612$$

Donde:  $K = 8, \quad \sum v_i = 5,077, \quad v_t = 10,923$

**Tabla 9***Ficha técnica de la encuesta sobre almacenamiento de agua potable*

Detalle	Descripción			
Objetivo	Medir las condiciones de almacenamiento de agua potable en los hogares de Hualmay.			
Dirigido a	Propietarios de los hogares del distrito de Hualmay.			
Elaborado por	Flores Ignacio Calderon Carrasco			
Participación	Individual			
Tiempo	10 minutos			
Fecha	Diciembre 2021			
Lugar	Hogares de las muestras seleccionadas			
Dimensiones	V1: Almacenamiento de agua potable	ítems		
	D11: Disponibilidad del agua potable	03		
	D12: Vulnerabilidad del depósito	05		
Escala	Policotómica 1: Muy mala, 2: mala, 3: Regular, 4: Buena, 5: Muy buena			
		Dimensiones		V1
		D11	D12	Almacenamiento de agua potable
N° de ítems		3	5	8
Escala de Likert	Mínimo	1	1	1
	Máximo	5	5	5
Puntaje	Mínimo	3	5	8
	Máximo	15	25	40
Baremo (Rangos)	Mala	3 a 6	5 a 11	8 a 18
	Regular	7 a 11	12 a 18	19 a 29
	Buena	12 a 15	19 a 25	30 a 40



### **c) Interpretación de la escala de Likert**

La Tabla 9, muestra la ficha técnica del cuestionario elaborado. Se detalla a continuación la interpretación de la escala de Likert de cinco niveles, para las dimensiones consideradas en el cuestionario:

#### **D11: Disponibilidad de agua potable**

Como la calidad del agua consumida en los hogares consideradas como muestra, se encuentra estrechamente relacionada a las horas de suministro diaria, así como la capacidad del depósito utilizado para almacenarlo y el número de personas que residen en el hogar. Se indican en ese sentido, las razones para su calificación.

##### **- Horas de suministro**

Considerando que a mayor horas de suministro, se tiene mayor disponibilidad y renovación con agua fresca, por lo que es muy buena a mayor cantidad de horas de suministro.

##### **- Capacidad del depósito de almacenamiento**

Teniendo en cuenta que cuando más grande es su depósito, puede acumularse y perder calidad, por lo que es muy buena cuando el depósito es más pequeño.

##### **- Número de usuarios**

Por otro lado, la disponibilidad del agua potable también depende del número de usuarios que habitan en el hogar; por consiguiente, cuando menos personas residan en su hogar, se tendrá una muy buena disponibilidad del agua potable.

## **D12: Vulnerabilidad sanitaria del depósito de almacenamiento**

Para cuantificar la vulnerabilidad del depósito, se desarrolló una encuesta en base a las características internas y externas del depósito dispuesto y utilizado en los hogares.

### **- Material de construcción**

El material de construcción del depósito repercute en la calidad del agua que se almacena en los hogares. En ese sentido, es muy buena si el depósito es de polietileno u otro material resistente al agua.

### **- Tapado del depósito**

Si bien, indistintamente al material del depósito, si esta se haya expuesta al ambiente, la calidad del agua puede verse comprometida. Por lo que, su hermeticidad es importante, considerándose como muy buena si su depósito esta tapado completamente.

### **- Presencia de material particulado en el ambiente**

También, el material suspendido que proliferan en el ambiente tiene un efecto importante en la calidad del agua en los hogares, pudiéndose contaminar en los depósitos dispuestos para ello. En ese sentido, es muy buena si el aire circúndate está limpia y libre de polvos.

### **- Exposición a rayos del sol**

Otra causa que afecta la calidad del agua que se almacena en los depósitos en los hogares, es la exposición a los rayos del sol, que calienta los depósitos y ocasionan un impacto significativo sobre el cloro residual necesaria para garantizar su inocuidad en su consumo. Por ello, es muy buena si los rayos del sol no caen directamente al depósito de agua potable.

### - Frecuencia de limpieza

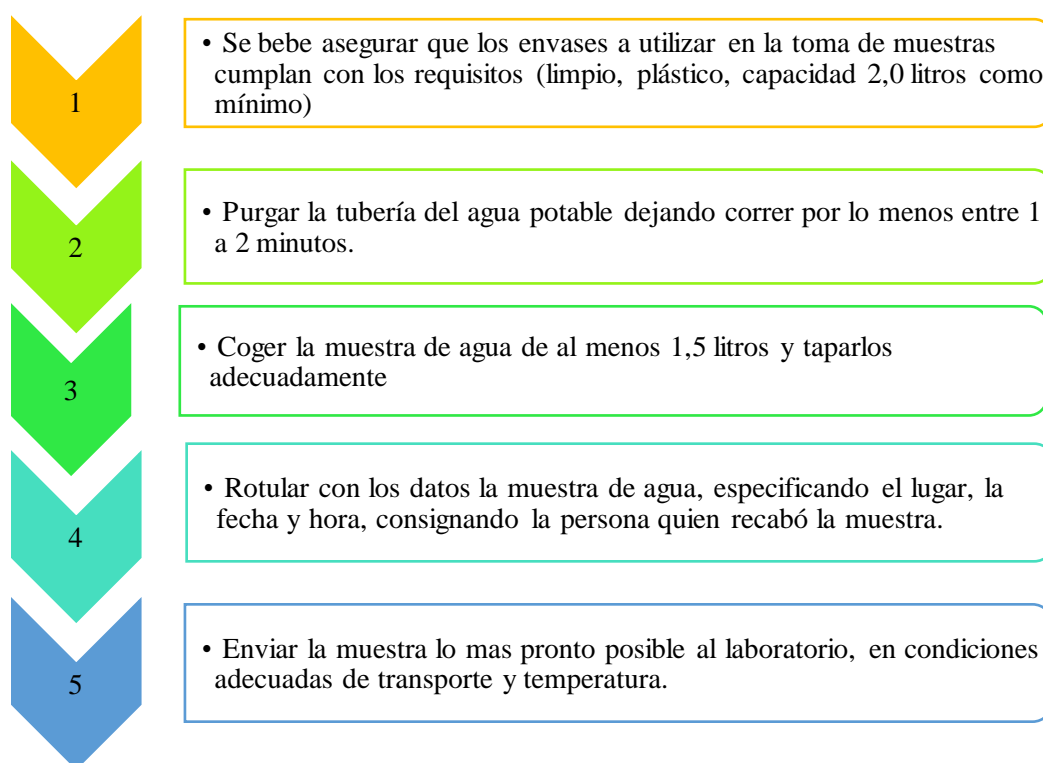
Se tiene en cuenta que la frecuencia con la que se limpian los depósitos repercuten en la calidad del agua que se usa para almacenarla. Por ello, es muy buena si se le limpia regularmente.

#### 3.3.2.2 Equipos y materiales de análisis de la calidad de agua potable

Se utilizó “Guía rápida para la vigilancia sanitaria del agua”, de la OPS y OMS (2013b), sobre el protocolo de toma de muestras de agua potable, indica los pasos para su envío al laboratorio y análisis de su calidad, según detalle de la Figura 6.

**Figura 6**

*Protocolo toma de muestra química de agua potable*



Nota. Adaptado de (OPS y OMS, 2013b, p. 16).

Se utilizaron equipos mecánicos calibrados a cargo de un especialista en análisis de agua, con los materiales y equipos como se muestra en el Anexo 6, para la determinación

- Medidor de pH.
- Medidor de conductividad.
- Medidor de STD.
- Analizador de cloruros.
- Analizador de dureza total.
- Analizador de cloro residual. Se utilizó un colorímetro portátil multiparamétrico DR300 marca HACH.

### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

Se ubicaron en un mapa los 20 hogares estudiados. Para conocer sus características, inicialmente se procesó la información que facilitaron los entrevistados, presentándose el consolidado en tablas y gráficas representativas, bajo criterios de:

- Condición del hogar, propia o alquilada.
- Percepción a olor a cloro en el agua potable.
- Consumo de agua directa del grifo
- Percepción de la calidad de agua que le llega.
- Capacitaciones recibidas por los trabajadores.
- Número de personas en el hogar.
- Número de pisos de la vivienda.

Para conocer el almacenamiento de agua potable en los niveles de mala, regular y buena, se presentaron en tablas y figuras las respuestas del cuestionario para su

representación y análisis, realizando luego el baremo de los datos a tres niveles: malo, regular y bueno.

Para analizar los datos de calidad del agua potable organoléptica y química, de ingreso a los hogares se presentaron en tablas la media e Intervalo de Confianza (IC) para la media al 95 %, representándose las variaciones en los 20 hogares para su análisis y comparación con el LMP del D.S. N° 031-2010-SA.

Para los contrastes de hipótesis, se tomó una significancia de 5 %. Se usó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, para demostrar el efecto que tiene el almacenamiento del agua potable sobre su calidad organoléptica y química, y con ayuda de sus datos descriptivos, poder identificar los parámetros que se reducían o mantenían tras su almacenamiento. Se aplicó la prueba Chi cuadrado bondad de ajuste, como estadístico de diferencias entre los niveles: malo, regular y bueno; para determinar la existencia de diferencias de percepción de estos niveles en el almacenamiento de agua potable en los 20 hogares estudiados. Se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon y la prueba t de Student para una muestra para conocer los parámetros de calidad que cumplían con el LMP del D.S. al ingreso a las viviendas.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

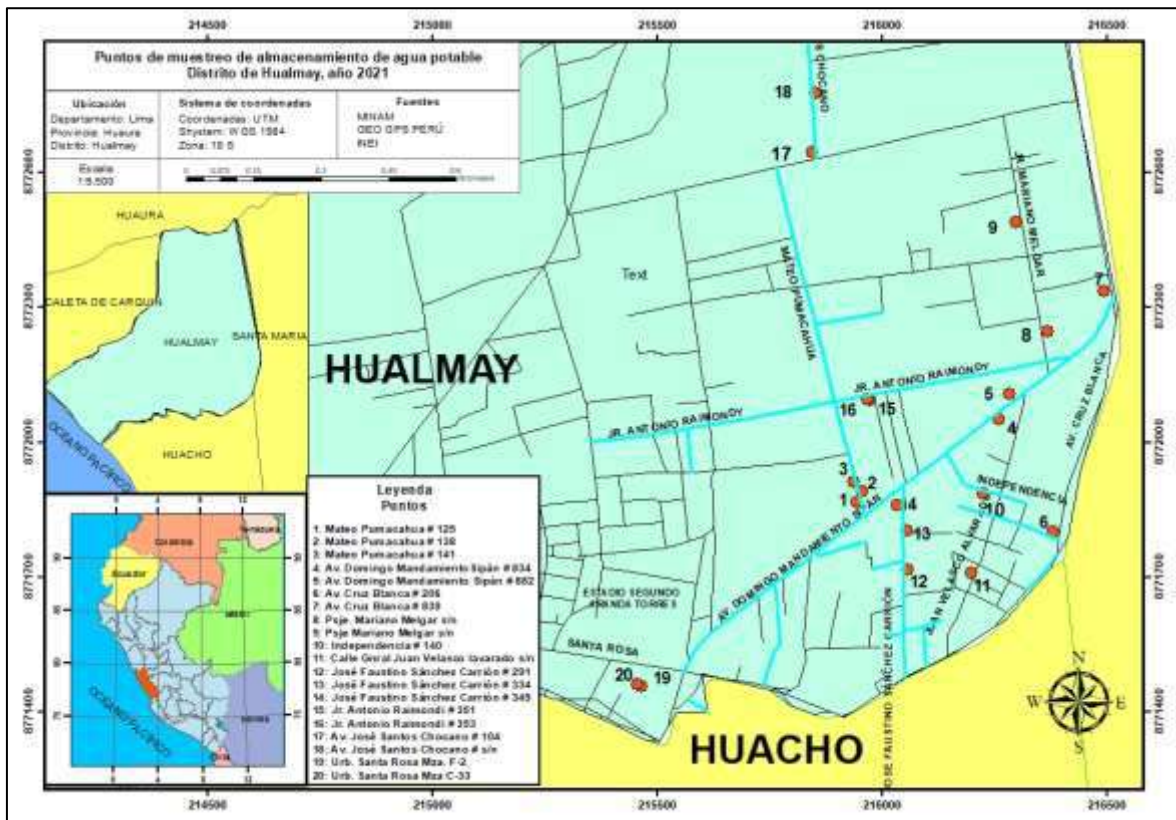
### 4.1 Análisis de resultados

#### Ubicación de los 20 hogares estudiados

La Figura 7 ubica a los 20 hogares seleccionados en el distrito de Hualmay, donde se realizaron las mediciones de los parámetros del agua potable evaluado al ingreso y al interior de los mismos.

**Figura 7**

*Ubicación de puntos de monitoreo de agua potable en hogares del distrito de Hualmay*



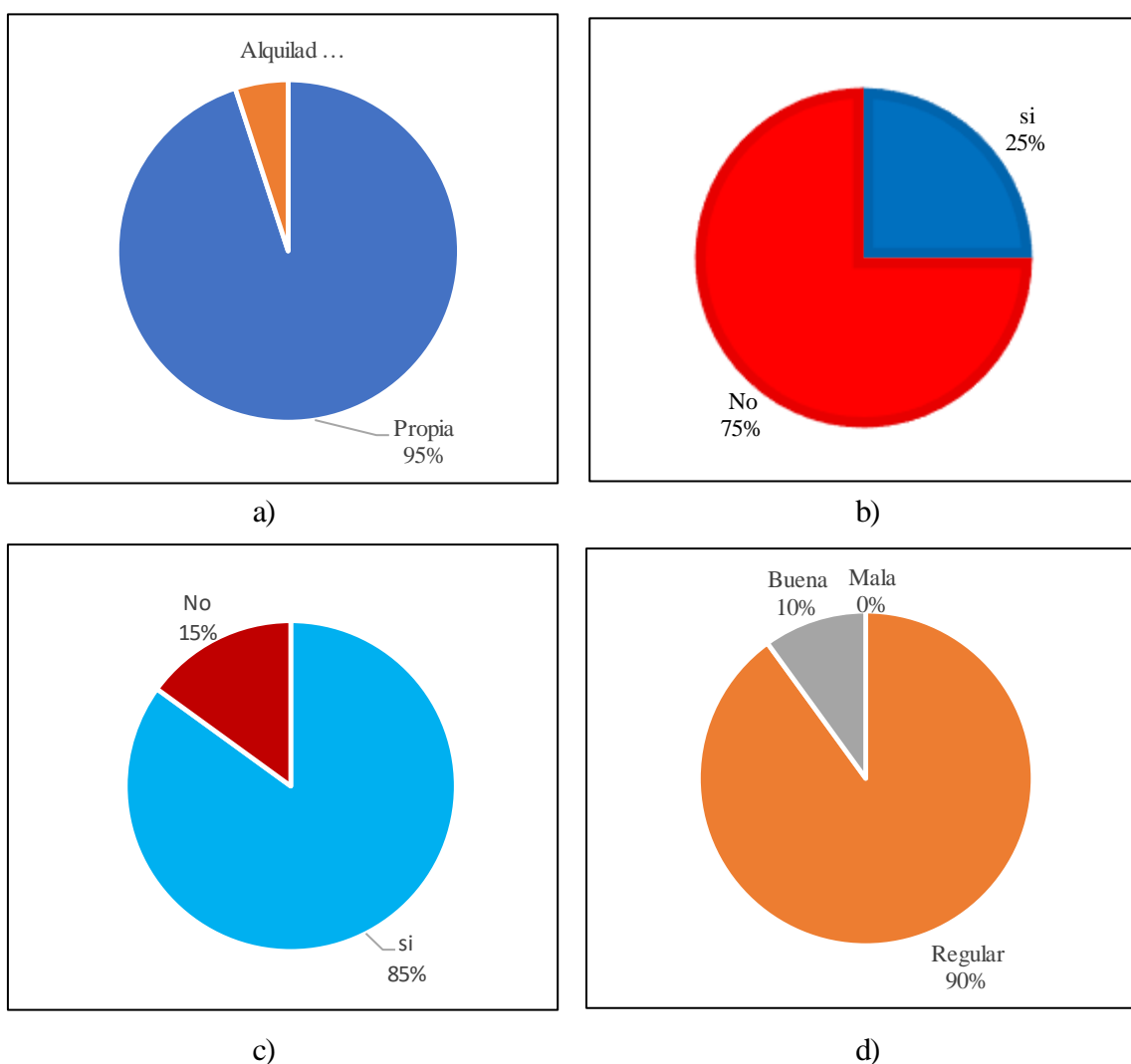
Nota. Adaptado de MINAM (2023), GEO GPS PERÚ (2023), GEO GPS PERÚ (2020), GEO GPS PERÚ (2019).

## Características de los 20 hogares estudiados

La Figura 8, pone en evidencia que 19 de los 20 encuestados por hogar (95 %) eran habitadas por los mismos dueños. Asimismo, 5 de 20 hogares (25 %) manifestaban sentir el olor a cloro en el agua potable. También, 3 de los 20 encuestados por hogar (15 %) manifestaron que la consumen directamente del grifo, y en general 18 de los 20 encuestados por hogar (90 %) perciben la calidad de agua potable como regular, los restantes 2 encuestados como buena (10 %) y ninguna como mala.

### Figura 8

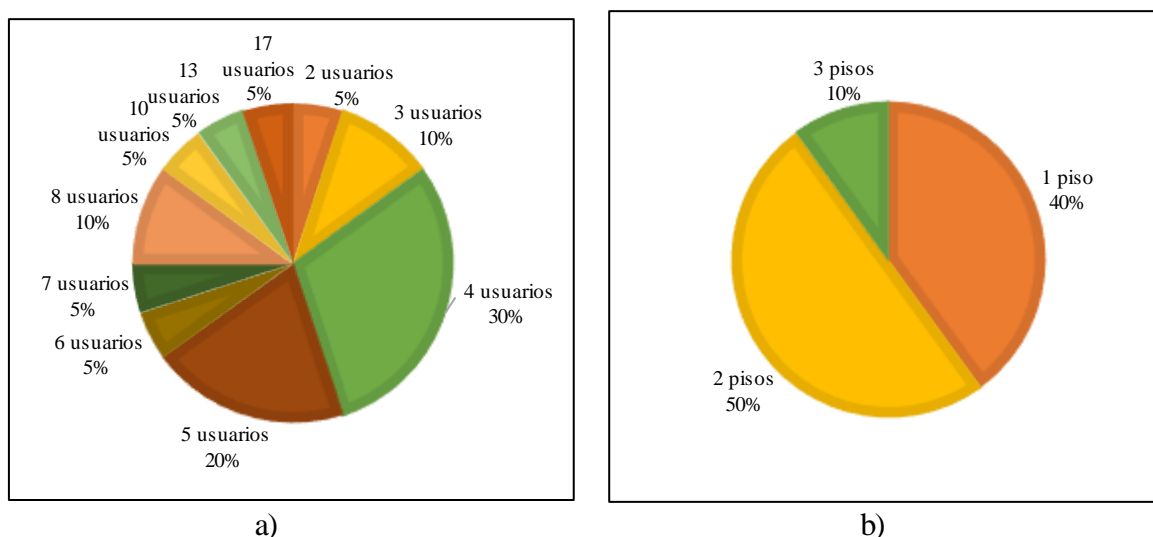
*Distribución en los 20 hogares a) condición de la casa, b) Percepción de olor a cloro, c) Consumo de agua directamente del grifo, d) Calidad de agua potable percibida*



La Figura 9, muestra que de 20 hogares, 6 hogares (30 %) residían 4 personas usuarias de agua potable, 4 hogares (20 %) residían 5 usuarios, 2 hogares (10 %) con 3 usuarios, 2 hogares (10 %) con 8 usuarios, 1 hogar (5 %) con 2, 6, 7, 10, 13 y 17 usuarios. Asimismo, de los 20 hogares, 10 hogares (50 %) tenían una construcción de dos pisos, 8 hogares (40 %) de 1 piso y 2 hogares (10 %) de 3 pisos.

**Figura 9**

*Distribución del a) número de usuarios por hogar y b) Número de pisos, en los 20 hogares del distrito de Hualmay*



#### 4.1.1 Condiciones de almacenamiento de agua potable en los hogares

##### a) Percepción de la disponibilidad de agua potable

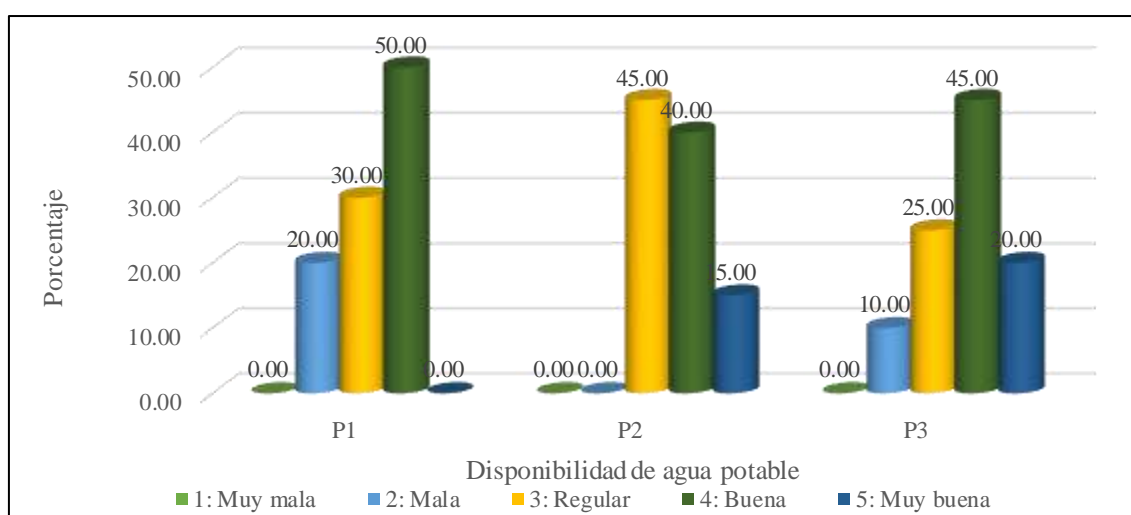
En la Tabla 10, sobre la disponibilidad del agua potable en su hogar, a ¿Cómo considera la cantidad de horas con que se le abastece agua potable? respondieron como muy mala 0 %, mala 20 %, regular 30 %, buena 50 % y muy buena 0 %. A ¿Cómo considera la capacidad de su depósito? respondieron como muy mala 0 %, mala 0 %, regular 45 %, buena 40 % y muy buena 15 %. A ¿Cómo considera a la cantidad de personas usuarias del agua potable? respondieron muy mala 0 %, mala 10 %, regular 25 %, buena 45 % y muy buena 20 %.



**Tabla 10***Percepción sobre disponibilidad de agua potable en 20 hogares de Hualmay*

Nivel de Respuesta	Pregunta 1		Pregunta 2		Pregunta 3	
	¿Cómo considera la cantidad de horas con que se le abastece agua potable?		¿Cómo considera la capacidad de su depósito de agua potable?		¿Cómo considera a la cantidad de personas usuarias del agua potable?	
	Frec.	%.	Frec.	%	Frec.	%
1: Muy mala	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2: Mala	4	20,00	0	0,00	2	10,00
3: Regular	6	30,00	9	45,00	5	25,00
4: Buena	10	50,00	8	40,00	9	45,00
5: Muy buena	0	0,00	3	15,00	4	20,00
Total	20	100,00	20	100,00	20	100,00

En la Figura 10, puede notarse que la gran mayoría considera como favorable las horas de suministro de agua potable a su hogar; también, como apropiado a la capacidad de sus depósitos utilizados para almacenarla; a la vez, como apropiada a la disponibilidad de agua con que se les abastece para la cantidad de integrantes que conforman el hogar.

**Figura 10***Percepción sobre disponibilidad de agua potable en 20 hogares de Hualmay*

## b) Percepción de la vulnerabilidad del depósitos del agua potable

En la Tabla 11, sobre la vulnerabilidad de los depósitos del agua potable en su hogar, a la pregunta ¿Cómo califica el material de construcción del depósito que dispone? respondieron como muy mala 0 %, mala 0 %, regular 0 %, buena 25 % y muy buena 75 %. Respecto a ¿Cómo califica el tapado de su depósito de agua potable? respondieron como muy mala 0 %, mala 0 %, regular 0 %, buena 40 % y muy buena 60 %, Sobre ¿Cómo califica la tierra o polvo en su hogar próximos a su depósito de agua potable? respondieron como muy mala 0 %, mala 60 %, regular 40 %, buena 0 % y muy buena 0 %. Referente ¿Cómo califica la exposición de su depósito de agua potable en su hogar a los rayos del sol? respondieron muy mala 0 %, mala 60 %, regular 30 %, buena 0 % y muy buena 10 %. Y, sobre ¿Cómo califica la limpieza de su depósito de agua potable en su hogar? respondieron muy mala 0 %, mala 10 %, regular 35 %, buena 25 % y muy buena 30 %.

**Tabla 11**

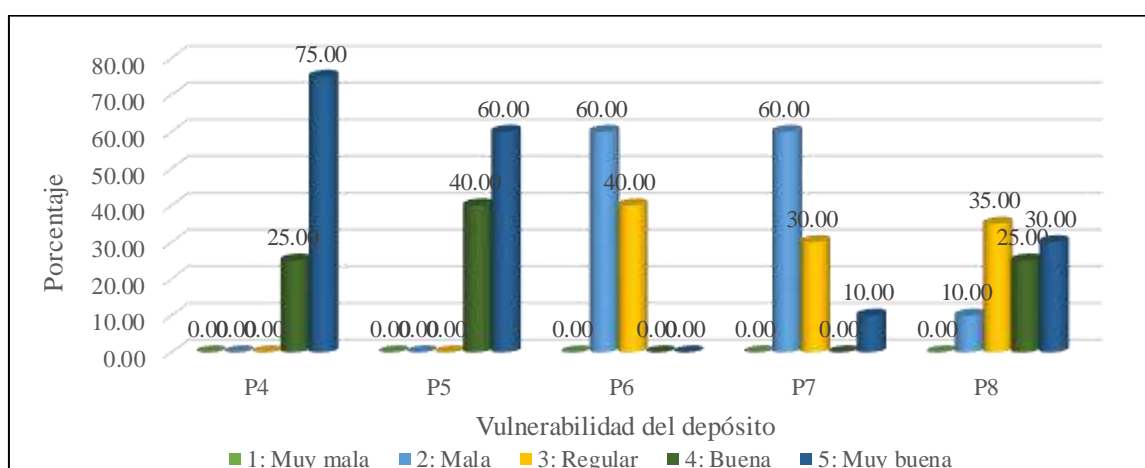
*Percepción sobre vulnerabilidad del depósito de agua potable en 20 hogares*

Nivel de Respuesta	Pregunta 4		Pregunta 5		Pregunta 6	
	¿Cómo califica el material de construcción del depósito que dispone?		¿Cómo califica el tapado de su depósito de agua potable?		¿Cómo califica la tierra o polvo en su hogar próximos a su depósito de agua potable?	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
1: Muy mala	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2: Mala	0	0,00	0	0,00	12	60,00
3: Regular	0	0,00	0	0,00	8	40,00
4: Buena	5	25,00	8	40,00	0	0,00
5: Muy buena	15	75,00	12	60,00	0	0,00
Total	20	100,00	20	100,00	20	100,00

**Tabla 11***Percepción sobre vulnerabilidad del depósito de agua potable en 20 hogares de Hualmay (cont.)*

Nivel de Respuesta	Pregunta 7 ¿Cómo califica la exposición de su depósito de agua potable en su hogar a los rayos del sol?		Pregunta 8 ¿Cómo califica la limpieza de su depósito de agua potable en su hogar?	
	Frec.	%	Frec.	%
1: Muy mala	0	0,00	0	0,00
2: Mala	12	60,00	2	10,00
3: Regular	6	30,00	7	35,00
4: Buena	0	0,00	5	25,00
5: Muy buena	2	10,00	6	30,00
Total	20	100,00	20	100,00

En la Figura 11, se evidencia que la gran mayoría consideran como muy favorable el material de construcción y el tapado hermético de sus depósitos, asimismo sobre la limpieza oportuna y adecuada de sus depósitos. Por el contrario, la gran mayoría opina como mala y regular la tierra o polvo en su hogar próximos a sus depósitos; también, reflejan opiniones muy marcadas entre posiciones de mala, regular respecto a muy buena sobre la exposición de sus depósitos a los rayos del sol.

**Figura 11***Percepción sobre vulnerabilidad del depósito de agua potable en 20 hogares de Hualmay*

### c) Nivel de almacenamiento de agua potable

En la Tabla 12 se detalla los resultados del baremo a los tres niveles, y como se puede apreciar en la Figura 12, sobre la dimensión 1: Disponibilidad de agua potable, lo consideran en un 55 % como nivel regular y 45 % como nivel bueno; respecto a la dimensión 2: Vulnerabilidad del depósito, resulta un 65 % como nivel regular y 35 % como nivel bueno. En general, sobre el almacenamiento de agua potable se percibe como un nivel regular con 60 % y nivel bueno 40 %.

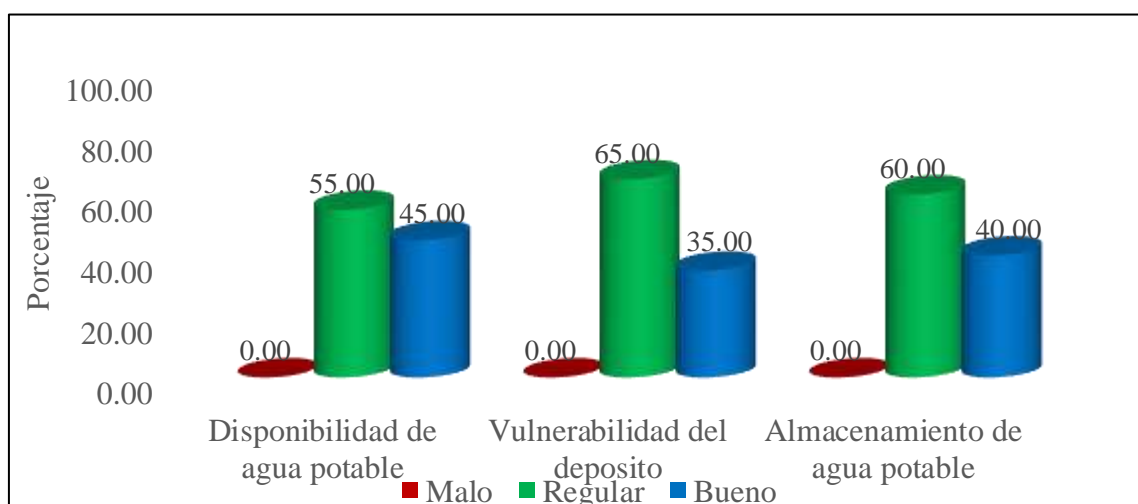
**Tabla 12**

*Nivel de percepción sobre el almacenamiento de agua potable en los 20 hogares*

Variable	Dimensión		Nivel			
			Malo	Regular	Bueno	
Almacenamiento de agua potable	1. Disponibilidad de agua potable	Frecuencia	0	11	9	
		Porcentaje	0	55	45	
	2. Vulnerabilidad del depósitos del agua potable	Frecuencia	0	13	7	
		Porcentaje	0	65	35	
	Total		Porcentaje	0	60	40

**Figura 12**

*Nivel de percepción sobre el almacenamiento de agua potable y sus dimensiones*



#### 4.1.2 Evaluación de la calidad organoléptica y de cloro residual del agua potable al ingreso a los hogares

**Tabla 13**

*Calidad organoléptica y de cloro residual del agua potable al ingreso a los 20 hogares*

Punto de monitoreo	pH Unidades	Conductividad uS/cm	STD mg/L	Cloruros mg/L	Dureza total mg/L	Cloro residual mg/L
1	7,2	1260	630	106,5	490	0,70
2	7,4	1240	620	92,3	490	0,67
3	7,8	1240	620	106,5	490	0,66
4	7,7	1520	760	142	510	0,64
5	7,6	1620	810	170,4	510	0,71
6	7,6	1410	705	120,7	520	0,62
7	7,7	1420	710	120,7	510	0,61
8	7,7	1250	625	99,4	490	0,69
9	7,6	1250	625	99,4	470	0,70
10	7,7	1260	630	78,1	460	0,70
11	7,9	1260	630	106,5	480	0,58
12	7,7	1580	790	134,9	500	0,55
13	7,6	1560	780	149,1	510	0,55
14	7,8	1530	765	156,2	490	0,53
15	7,7	1590	795	149,1	490	0,64
16	7,6	1660	830	177,5	500	0,62
17	7,7	1240	620	92,3	480	0,69
18	7,6	1280	640	106,5	490	0,67
19	7,7	1540	770	142,0	520	0,56
20	7,6	1520	760	134,9	500	0,64
Promedio	7,6	1412	706	124,3	495	0,64
Error estándar	0,03	35	18	6,2	4	0,01
LI*	7,58	1338	669	111,2	488	0,61
LS*	7,71	1485	742	137,3	502	0,66

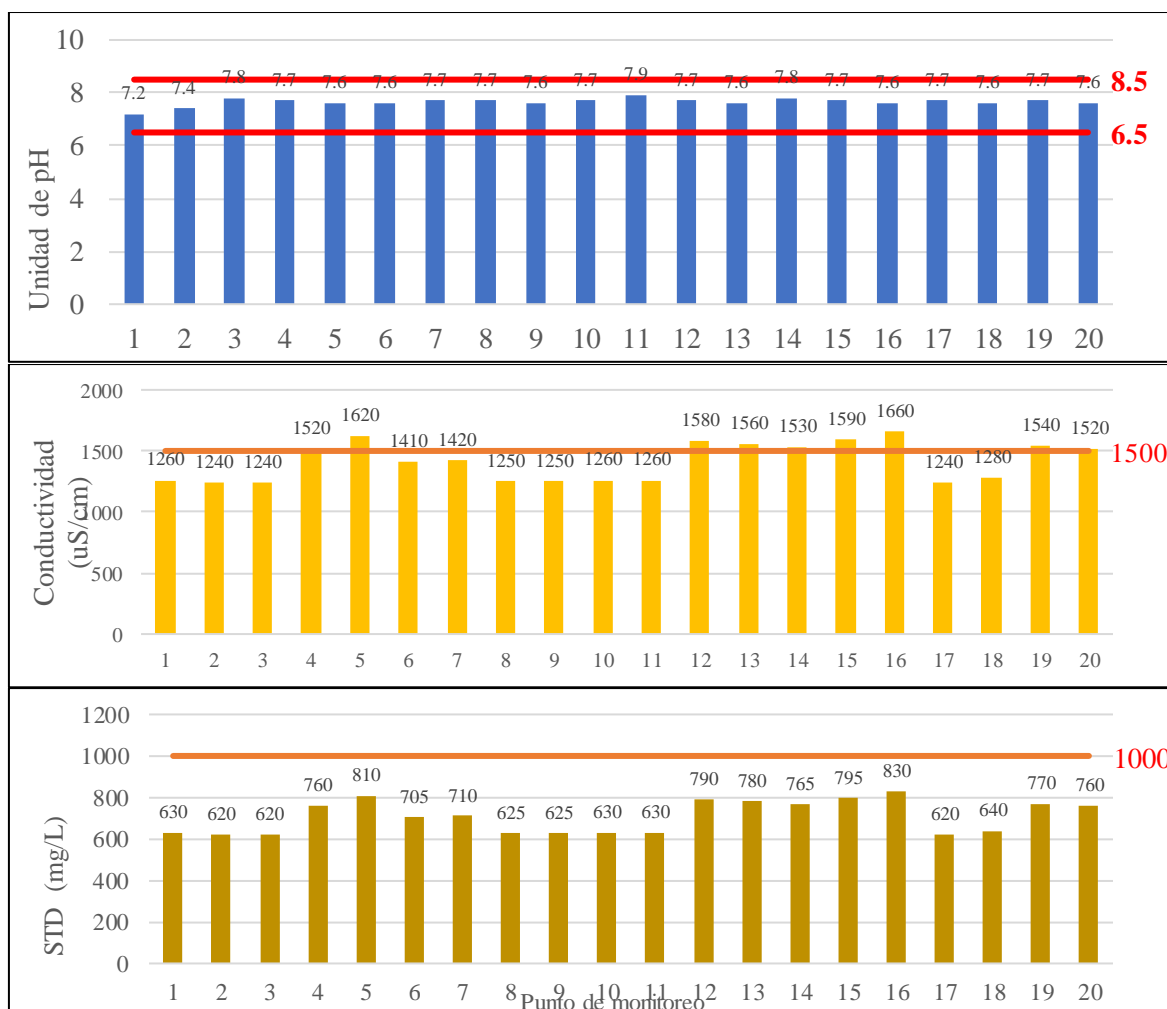
Nota. \*: LI: Límite inferior, LS: Límite superior del IC para la media.

De la Tabla 13, el agua de ingreso a los hogares presenta un promedio e IC, para pH 7,6 unidades e IC (7,58; 7,71), conductividad 1 412 uS/cm e IC (1 338; 1 485), STD 706 mg/L e IC (669; 742), cloruros 124,3 mg/L e IC (111,2; 137,3), dureza total 495 mg/L e IC (488; 502) y cloro residual 0,64 mg/L e IC (0,61; 0,66).

En la Figura 13, se aprecia que todas las mediciones de pH se encuentran dentro de los LMP (6,5 a 8,5 unidades de pH) y los STD por debajo del LMP (1 000 mg/L); por el contrario, se encontró nueve mediciones para conductividad de los 20 analizados (45 %) que sobrepasaban el LMP del D.S. N° 031-2010-SA.

**Figura 13**

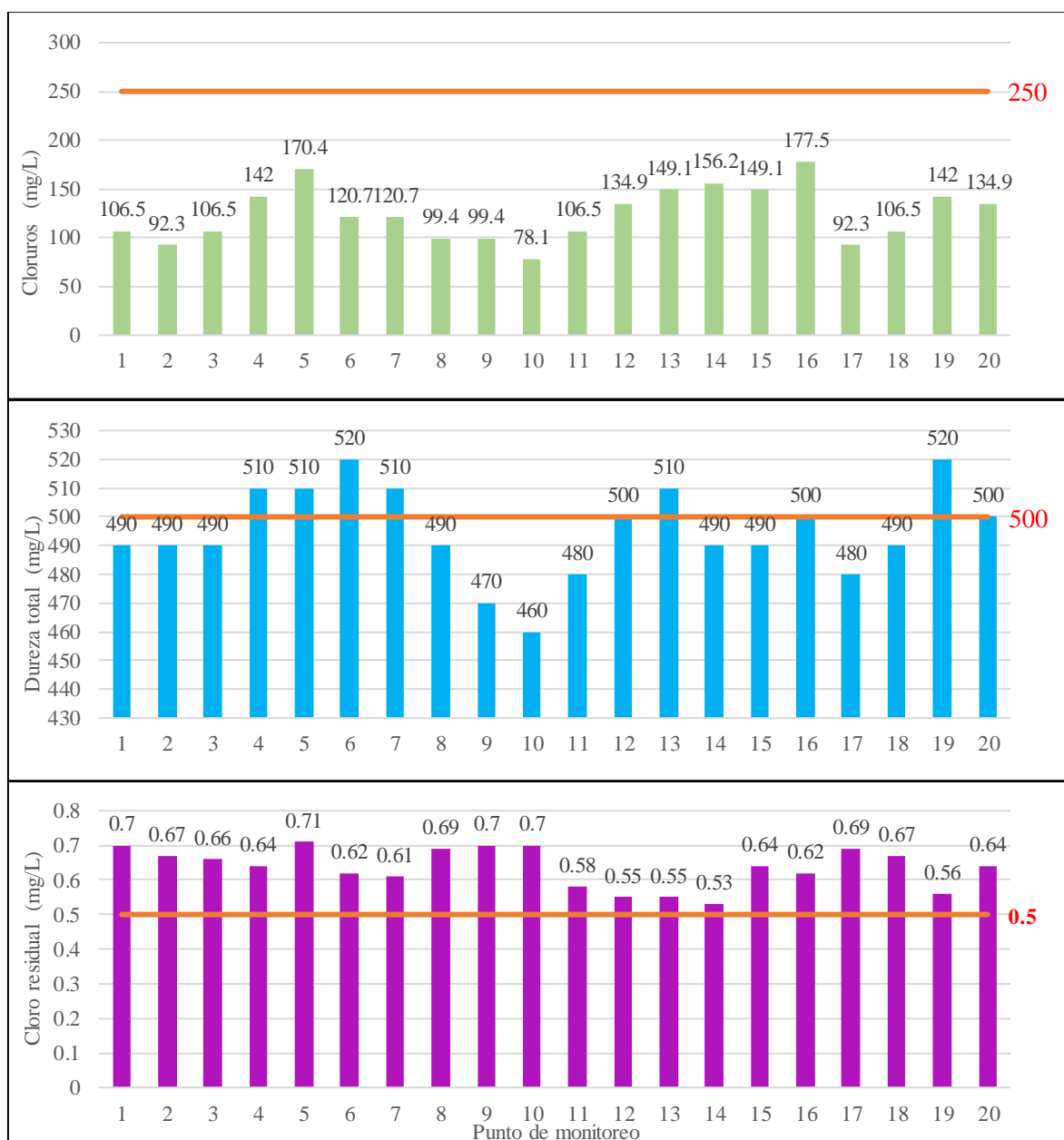
*Variaciones de pH, conductividad y STD en el agua potable de ingreso a los 20 hogares*



Asimismo, en la Figura 14, se aprecia que todas las mediciones para cloruros se encuentran por debajo del LMP (250 mg/L); al contrario de la dureza total que seis mediciones superaban el LMP de los 20 analizados (30 %). Y sobre el cloro residual, todas las mediciones superan el LMP de 0,5 mg/L del D.S.

**Figura 14**

*Variaciones de cloruros, dureza total y cloro residual en el agua potable de ingreso a los 20 hogares*



### 4.1.3 Efecto del almacenamiento del agua potable en los hogares sobre su calidad organoléptica y química

**Tabla 14**

*Variaciones en la calidad organoléptica y de cloro residual del agua potable de ingreso y consumo en los 20 hogares del distrito de Hualmay*

Punto de monitoreo	pH (Unidades)		Conductividad (uS/cm)		STD (mg/L)		Cloruros (mg/L)		Dureza total (mg/L)		Cloro residual (mg/L)	
	Ingreso	Consumo	Ingreso	Consumo	Ingreso	Consumo	Ingreso	Consumo	Ingreso	Consumo	Ingreso	Consumo
1	7,2	7,2	1260	1230	630	615	106,5	106,5	490	450	0,70	0,46
2	7,4	7,3	1240	1230	620	615	92,3	92,3	490	460	0,67	0,46
3	7,8	8	1240	1210	620	605	106,5	106,5	490	470	0,66	0,44
4	7,7	7,5	1520	1530	760	765	142,0	149,1	510	420	0,64	0,40
5	7,6	7,4	1620	1660	810	830	170,4	149,1	510	460	0,71	0,49
6	7,6	7,6	1410	1420	705	710	120,7	113,6	520	450	0,62	0,39
7	7,7	7,7	1420	1420	710	710	120,7	106,5	510	440	0,61	0,35
8	7,7	7,7	1250	1260	625	630	99,4	85,3	490	460	0,69	0,57
9	7,6	7,6	1250	1260	625	630	99,4	106,5	470	440	0,70	0,50
10	7,7	7,5	1260	1260	630	630	78,1	78,1	460	450	0,70	0,50
11	7,9	7,5	1260	1240	630	620	106,5	106,5	480	450	0,58	0,48
12	7,7	7,7	1580	1520	790	760	134,9	113,6	500	480	0,55	0,47
13	7,6	7,6	1560	1510	780	755	149,1	127,8	510	460	0,55	0,43
14	7,8	7,7	1530	1540	765	770	156,2	156,2	490	460	0,53	0,40
15	7,7	7,7	1590	1590	795	795	149,1	149,1	490	460	0,64	0,44
16	7,6	7,6	1660	1670	830	835	177,5	177,5	500	480	0,62	0,40
17	7,7	7,5	1240	1250	620	625	92,3	92,3	480	460	0,69	0,58
18	7,6	7,5	1280	1260	640	630	106,5	106,5	490	470	0,67	0,57
19	7,7	7,6	1540	1520	770	760	142,0	106,5	520	490	0,56	0,47
20	7,6	7,6	1520	1530	760	765	134,9	127,8	500	460	0,64	0,44
Promedio	7,65	7,58	1412	1406	706	703	124,3	117,9	495	459	0,64	0,46
Error estándar	0,03	0,04	35	36	18	18	6,2	5,9	4	4	0,01	0,01
Límite inferior*	7,576	7,496	1338	1330	669	665	111,2	105,6	488	451	0,61	0,43
Límite superior*	7,714	7,654	1485	1481	742	740	137,3	130,1	502	466	0,66	0,49

Nota. \* 95% de IC para la media



En la Tabla 14 se presenta las variaciones en la calidad organoléptica (pH, conductividad, STD, cloruros y dureza total) y química (cloro residual) del agua potable de ingreso y consumo en los hogares, observándose cambios importantes en la mayoría de los parámetros evaluados.

## **4.2 Contrastación de hipótesis**

Se trabajo con la siguiente notación:  $H_0$  (Hipótesis nula) y  $H_1$  (Hipótesis de investigación).

### **4.2.1 Efecto del almacenamiento del agua potable en los hogares sobre su calidad organoléptica y química**

#### **a) Hipótesis estadística**

$H_0$ : El almacenamiento de agua potable no influye significativamente su calidad organoléptica y química en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

$H_1$ : El almacenamiento de agua potable influye significativamente su calidad organoléptica y química en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

#### **b) Significancia 5 %**

#### **c) Prueba de normalidad**

Considerando que tenemos el mismo grupo de estudio, conformado por 20 hogares del distrito de Hualmay, se tiene de acuerdo al Anexo 8, que todas las diferencias entre el ingreso y consumo de los parámetros analizados no cumplen con las condiciones de normalidad de los datos, al obtenerse todos los p-valor menores a 0,05 de significancia. Por lo que se trabajó las hipótesis con las medianas:

$$\begin{aligned}
H_0 = & \text{Me}_{\text{pH ing}} = \text{Me}_{\text{pH cons}}, & \text{Me}_{\text{Conductividad ing}} = \text{Me}_{\text{Conductividad cons}}, \\
& \text{Me}_{\text{STD ing}} = \text{Me}_{\text{STD cons}}, & \text{Me}_{\text{Cloruros ing}} = \text{Me}_{\text{Cloruros cons}}, \\
& \text{Me}_{\text{Dureza Total ing}} = \text{Me}_{\text{Dureza Total cons}}, & \text{Me}_{\text{Cloro ingResidual}} = \text{Me}_{\text{Cloro Residual cons}} \\
H_1 = & \text{Me}_{\text{pH ing}} \neq \text{Me}_{\text{pH cons}}, & \text{Me}_{\text{Conductividad ing}} \neq \text{Me}_{\text{Conductividad cons}}, \\
& \text{Me}_{\text{STD ing}} \neq \text{Me}_{\text{STD cons}}, & \text{Me}_{\text{Cloruros ing}} \neq \text{Me}_{\text{Cloruros cons}}, \\
& \text{Me}_{\text{Dureza Total ing}} \neq \text{Me}_{\text{Dureza Total cons}}, & \text{Me}_{\text{Cloro Residual ing}} \neq \text{Me}_{\text{Cloro Residual cons}}
\end{aligned}$$

#### d) Prueba estadística

Para evidenciar las diferencias de la calidad en los parámetros evaluados del agua potable por su almacenamiento en los hogares, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, resultando la Tabla 15.

**Tabla 15**

*Resultados con el estadístico rangos con signo de Wilcoxon – hipótesis 1*

Parámetro	Z*	p-valor	Decisión sobre Ho
pH	-2,131	0,033	Rechazar
Conductividad	-1,036	<b>0,300</b>	<b>Retener</b>
STD	-1,036	<b>0,300</b>	<b>Retener</b>
cloruros	-2,315	0,021	Rechazar
Dureza Total	-3,947	0,000	Rechazar
Cloro residual	-3,926	0,000	Rechazar

Nota. \*: Se basa en rangos positivos

Como se tiene un p-valor para el pH, cloruros, dureza total y cloro residual es menor a 0,05, rechazándose Ho y aceptándose Hi, de que el almacenamiento de agua potable influye significativamente el pH, cloruros, dureza total y cloro residual en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

Por otro lado, al obtener un p-valor para conductividad y STD superior a 0,05, se acepta  $H_0$ , de que el almacenamiento de agua potable no influye significativamente la calidad de conductividad y STD en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

#### **e) Interpretación**

De la Tabla 15, se tiene que el almacenamiento de agua potable afectó significativamente los valores de pH, cloruros, dureza total y cloro residual, más no a la conductividad y a los STD en los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

### **4.2.2 Condiciones de almacenamiento de agua potable en los hogares**

#### **a) Hipótesis estadística**

$H_0$ : No existe diferencias de percepción entre los niveles regular y bueno sobre el almacenamiento de agua potable en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

$H_1$ : Existe diferencias de percepción entre los niveles regular y bueno sobre el almacenamiento de agua potable en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

#### **b) Significancia 5 %**

#### **c) Estadístico de prueba**

Se utilizó el Chi cuadrado bondad de ajuste, de diferencia de los niveles encontrados en el almacenamiento del agua potable, comparando el nivel regular 60 % con el nivel bueno 40 %. Resultando la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Prueba Chi cuadrado bondad de ajuste para niveles de almacenamiento de agua potable*

Chi cuadrado	0,800
Grado de libertad	1
p-valor	0,371

**d) Interpretación**

Se acepta  $H_0$ , en vista que el p-valor, la probabilidad de error obtenida 0,371 es superior a 0,05 de significancia, evidenciándose estadísticamente la inexistencia de diferencias entre los niveles regular 60 % y bueno 40 %, aceptándose de que no existe diferencias de percepción entre los niveles regular y bueno sobre el almacenamiento de agua potable en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

**4.2.3 Evaluación de la calidad organoléptica y de cloro residual del agua potable al ingreso a los hogares****a) Hipótesis estadística**

$H_0$ : Los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, si cumplen con el LMP de calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

$H_1$ : Los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, no cumplen con el LMP de calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

**b) Significancia 5 %**

### c) Normalidad de los datos

En base al Anexo 8, algunas de las mediciones cumplen con la normalidad, por lo tanto se trabajó con las medianas y medias aritméticas, ajustándose a una hipótesis:

$$H_0^* = Me_{pH} = 6,5 \text{ y } Me_{pH} = 8,5 \quad Me_{Conductividad} = 1\,500 \text{ mg/L,}$$

$$Me_{STD} = 1\,000 \text{ mg/L} \quad \bar{X}_{Cloruros} = 250 \text{ mg/L,}$$

$$\bar{X}_{Dureza\ Total} = 500 \text{ mg/L,} \quad \bar{X}_{Cloro\ Residual} = 0,5 \text{ mg/L}$$

$$H_1^* = Me_{pH} \neq 6,5 \text{ y } Me_{pH} \neq 8,5 \quad Me_{Conductividad} \neq 1\,500 \text{ mg/L,}$$

$$Me_{STD} \neq 1\,000 \text{ mg/L} \quad \bar{X}_{Cloruros} \neq 250 \text{ mg/L,}$$

$$\bar{X}_{Dureza\ Total} \neq 500 \text{ mg/L,} \quad \bar{X}_{Cloro\ Residual} \neq 0,5 \text{ mg/L}$$

### d) Estadístico de prueba

Los estadísticos utilizados y sus resultados se detallan en la Tabla 17.

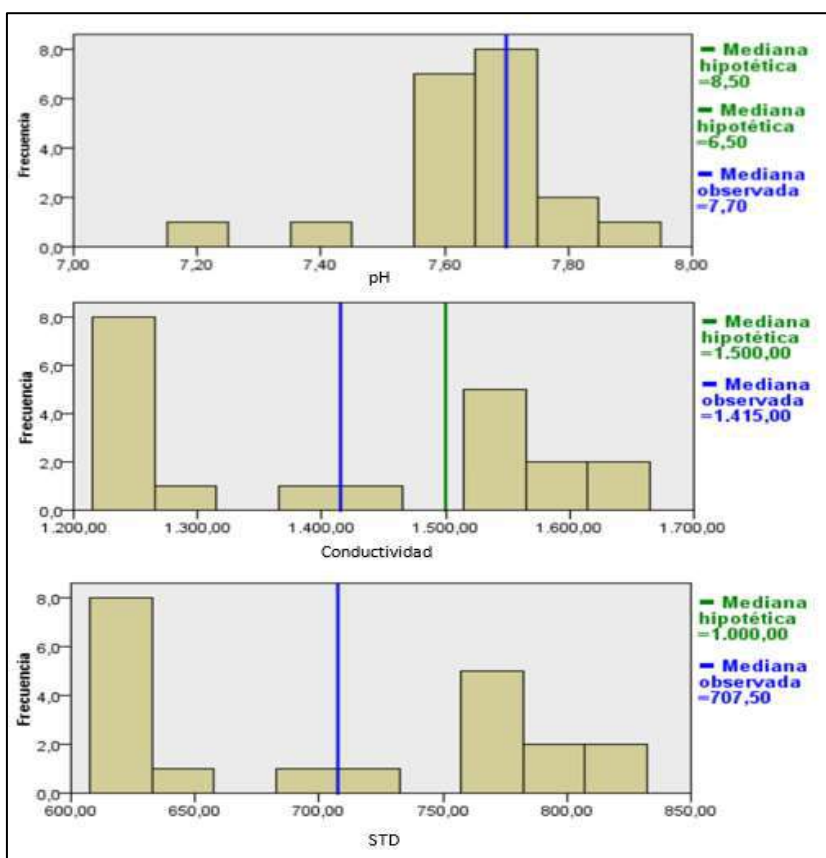
**Tabla 17**

*Resultados de la pruebas estadísticas para una muestra*

Prueba	Parámetro evaluado	Mediana	Valor de comparación	p-valor	Decisión sobre Ho	
Rangos con signo de Wilcoxon	pH	7,70	6,5	0,000	Rechazar	
			8,5	0,000	Rechazar	
para una muestra	Conductividad	1 415,00	1 500	0,044	Rechazar	
	STD	707,50	1 000	0,000	Rechazar	
Prueba	Parámetro evaluado	Media	Valor de t	Valor de comparación	p-valor	Decisión sobre Ho
t de Student para una muestra	Cloruros	124,3	-20,17	250	0,000	Rechazar
	Dureza total	495,00	-1,422	500	<b>0,171</b>	<b>Retener</b>
	Cloro residual	0,64	10,63	0,5	0,000	Rechazar

**Figura 15**

*Representación de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra*



**e) Interpretación**

De la Tabla 17, como todos los resultados para el p-valor a excepción de la dureza total, son inferiores a 0,05 de significancia, se acepta  $H_0^*$  sólo para la dureza total y se rechaza  $H_0^*$  y acepta  $H_1^*$  para el pH, conductividad, STD, cloruros y cloro residual, de que difiere respecto al LMP.

Además, habiendo demostrado diferencias estadísticas, y tras apreciar los valores de las medianas y medias aritméticas de la Tabla 17, se puede aceptar parcialmente  $H_1$ , concluyéndose que los valores de pH, conductividad, STD, cloruros y cloro residual cumplen con el LMP, a excepción de la dureza total que está en el límite en la calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

#### 4.2.4 Comportamiento de los parámetros de calidad organoléptica y química por el almacenamiento del agua potable en los hogares

##### a) Hipótesis estadística

Ho: No se reducen los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, por el almacenamiento del agua potable en los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

Hi: Se reducen los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, por el almacenamiento del agua potable en los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

##### b) Significancia 5 %

##### c) Prueba de normalidad

Considerando que tenemos el mismo grupo de estudio, conformado por 20 hogares del distrito de Hualmay, se tiene de acuerdo al Anexo 8, que todas las diferencias de calidad al ingreso y en el consumo de los parámetros analizados, al obtenerse todos los p-valor menores a 0,05 de significancia, no cumplen con las condiciones de normalidad de los datos. Trabajándose para el contraste, con las medianas:

$$\begin{aligned} H_0 = & \text{Me}_{\text{pH ing}} \leq \text{Me}_{\text{pH cons}}, & \text{Me}_{\text{Conductividad ing}} \leq \text{Me}_{\text{Conductividad cons}}, \\ & \text{Me}_{\text{STD ing}} \leq \text{Me}_{\text{STD cons}}, & \text{Me}_{\text{Cloruros ing}} \leq \text{Me}_{\text{Cloruros cons}}, \\ & \text{Me}_{\text{Dureza Total ing}} \leq \text{Me}_{\text{Dureza Total cons}}, & \text{Me}_{\text{Cloro ingResidual}} \leq \text{Me}_{\text{Cloro Residual cons}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_1 = & \text{Me}_{\text{pH ing}} > \text{Me}_{\text{pH cons}}, & \text{Me}_{\text{Conductividad ing}} > \text{Me}_{\text{Conductividad cons}}, \\ & \text{Me}_{\text{STD ing}} > \text{Me}_{\text{STD cons}}, & \text{Me}_{\text{Cloruros ing}} > \text{Me}_{\text{Cloruros cons}}, \\ & \text{Me}_{\text{Dureza Total ing}} > \text{Me}_{\text{Dureza Total cons}}, & \text{Me}_{\text{Cloro Residual ing}} > \text{Me}_{\text{Cloro Residual cons}} \end{aligned}$$

#### d) Prueba estadística

De acuerdo a la Tabla 15, de uso del estadístico de prueba de los rangos con signo de Wilcoxon se ajustó el p-valor para una sola cola y añadiendo los valores de la media al ingreso y consumo de agua potable, se tiene la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Resultados con el estadístico rangos con signo de Wilcoxon– hipótesis 2*

Parámetro	Media al ingreso	Media en el consumo	Z*	p-valor	Decisión sobre Ho
pH	7,645	7,575	-2,131	0,0165	Rechazar
Conductividad	1412	1406	-1,036	<b>0,150</b>	<b>Retener</b>
STD	706	703	-1,036	<b>0,150</b>	<b>Retener</b>
Cloruros	124,3	117,9	-2,315	0,0105	Rechazar
Dureza Total	495	459	-3,947	0,000	Rechazar
Cloro residual	0,64	0,46	-3,926	0,000	Rechazar

Nota. \*: Se basa en rangos positivos

#### e) Interpretación

De la Tabla 18, se cumple la hipótesis Hi parcialmente, donde el pH, cloruros, dureza total y cloro residual por el p-valor menor a 0,05, se rechaza Ho y se acepta Hi, de que se tiene un descenso significativo en los 20 hogares; por el contrario, para la conductividad y los STD el p-valor al ser superior a 0,05, se acepta Ho, de que estos no muestran cambios significativos a consecuencia del almacenamiento del agua potable en los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.



## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

#### **5.1 Discusión de resultados**

Sobre el efecto que tiene el almacenamiento de agua potable sobre su calidad organoléptica y química en hogares, se encontró que el almacenamiento de agua potable afectó significativamente los valores de pH, cloruros, dureza total y cloro residual, más no a la conductividad y a los STD en los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021. De manera similar a las afirmaciones de Cruz y Centeno (2020) quienes evaluaron la percepción sobre el servicio público de agua potable de la población de cuatro cantones, encontrando dos problemas de percepción recurrentes y diferentes entre los cantones en olor y sabor a cloro.

Referente a las condiciones de almacenamiento del agua potable en los hogares, se encontró que los encuestados distribuyen sus percepciones significativamente en igual proporción entre los niveles regular y bueno sobre su almacenamiento en los 20 hogares del distrito. Semejante a lo señalado por Cuenca et al. (2021) en su estudio a los usuarios de agua potable en una ciudad de Ecuador, quienes lo calificaron como aceptable la calidad y servicio del agua potable, calificándola de regular a bueno.

Respecto al comportamiento de los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, respecto al LMP del D.S. N° 031-2010-SA, de calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los 20 hogares, se encontró que los valores de pH, conductividad, STD, cloruros y cloro residual cumplen con el LMP a excepción de la dureza total que se encuentra en el límite en la calidad de agua potable para consumo humano. Concordantes con los reportados por Chávez-Cadena et al. (2021), quienes analizaron la calidad del agua del río Chambo en Ecuador, afirmando que los análisis físico y químicos se encuentran en orden en comparación a sus estándares; también a lo señalado por Cuenca et al. (2021) en su estudio a los usuarios de agua potable en una ciudad de Ecuador, quienes manifestaron que comúnmente cuentan con un servicio continuo con propiedades físicas regularmente valoradas como idóneas; a la vez, similares a lo afirmado por Torres-Silva et al. (2020) en su estudio de análisis físico - químico del agua potable en plantas de tratamiento en Quito, Ecuador, al reportar que el agua potable cumplían con los parámetros indicadores de calidad de su norma en sabor, color, turbiedad y cloro libre residual; asimismo, semejante a lo hallado por Flores-Calla et al. (2015) en su evaluación de cloro libre en la ciudad de Arequipa, encontrándolo dentro de los parámetros que establece el DIGESA y la OMS; también, con lo reportado por Castillo (2018) en su evaluación de parámetros fisicoquímicos del agua potable en una ciudad de Puno, encontrando que el pH, dureza y STD cumplen con lo que dispone en el D.S. 004-2017-MINAM. Por el contrario, se difiere con los hallazgos de Faviel et al. (2019) en su estudio en ocho comunidades de una reserva en México, encontrando que los parámetros fisicoquímicos en el agua de pozo y entubada la incumplen; también, se difiere con lo reportado por Sánchez et al. (2021) en su evaluación del contenido de compuestos clorados en Huancavelica, encontrando que el cloro residual libre incumplía la norma del LMP con solo dos de 15 mediciones cumpliéndola.

Sobre los cambios que se producen en los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, a consecuencia de su almacenamiento en los hogares, se halló que el pH, cloruros, dureza total y cloro residual descendieron significativamente, más no la conductividad y los STD a consecuencia de su almacenamiento en los 20 hogares del distrito. Resultados, que corroboran las afirmaciones de Enciso (2019) de que la disminución de cloro libre se debe a la temperatura, el tiempo de retención, su ubicación en la red, y el consumo del agua de un sector, y que también el cloro residual se ve afectada en las viviendas por la ubicación respecto a la red de distribución, y en su interior por la radiación solar, temperatura ambiente y el tiempo de retención al almacenarse; también, similar a las afirmaciones de Garcia (2019) quien evaluó un modelo de decaimiento de cloro en el agua potable, indicando que estos pueden usarse como una herramienta de gestión en la optimización del servicio que brindan las empresas de suministro de agua potable; a su vez, con lo manifestado por Bendezu-Quispe et al. (2018) quienes comprobaron el contenido de cloro residual del agua potable en hogares de Lima Metropolitana, indicando que debe efectuarse un estricto control de su calidad a nivel de los hogares.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

- La mayoría de los parámetros evaluados son afectados por el almacenamiento de agua potable, entre ellos el pH, cloruros, dureza total y cloro residual; mientras que la conductividad y los STD no fueron afectados en los 20 hogares estudiados del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.
- Los usuarios distribuyen sus percepciones en igual proporción entre los niveles regular y bueno sobre el almacenamiento de agua potable en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.
- Se cumplió con el LMP de la normativa para calidad de agua potable del D.S. N° 031-2010-SA para consumo humano en pH, conductividad, STD, cloruros y cloro residual, más para la dureza total se ha encontrado en el LMP.
- Tras almacenarse el agua potable en los hogares, se encontró disminución en el pH, cloruros, dureza total y cloro residual; más no hubo cambios significativos en la conductividad y los STD en los 20 hogares estudiados del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.

## 6.2 Recomendaciones

- Las autoridades responsables deben realizar campañas de sensibilización de los riesgos hacia la salud, que puede presentarse si se manipula inadecuadamente el agua potable al interior de los domicilios.
- Ampliar la investigación evaluando diferentes materiales de depósito para el almacenamiento del agua potable al interior de los domicilios, que reduzca el decaimiento de cloro residual.
- Ampliar la investigación para el estudio de diferentes volúmenes de almacenamiento de agua potable en las viviendas, para evaluar la caída de cloro residual, considerando todas las condiciones ambientales.
- Estudiar la evolución de la caída de cloro residual por sectores cercanos y alejados respecto a la ubicación de la fuente generadora de suministro.
- Evaluar la calidad de agua potable en las viviendas durante todo el día, lo que permitirá mostrar en más detalle las variaciones en su contenido a consecuencia del agua potable fresca que llega a reponerse en los depósitos de almacenamiento, teniendo en cuenta la hora y duración del suministro de agua potable y las condiciones ambientales.

## REFERENCIAS

- Aguas Lima Norte. (2019). *Plan Estratégico Institucional EPS Aguas de Lima Norte 2020-2024*. Recuperado el 12 de marzo de 2021, de <https://www.aguasdelimanorte.com/aln/#/inicio>
- Bendezu-Quispe, G., Whuking-Zea, C., Medina-Molina, P., Maruy-Yumi, A., & Namuche-Marín, B. (2018). Concentración inadecuada de cloro residual libre en agua de hogares de Lima Metropolitana, 2016. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 35(2), 347-348. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3648>
- Camacho, A., & Ariosa, L. (2000). *Diccionario de términos ambientales*. La Habana, Cuba: Publicaciones Acuario.
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la Investigación Científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación* (2ª ed., 13ª reimpr.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.
- Castillo, I. E. (2018). *Estudio fisicoquímico, microbiológico, contenido de metales pesados y alternativas de solución en el agua potable del distrito de Ilave – Puno 2018*. (Tesis de maestría), Universidad Nacional San Agustín De Arequipa, Arequipa, Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7547>
- Chávez-Cadena, M. I., Herrera-Morales, G. C., & Jiménez-Gutiérrez, M. Y. (2021). Monitoreo y calidad del agua en contribución a una experiencia sostenible de vida. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 6(11), 34-43. <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v6i11.1146>
- Cooperación Alemana. (2017). *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*. Lima, Perú: Gráfica Esbelia Quijano S.R.L.

- Cruz, N., & Centeno, E. (2020). Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 95-122.  
<https://dx.doi.org/10.15359/rca.54-1.6>
- Cuenca, J., Gallardo, K., & Domínguez-Gaibor, I. (2021). Percepción social de la calidad y servicio de agua potable en la ciudad de El Coca, Orellana – Ecuador. *Green World Journal*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.53313/gwj41-001>
- Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud*. (1ª ed.). Lima, Perú: J.B. GRAFIC E.I.R.L.
- Enciso, N. A. (2019). *Seguimiento de la concentración de cloro residual en tanque de almacenamiento, red de distribución y tanques residenciales en el municipio de Fortul, departamento de Arauca*. (Tesis de pregrado), Universidad De La Salle, Bogotá, Colombia. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/b47a5a57-37f6-4ea9-93fd-0dd68f7cba83/full>
- Faviel, E., Infante, D., & Molina, D. O. (2019). Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del Área Natural Protegida La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(2), 317-334.  
<https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.02.05>
- Flores-Calla, S. S., Peceros-Melchor, M. V., Tapia-Montesinos, M. A., Tejada-Dongo, P. A., Yugra-Condori, M. M., Paredes-Fuentes, J., & Villanueva-Salas, J. A. (2015). Evaluación preliminar de los niveles de cloro residual (Cl<sub>2</sub>) y contaminación por cloraminas en agua potable de la ciudad de Arequipa – 2015. *Véritas*, 16(1), 51-55.  
<https://doi.org/10.35286/veritas.v16i1.95>

- García, F. F. (2019). *Modelo de decaimiento de cloro libre en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Azogues, Ecuador*. (Tesis doctoral), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3845>
- GEO GPS PERÚ. (2019). *América del Sur - Límites*. Recuperado de <https://drive.google.com/drive/folders/1w9YYIheWl6tAEKU7d0SI5giYkmVZuNGK>
- GEO GPS PERÚ. (2020). *Mapa de Calles - Todo el Perú*. Recuperado de [https://drive.google.com/file/d/1j1TC6aJ0b7SubJY\\_GXSW3HNxswXpmQAR/view](https://drive.google.com/file/d/1j1TC6aJ0b7SubJY_GXSW3HNxswXpmQAR/view)
- GEO GPS PERÚ. (2023). *Limite Distrital - Político - Shapefile - INEI Actualizado*. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1f7NVikAoKK8xOC2nPk1Vys3e-pAI3WLJ/view>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018a). *Perú : Sistema de monitoreo y seguimiento de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 14 de marzo de 2021, de <https://ods.inei.gob.pe/ods/objetivos-de-desarrollo-sostenible/agua-limpia-y-saneamiento#>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018b). *Perú: Crecimiento y distribución de la población total, 2017*. Lima, Perú. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1673/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1673/libro.pdf)
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Norma OS.030. Almacenamiento de Agua para Consumo Humano. DS N° 011-2006-VIVIENDA. (1ª ed.). Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2016, diciembre). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio módulo 3: Agua y alimento*. Dirección General de Educación, Cultura y Ciudadanía



- Ambiental. . (1ª ed.). Lima, Perú. Recuperado de  
<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/95>
- Ministerio del Ambiente. (2023). *Plataforma de información territorial ambiental*.  
Recuperado el 17 de enero de 2024, de <https://geoservidor.minam.gob.pe/>
- Naciones Unidas. (2014, 7 de febrero). *Decenio Internacional para la Acción 'El agua fuente de vida' 2005-2015*. Recuperado el 12 de marzo de 2021, de  
[https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml)
- Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y redacción de la Tesis*. (5ª ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda [Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating first addendum]*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Organización Mundial de la Salud. (2020, 29 de julio). *Agua, saneamiento, higiene y gestión de desechos en relación con el virus de la COVID-19: orientaciones provisionales*. Recuperado el 12 de marzo de 2021, de  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/333807>. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Organización Mundial de la Salud. (2023, 13 de setiembre). *Agua para consumo humano*.  
Recuperado el 17 de enero de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. (2013a, 5 de diciembre). *Almacenamiento domiciliario/familiar de agua en emergencias*.  
Recuperado el 13 de marzo de 2021, de

<https://www.paho.org/es/documentos/almacenamiento-domiciliariofamiliar-agua-emergencias>

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. (2013b).

*Guía rápida para la vigilancia sanitaria del agua. Acciones para garantizar agua segura a la población.* Recuperado el 13 de marzo de 2021, de

<https://iris.paho.org/handle/10665.2/4341>

Rivera, L. N. (2006). Autocuidado y capacidad de agencia de autocuidado. *Avances en Enfermería*, 24(2), 91-98. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/71126>

Sánchez , V. G., Palomino , P. A., Antezana , R., Garayar , H. G., Espinoza , L. G.,

Enriquez , J. D., & Ccora , B. (2021). Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Acobamba, Huancavelica, Perú.

*Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 3013-3028.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.503](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.503)

Torres-Silva, S., Tapia-Calvopiña, I., Goetschel-Gomez, L., & Pazmiño-Salazar, E. (2020).

Análisis físico - químico e influencia de los minerales disueltos en el sabor del agua potable, de las principales plantas de tratamiento de Quito. *Enfoque UTE*,

11(4), 57-70. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v11n4.533>

Valera, L. (2019). Ecología humana. Nuevos desafíos para la ecología y la filosofía. 195

(792), a509. <https://doi.org/10.3989/arbor.2019.792n2010>

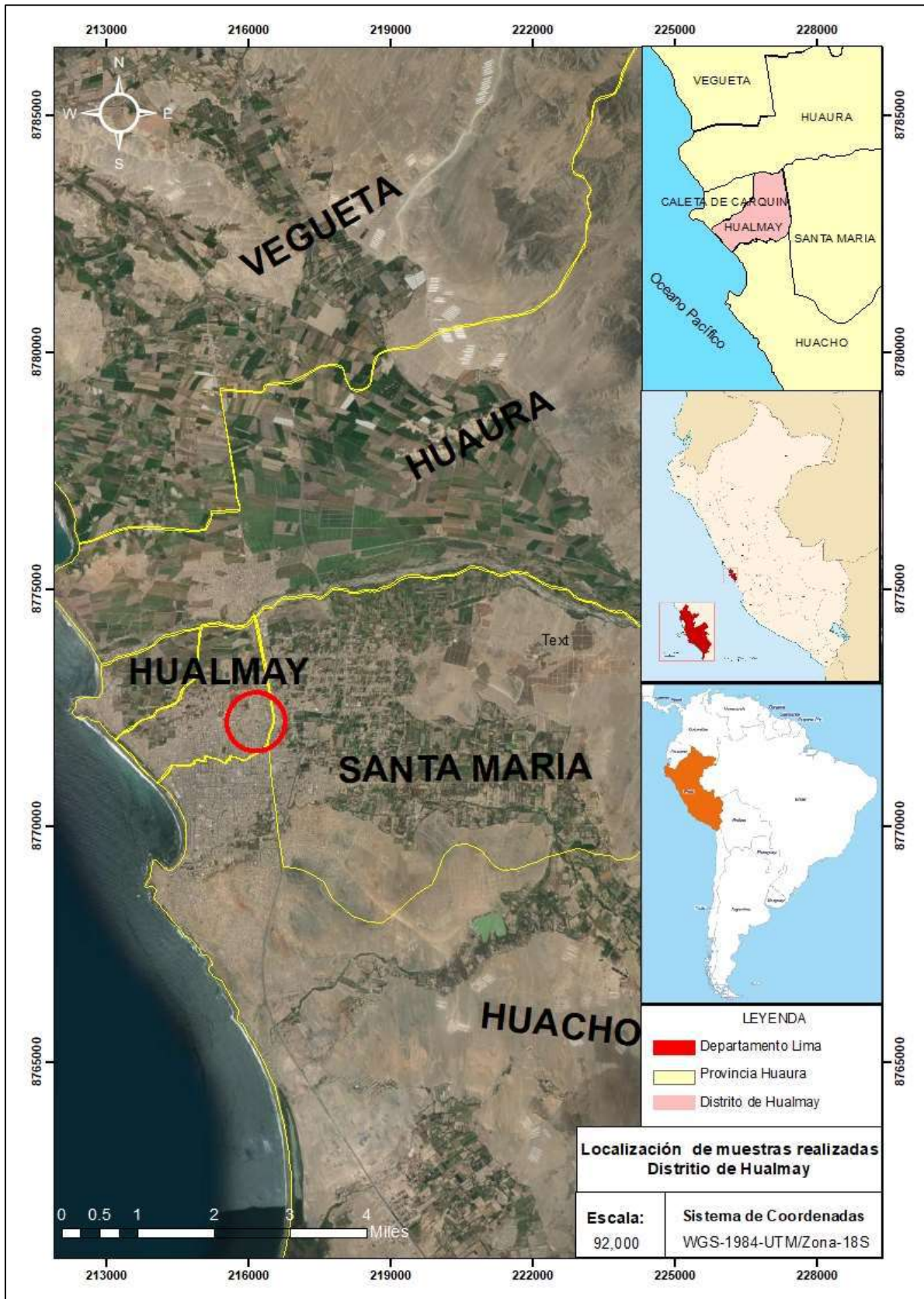
## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia

EFECTO DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE SOBRE SU CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y QUÍMICA EN HOGARES DEL DISTRITO DE HUALMAY, 2021

Problema	Objetivo	Variables	Dimensión	Indicadores	Ítems	Valor final	Métodos y técnicas
<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿En qué medida el almacenamiento de agua potable afecta su calidad organoléptica y química en hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021?</li> </ul>	<p><b>General</b></p> <p>Estudiar el efecto del almacenamiento de agua potable sobre su calidad organoléptica y química en hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.</p>	<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El almacenamiento de agua potable influye significativamente su calidad organoléptica y química en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.</li> </ul>					<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Prospectivo. Observacional. Longitudinal. Analítico Aplicada</p>
<p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿En qué condiciones se almacena el agua potable en los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021?</li> <li>¿Cómo se encuentran los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, respecto al LMP de calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021?</li> <li>¿Cómo se comportan los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, por el almacenamiento del agua potable en los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021?</li> </ul>	<p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer las condiciones con que se almacena el agua potable en los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.</li> <li>Evaluar los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, respecto al LMP de calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.</li> <li>Analizar los cambios en los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, por el almacenamiento del agua potable en los hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.</li> </ul>	<p><b>Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Existe diferencias de percepción entre los niveles regular y bueno sobre el almacenamiento de agua potable en 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.</li> <li>Los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, no cumplen con el LMP de calidad de agua potable para consumo humano al ingreso de los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.</li> <li>Se reducen los valores de pH, conductividad, STD, cloruros, dureza total y cloro residual, por el almacenamiento del agua potable en los 20 hogares del distrito de Hualmay en diciembre del 2021.</li> </ul>	<p><b>Variable 1</b></p> <p>1. Almacenamiento de agua potable</p>	<p>Disponibilidad de agua potable</p> <p>Vulnerabilidad sanitaria del depósito de almacenamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Horas de suministro</li> <li>Capacidad del depósito de almacenamiento</li> <li>Número de usuarios</li> <li>Material de construcción</li> <li>Tapado del depósito</li> <li>Presencia de material particulado en el ambiente</li> <li>Exposición a rayos del sol</li> <li>Frecuencia de limpieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>2</li> <li>3</li> <li>4</li> <li>5</li> <li>6</li> <li>7</li> <li>8</li> </ul>	<p><b>Población y muestra</b></p> <p><b>. Población</b></p> <p>Hogares del distrito de Hualmay que cuenten con conexión de agua potable y depósitos para su almacenamiento en diciembre del 2021.</p> <p><b>. Muestra</b></p> <p>20 hogares del distrito de Hualmay que cuenten con conexión de agua potable y depósitos para su almacenamiento en diciembre del 2021.</p> <p><b>Diseño</b></p> <p>Pre experimental</p> <p><b>Técnicas e instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cuestionario..</li> </ul> </li> <li>Observación                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Medidor de pH.</li> <li>– Medidor de conductividad y STD</li> <li>– Analizador de cloruros.</li> <li>– Analizador de dureza total</li> <li>– Analizador de cloro residual.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Prueba estadística</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Chi cuadrado bondad de ajuste.</li> <li>– Rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.</li> <li>– t de Student para una muestra</li> </ul>
		<p><b>Variable 2</b></p> <p>2. Calidad organoléptica y química del agua potable</p>	<p>Calidad organolépticas</p> <p>Calidad química</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH</li> <li>Conductividad</li> <li>STD</li> <li>Cloruros</li> <li>Dureza total</li> <li>Cloro residual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valor de pH</li> <li>µmho/cm</li> <li>mg/L</li> <li>mg/L</li> <li>mg/L</li> <li>mg/L</li> </ul>		

## Anexo 2. Localización del distrito de Hualmay.



Nota. Adaptado de GEO GPS PERÚ (2023).

### Anexo 3. Cuestionario sobre el almacenamiento de agua potable en los hogares.

#### I. INFORMACIÓN AL PROPIETARIO

Sr. Propietario de la vivienda del Distrito de Hualmay, con objeto de conocer las condiciones de almacenamiento en los tanques de agua en su hogar a efectos de analizar la pérdida de concentración de cloro residual, y los cambios en otros parámetros de calidad del agua potable, sirva responder las preguntas con la mayor sinceridad, que servirá de gran ayuda para mejorar su almacenamiento.

#### II. DATOS GENERALES

1. Dirección:
2. Número de integrantes de la familia:  personas
3. Tipo de vivienda: propia  alquilada
4. Número de pisos de la vivienda:  pisos

#### III. PUNTO DE MONITOREO

5. Ubicación respecto al origen del abastecimiento: Cercano  Medio  Alejado
6. Coordenadas UTM:

#### IV. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

7. Siente el olor a cloro en el agua que utiliza: Si  No
8. Consumen agua directamente del grifo: Si  No
9. Como considera la calidad de agua potable: Mala  Regular  Buena
10. Que considera que debe mejorarse en el agua potable suministrada a su hogar:

Muy mala	mala	Regular	Buena	Muy buena
1	2	3	4	5

VI: ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE						
Disponibilidad de agua potable						
01	Sobre el agua potable que ingresa a su hogar. <b>¿Cómo considera la cantidad de horas con que se le abastece</b> , considerando que a mayor horas de suministro, se tiene mayor disponibilidad y renovación con agua fresca, por lo que <b>es muy buena a mayor cantidad de horas?</b>	1	2	3	4	5
02	Sobre los depósitos que utiliza en su hogar para almacenar agua potable. <b>¿Cómo considera la capacidad del depósito de agua potable</b> , teniendo en cuenta que cuando más grande es su depósito, se contará con una mayor disponibilidad, por lo que <b>es muy buena cuando su depósito es más grande?</b>	1	2	3	4	5
03	Sobre el número de personas que viven en su hogar. <b>¿Cómo considera a la cantidad de personas usuarias del agua potable</b> , teniendo presente que <b>cuando menos personas residen en su hogar, se tendrá una muy buena disponibilidad del agua potable?</b>	1	2	3	4	5
Vulnerabilidad del depósito						
04	El material con que está construido su depósito para almacenar agua potable puede afectar su calidad. <b>¿Cómo califica el material de construcción del depósito que dispone</b> , siendo <b>muy buena si el depósito es de polietileno u otro material resistente al agua?</b>	1	2	3	4	5
05	Indistintamente al material del depósito, si esta se haya expuesta al ambiente, la calidad del agua puede verse comprometida. <b>¿Cómo califica el tapado de su depósito de agua potable</b> , siendo más vulnerable si no se encuentra tapado, por lo que <b>es muy buena si su depósito esta tapado completamente?</b>	1	2	3	4	5
06	La tierra o polvo presente en el ambiente afecta la calidad del agua en los hogares, pudiendo contaminar los depósitos. <b>¿Cómo califica la tierra o polvo en su hogar próximos a su depósito de agua potable</b> , siendo más vulnerable cuando es alta su presencia, por lo que <b>es muy buena si el aire circúndate está limpia y libre de polvos?</b>	1	2	3	4	5
07	La exposición en los hogares de los depósitos de agua potable a los rayos del sol, las calienta y afecta su calidad. <b>¿Cómo califica la exposición de su depósito de agua potable en su hogar a los rayos del sol</b> , si es más vulnerable cuando es alta su exposición, por lo que <b>es muy buena si no cae directamente los rayos del sol a su depósito de agua potable?</b>	1	2	3	4	5
08	La frecuencia con la que se limpian los depósitos de agua potable repercuten en su calidad. <b>¿Cómo califica la limpieza de su depósito de agua potable en su hogar</b> , si es más vulnerable cuando nunca lo ha limpiado interior y exteriormente, por lo que <b>es muy buena si lo limpia regularmente?</b>	1	2	3	4	5

Se agradece su participación.











**Anexo 5. Valores de la prueba piloto de confiabilidad Alfa de Cronbach para el cuestionario  
almacenamiento de agua**

N°	Disponibilidad de agua potable			Vulnerabilidad del deposito				
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	2	3	2	4	5	2	2	2
2	3	3	5	5	5	3	5	4
3	4	4	5	5	5	2	2	3
4	4	5	4	5	5	3	2	3
5	4	4	4	5	4	2	2	4
6	4	5	4	5	4	2	5	5
7	2	3	3	4	4	3	3	5
8	4	5	3	5	5	2	2	5
9	3	4	4	5	5	2	2	3
10	4	4	4	5	5	2	3	5
11	4	4	5	5	5	2	2	4
12	4	3	4	5	5	2	3	3
13	2	3	3	4	4	3	3	3

Anexo 6. Equipo de análisis de agua.



## Anexo 7. Resultados de los análisis de laboratorio del agua potable

Pag 1 de 3

### **INFORME DE ENSAYO**

IE – JGMT-0156-21

**ATENCIÓN:** Ing. FLORES IGNACIO CALDERON CARRASCO

**ASUNTO:** Informe de análisis de agua potable.

#### **I. DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Ing. Flores Ignacio Calderon Carrasco  
DNI: 15590393

#### **II. FECHA DE MONITOREO**

Fecha de inicio: 14 de diciembre 2021.  
Fecha de término: 14 de diciembre 2021.  
Fecha de emisión de informe: 17 de diciembre 2021.

#### **III. CONDICIONES DEL AMBIENTE**

Temperatura: 25 °C

#### **IV. ENSAYO Y METODOLOGÍA UTILIZADA**

En campo: Análisis de cloro residual.  
En Laboratorio: Análisis de pH, cloruros, conductividad, Sólidos Totales Disueltos, dureza total.

Estimado Ingeniero.

Atentamente,

  
-----  
JUAN GABRIEL  
MATIAS CASTILLO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 227032

Especialista en Análisis de Aguas

SOLUCIONES CORRECTAS EN PROCESOS INDUSTRIALES



## 1.- MUESTRAS ANALIZADAS AL INGRESO DE LOS HOGARES

Muestra	Ubicación		Cloro Residual (mg/L)	pH (Unidades)	Conductividad (uS/cm)	Solidos		Dureza total (mg/L)
						Totales Disueltos (mg/L)	Cloruros (mg/L)	
N°	UTM		Ing.	Ingreso	Ingreso	Ingreso	Ingreso	Ingreso
1	215 942,99	8 771 867,95	0,70	7,2	1260	630	106,5	490
2	215 956,40	8 771 891,43	0,67	7,4	1240	620	92,3	490
3	215 935,48	8 771 910,46	0,66	7,8	1240	620	106,5	490
4	216 259,53	8 772 049,46	0,64	7,7	1520	760	142,0	510
5	216 223,94	8 771 886,76	0,71	7,6	1620	810	170,4	510
6	216 378,75	8 771 801,66	0,62	7,6	1410	705	120,7	520
7	216 492,64	8 772 334,67	0,61	7,7	1420	710	120,7	510
8	216 367,89	8 772 247,03	0,69	7,7	1250	625	99,4	490
9	216 295,93	8 772 488,33	0,70	7,6	1250	625	99,4	470
10	216 223,94	8 771 886,76	0,70	7,7	1260	630	78,1	460
11	216 198,74	8 771 708,13	0,58	7,9	1260	630	106,5	480
12	216 055,78	8 771 716,48	0,55	7,7	1580	790	134,9	500
13	216 054,44	8 771 802,57	0,55	7,6	1560	780	149,1	510
14	216 034,20	8 771 860,20	0,53	7,8	1530	765	156,2	490
15	215 971,02	8 772 093,27	0,64	7,7	1590	795	149,1	490
16	215 967,58	8 772 094,48	0,62	7,6	1660	830	177,5	500
17	215 844,28	8 772 247,03	0,69	7,7	1240	620	92,3	480
18	215 851,69	8 772 776,07	0,67	7,6	1280	640	106,5	490
19	215 466,35	8 771 457,19	0,56	7,7	1540	770	142,0	520
20	215 455,19	8 771 461,70	0,64	7,6	1520	760	134,9	500

## 2.- MUESTRAS ANALIZADAS EN EL CONSUMO DE LOS HOGARES

Muestra	Ubicación		Cloro Residual (mg/L)	pH (Unidades)	Conductividad (uS/cm)	Solidos		Dureza total (mg/L)
						Totales Disueltos (mg/L)	Cloruros (mg/L)	
N°	UTM		Cons.	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo
1	215 942,99	8 771 867,95	0,46	7,2	1230	615	106,5	450
2	215 956,40	8 771 891,43	0,46	7,3	1230	615	92,3	460
3	215 935,48	8 771 910,46	0,44	8	1210	605	106,5	470
4	216 259,53	8 772 049,46	0,40	7,5	1530	765	149,1	420
5	216 223,94	8 771 886,76	0,49	7,4	1660	830	149,1	460
6	216 378,75	8 771 801,66	0,39	7,6	1420	710	113,6	450
7	216 492,64	8 772 334,67	0,35	7,7	1420	710	106,5	440
8	216 367,89	8 772 247,03	0,57	7,7	1260	630	85,3	460
9	216 295,93	8 772 488,33	0,50	7,6	1260	630	106,5	440
10	216 223,94	8 771 886,76	0,50	7,5	1260	630	78,1	450
11	216 198,74	8 771 708,13	0,48	7,5	1240	620	106,5	450
12	216 055,78	8 771 716,48	0,47	7,7	1520	760	113,6	480
13	216 054,44	8 771 802,57	0,43	7,6	1510	755	127,8	460
14	216 034,20	8 771 860,20	0,40	7,7	1540	770	156,2	460
15	215 971,02	8 772 093,27	0,44	7,7	1590	795	149,1	460
16	215 967,58	8 772 094,48	0,40	7,6	1670	835	177,5	480
17	215 844,28	8 772 247,03	0,58	7,5	1250	625	92,3	460
18	215 851,69	8 772 776,07	0,57	7,5	1260	630	106,5	470
19	215 466,35	8 771 457,19	0,47	7,6	1520	760	106,5	490
20	215 455,19	8 771 461,70	0,44	7,6	1530	765	127,8	460

## Anexo 8. Análisis de los resultados de normalidad de Shapiro–Wilk

**Tabla 19**

*Resultados de la normalidad de los datos de diferencias (ingreso – consumo) de la calidad de agua potable en los hogares*

Parámetro	Dimensión	Estadístico	p-valor	Normal
Organolépticas	pH	0,860	0,008	No
	Conductividad	0,904	0,048	No
	STD	0,904	0,048	No
	Cloruros	0,829	0,002	No
	Dureza total	0,850	0,005	No
Química	Cloro residual	0,872	0,013	No

**Tabla 20**

*Resultados de la normalidad de los datos del ingreso de la calidad de agua potable a los hogares*

Parámetro	Dimensión	Estadístico	p-valor	Normal
Organolépticas	pH	0,832	0,003	No
	Conductividad	0,835	0,003	No
	STD	0,835	0,003	No
	Cloruros	0,956	0,466	Si
	Dureza total	0,944	0,283	Si
Química	Cloro residual	0,917	0,087	Si

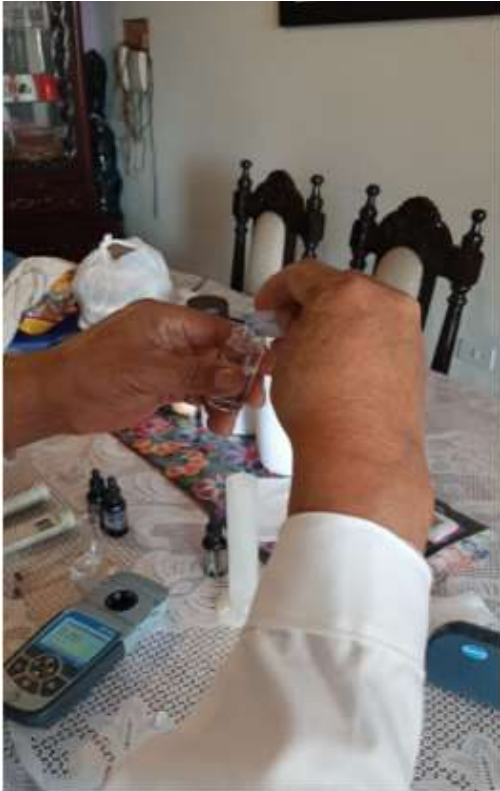


Anexo 9. Vista de los hogares estudiados





## Anexo 10. Análisis de cloro residual



---

**Dr. APOLINAR QUINTE VILLEGAS**

**ASESOR**

---

**Dra. DELICIAS EUFEMIA NATIVIDAD HUASUPOMA**

**PRESIDENTE**

---

**Dra. EDITH MERYLUZ CLAROS GUERRERO**

**SECRETARIO**

---

**Dra. MIRTHA SUSSAN TREJO DE RIOS**

**VOCAL**

---

**Dr. JOHNNY GREGORIO CIPRIANO BAUTISTA**

**VOCAL**