

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Influencia de las condiciones de almacenamiento
del agua para consumo humano sobre su calidad
sanitaria en hogares del Asentamiento Humano
“Juan Velasco Alvarado”, Ayacucho 2017.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO, EN LA ESPECIALIDAD DE MICROBIOLOGÍA**

Presentado por:

Bach. CASTRO AVILÉS, Albert Sidney

AYACUCHO – PERÚ

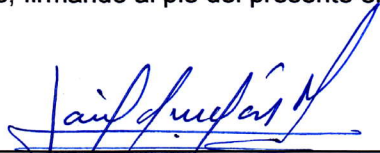
2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Albert Sidney CASTRO AVILÉS
R.D. N° 106-2021-UNSCH-RED-O

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del día cinco de noviembre del año 2021, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorium de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ, Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ (miembro asesor) y el Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE (miembro cuarto-jurado), actuando como secretaria docente la Dra. Nilda Aurea Apayco Espinoza, para recepcionar la exposición y defensa de la tesis titulado: **“Influencia de las condiciones de almacenamiento del agua para el consumo humano sobre la calidad sanitaria en hogares del AA.HH. “Juan Velasco Alvarado” – Ayacucho 2017”**, presentado por el **Bach. Albert Sidney CASTRO AVILÉS**. El presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó a la Secretaria Docente dar lectura a la documentación que refrenda el presente acto académico, seguidamente se da inicio al acto de sustentación, precisando que el sustentante dispone de cuarenta y cinco minutos, conforme lo establece el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Biológicas. Finalizada la sustentación, el Presidente instó a los miembros del jurado a participar con observaciones, aclaraciones y preguntas relacionadas al tema, el asesor se comprometió cumplir con las correcciones y sugerencias realizadas. Concluida esta etapa, el Presidente invitó al sustentante y a los asistentes a abandonar momentáneamente el Auditorium para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificación, cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR	EXPOSICIÓN	RESPUESTA A PREGUNTAS	PROMEDIO
Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez	16	13	15
Mg. Rilder Nemesio Gastelú Quispe	16	14	15
		PROMEDIO	15


El sustentante alcanzó el promedio de 15 (quince) aprobado. Acto seguido el Presidente invitó al sustentante y al público reingresar al Auditorium para dar el resultado de la evaluación, finalizando el presente acto académico, siendo las seis y cinco minutos de la noche, firmando al pie del presente en señal de conformidad.




Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ
Presidente – Jurado



Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE
Miembro – 4to. Jurado



Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ
Miembro – Asesor



Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA
Secretaria - Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA


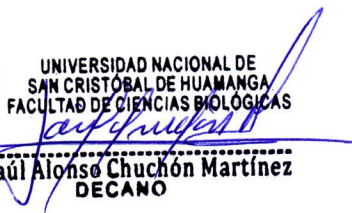
DECANATURA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS N° 035-
2021-FCB-D

Yo, SAÚL ALONSO CHUCHÓN MARTÍNEZ, Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **“Influencia de las condiciones de almacenamiento del agua para consumo humano sobre su calidad sanitaria en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”, Ayacucho 2017”**, presentado por el Bach. ALBERT SIDNEY CASTRO AVILÉS; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 15%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-C.

En tal sentido, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 27 de diciembre del 2021.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS


Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez
DECANO

Influencia de las condiciones de almacenamiento del agua para consumo humano sobre su calidad sanitaria en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”, Ayacucho 2017

por Albert Sidney Castro Avilés

Fecha de entrega: 27-dic-2021 11:03a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1735932596

Nombre del archivo: 1A_Castro_Avil_s_Albert_Sidney_Pregrado_2021_TURNITIN.docx (2.33M)

Total de palabras: 11365

Total de caracteres: 61384

Influencia de las condiciones de almacenamiento del agua para consumo humano sobre su calidad sanitaria en hogares del Asentamiento Humano "Juan Velasco Alvarado", Ayacucho 2017

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	www.scielo.org.bo Fuente de Internet	1%
3	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	tracaliagua.blogspot.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	scielosp.org Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
11	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
12	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
13	bibliotecas.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
16	blogprofbarba.files.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Colegio Vista Hermosa Trabajo del estudiante	<1 %
19	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.uwiener.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

21

sisbib.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

23

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

A Dios, a mi madre y hermano con
mucho amor y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *Alma Mater*, forjadora de profesionales competentes y de calidad humana al servicio de la sociedad.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, la Escuela Profesional de Biología, a la plana docente, por su afán y paciencia en brindarme sus conocimientos y dejarme un ejemplo social humano que ayudaran en el desarrollo de mi vida profesional y personal.

A la Dirección Regional de Salud Ayacucho, por las facilidades y apoyo prestado y realización del presente trabajo de investigación en especial a la Dirección de Salud Ambiental.

Al Blgo. Hugo Infanzón Escobar, responsable de Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección de Salud Ambiental de la Dirección Regional de Salud Ayacucho, asesor del presente trabajo de investigación, por el apoyo, sugerencias y colaboración para la culminación de este trabajo de investigación

Al Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz, docente de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH, asesor del presente trabajo de investigación, por su apoyo y colaboración en el desarrollo del presente trabajo, materializado en este informe.

A todas las personas que, de una u otra manera, colaboraron en la realización y conclusión del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	8
2.2.1. Calidad sanitaria	8
2.2.2. Agua para consumo humano	8
2.2.3. Almacenamiento de agua.	8
2.2.4. Asentamiento humano	8
2.2.5. Cloro residual libre	8
2.3. Bases teóricas	8
2.3.1. El agua	8
2.3.2. Propiedades químicas del agua	9
2.3.3. Propiedades biológicas del agua	9
2.3.4. Principales contaminantes del agua	9
2.3.5. Efectos en la salud de los contaminantes del agua	11
2.3.6. Enfermedades transmitidas por el agua	12
2.3.7. Microorganismos indicadores de contaminación del agua	14
2.3.8. Cloro y el agua de consumo humano	16
2.3.9. El potencial de hidrógeno (pH)	17
2.3.10. Turbidez	17
2.4. Asentamiento Humano	17
2.4.1. El agua en los asentamientos humanos	18
2.5. Marco legal	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación de la zona de estudio	19
3.2. Características de la zona de estudio	20

3.3.	Población y muestra	20
3.3.1.	Población	20
3.3.2.	Muestra	20
3.4.	Tipo de investigación	20
3.5.	Diseño de estudio	20
3.6.	Metodología y recolección de datos	21
3.6.1.	Aseguramiento del acceso a las viviendas	21
3.6.2.	Toma de muestra del agua	21
3.6.3.	Cuantificación de coliformes totales y coliformes termotolerantes por la técnica de filtro de membrana	22
3.6.4.	Determinación del cloro residual por la técnica colorimétrica DPD	23
3.6.5.	Determinación de pH por el método electrométrico	23
3.6.6.	Determinación de turbidez por el método nefelométrico	23
3.6.7.	Determinación de las condiciones de almacenamiento de agua	24
3.7.	Análisis estadístico	24
IV.	RESULTADOS	25
V.	DISCUSIÓN	37
VI.	CONCLUSIONES	43
VII.	RECOMENDACIONES	45
VIII.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	47
	ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Patógenos y enfermedades causadas por microorganismos transmitidas por el agua.	13
Tabla 2 Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos según la Norma Técnica Peruana y la OMS.	16
Tabla 3 Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para coliformes totales (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	31
Tabla 4 Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para coliformes termotolerantes (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	32
Tabla 5 Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para pH (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	33
Tabla 6 Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para turbidez (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	34
Tabla 7 Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para cloro residual (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Figura 1	Mapa de ubicación de la zona de estudio.	19
Figura 2	Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales para coliformes totales del DS N° 031-2010-S.A. en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	27
Figura 3	Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales para coliformes termotolerantes del DS N° 031-2010-S.A. en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	28
Figura 4	Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales para pH del DS N° 031-2010-S.A. en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	29
Figura 5	Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales para turbidez del DS N° 031-2010-S.A. en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	30

ÍNDICE DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	Ficha de evaluación del sistema de almacenamiento de agua de consumo humano.	53
Anexo 2	Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales del D.S. N° 031-2010-S.A para coliformes totales, Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	54
Anexo 3	Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales del D.S. N° 031-2010-S.A para coliformes termotolerantes, Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	55
Anexo 4	Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales del D.S. N° 031-2010-S.A para pH, Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	56
Anexo 5	Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales del D.S. N° 031-2010-S.A para turbidez, Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	57
Anexo 6	Valores de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos registrados en agua almacenada para consumo humano en 88 hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	58
Anexo 7	Resultado del análisis de chi cuadrado de independencia de coliformes totales con las condiciones de almacenamiento del agua en los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	61
Anexo 8	Resultado del análisis de chi cuadrado de independencia de coliformes termotolerantes con las condiciones de almacenamiento del agua en los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	62
Anexo 9	Resultado del análisis de chi cuadrado de independencia del	63

pH con las condiciones de almacenamiento del agua en los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Anexo 10	Resultado del análisis de chi cuadrado de independencia de la turbidez con las condiciones de almacenamiento del agua en los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.	64
Anexo 11	Panel fotográfico del proceso de recolección de muestras y su procesamiento.	65
Anexo 12	Matriz de consistencia	67

RESUMEN

Es muy frecuente la falta de información sobre la calidad sanitaria del agua para consumo humano en asentamientos humanos donde no existe o es limitado el servicio de agua potable. Es el caso del Asentamiento Humano (AA.HH.) “Juan Velasco Alvarado-Mollepata” Ayacucho del distrito de Ayacucho, de la provincia de Huamanga. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la calidad sanitaria del agua y relacionarlo con las condiciones de su almacenamiento. Este trabajo es de nivel descriptivo-correlacional, transversal, prospectivo. Se ejecutó durante los meses de junio a setiembre del 2017, donde se analizaron 88 muestras de agua procedentes de domicilios, las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección de Salud Ambiental de Dirección Regional de Salud – Ayacucho (DIRESA). Para el análisis microbiológico en los que cuantificó coliformes totales y coliformes termotolerantes, se empleó la técnica de filtro de membrana. En el análisis fisicoquímico se determinaron la turbidez, cloro residual libre y pH, para el cual se emplearon técnicas nefelométricas, colorimétricas y electrométricas, para luego ser comparados con los valores establecidos en el Decreto Supremo 031-2010-S.A. Se determinó que para coliformes totales, el 94.31% de las muestras de agua analizadas, sobrepasan los límites máximos permisibles (LMP), mientras que para coliformes termotolerantes, el 87,5% no cumple con los valores referenciales. En cuanto a pH y la turbidez, los valores se encuentran dentro de los LMP, por otro lado, el 100% de las muestras analizadas no cumplen con el criterio de calidad para cloro residual. No se halló relación entre los parámetros determinados del agua con las condiciones de su almacenamiento en los hogares, con excepción de la fuente de donde se obtiene el agua, aparentemente debido a que la planta de cloración no cumple con la cloración adecuada. Se concluye que el agua que se consume en el AA. HH Juan Velasco Alvarado, no es apta para el consumo humano y no cumplen con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en el D.S N° 031-2010 – SA, no teniendo relación con las condiciones de almacenamiento.

Palabra clave: Calidad sanitaria, agua, asentamiento humano.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es una parte integral de la vida humana, nuestra salud, alimentación y agricultura. El uso de agua contaminada en la preparación de alimentos y otras actividades puede aumentar el número de enfermedades infecciosas en todo el mundo. Aproximadamente 1,8 millones de personas mueren cada año a causa de la diarrea (incluido el cólera). El 90% de estas personas son niños menores de 5 años y la mayoría son de países en desarrollo, además, se estima que el 88% de los casos de diarrea se deben a un suministro de agua e higiene inadecuada (OPS/OMS, 2002). Los asentamientos humanos y zona rurales de nuestro país, donde los servicios de agua potable y alcantarillado no existen o son deficientes, los casos de enfermedades intestinales y parasitarias son elevados derivados de la mala calidad del agua sea como consecuencia del deficiente tratamiento o del almacenamiento inadecuado. Con respecto a las malas condiciones de almacenamiento del agua, favorecen el desarrollo de patógenos causantes de enfermedades, siendo ésta una variable importante en la salud pública, por ello el monitoreo permanente de la calidad se hace necesario dentro de las políticas de salud comunitaria en esos lugares. El agua almacenada está sometida a múltiples factores que degradan su calidad sanitaria y depende de las condiciones que son almacenadas. En consecuencia, el agua almacenada se puede ver afectada por la presencia de microorganismos patógenos como los coliformes totales y termotolerantes de esta manera se aumenta el riesgo de enfermar a una población en situación de vulnerabilidad o pobreza, siendo importante determinar la calidad del agua para consumo humano en este tipo de comunidades o asentamientos humanos. En este sentido los municipios, gobiernos regionales y Estado peruano, además de otras autoridades competentes, deberían implementar políticas que mejoren la calidad del agua para consumo humano, pues es indudable que el abastecimiento de agua esté relacionado con el nivel de pobreza (Tarqui-Mamani *et al.*, 2016).

Por ello en la presente investigación se evaluó la calidad sanitaria del agua almacenada para consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado” de la ciudad de Ayacucho, con la finalidad de tener un diagnóstico de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua de consumo humano en dicha comunidad. Por lo que se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la relación que existe entre las condiciones del almacenamiento del agua para consumo humano y su calidad sanitaria (D.S. N° 031-2010-S.A) en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”.

Objetivos específicos

1. Determinar coliformes totales y termotolerantes según el D.S. N° 031-2010-S.A en muestras de agua almacenada para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”.
2. Determinar el cloro residual según el D.S. N° 031-2010-S.A en muestras de agua almacenada para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”.
3. Determinar el pH según el D.S. N° 031-2010-S.A en muestras de agua almacenada para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”.
4. Determinar la turbidez según el D.S. N° 031-2010-S.A en muestras de agua almacenada para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”.
5. Determinar la relación entre la calidad sanitaria (coliformes totales y termotolerantes, cloro residual, pH y turbidez) y las condiciones de almacenamiento del agua (tipo, tamaño, tiempo de almacenamiento, frecuencia de limpieza, lugar, protección del recipiente y fuente).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Brousett-Minaya *et al* (2018), realizaron un trabajo de investigación para verificar la calidad físico-química y microbiológica de agua para consumo humano, provenientes de cuatro fuentes de abastecimiento (superficial y subterránea) de la población Chullunquiani, Juliaca-Puno, entre julio de 2014 a marzo de 2016, donde se evaluó el pH, conductividad, turbidez, dureza, sólidos disueltos, sulfatos, cloruros y coliformes totales; asimismo 23 metales los cuales son recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para los análisis siguieron los Métodos Normalizados para Análisis de Aguas: APHA, AWWA, así mismo los resultados obtenidos fueron comparados con los valores estipulados por la OMS y la norma de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud. De los cuales los parámetros físico-químicos se encuentran dentro del rango aceptable, menos el Aluminio que sobrepasa en 0,065mg/L para aguas superficiales y 0,025mg/L el Boro en las aguas subterráneas, de igual manera se registró cantidades elevadas de coliformes totales (11 866,6 UFC/100mL ($\pm 813,5$) como valor máximo) en épocas de lluvia. Lo que indica que el agua que abastece al poblado de Chullunquiani no cumple con las normativas microbiológicas, siendo necesario implementar programas de monitoreo para la vigilancia de las fuentes de abastecimiento y distribución del agua.

Atencio (2018), hizo un estudio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo humano en la localidad de San Antonio de Rancas, (Simón Bolívar), para el cual consideró el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031–2010-S.A) y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. Las muestras de agua se obtuvieron en dos zonas (reservorio y pileta de una casa) con 3 muestras

independientes (análisis físicos, químicos y microbiológicos) y adicional a ello se realizó una encuesta a la población para la percepción del agua de consumo. Obteniendo como resultado que el agua que consume la población no es apta, dado que no cumple con los parámetros establecidos en el decreto supremo mencionado inicialmente, sin embargo, la población tiene una percepción positiva del agua que consume, principalmente por la cantidad de agua que llegan a sus casas.

Chambi (2015), realizó una investigación donde determinó la contaminación del agua mediante bacterias Coliformes, *Escherichia coli* y también evaluó el estado sanitario de la infraestructura abastecimiento de agua para el consumo humano en el centro poblado de Trapiche (Distrito de Ananea, San Antonio de Putina), para el cual se colectó muestras de agua de diez piletas, veinte acequias y veinticuatro pozos artesanales, los cuales fueron trasladados al laboratorio de Microbiología (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Nacional del Altiplano) para ser procesados, los indicadores se basaron en el número de fuentes contaminadas y no contaminadas considerando el NMP (Número Más Probable), así mismo se utilizó el ji-cuadrado (prueba estadística) para los datos positivos y negativos de la contaminación del agua, obteniendo como resultado mayor contaminación en las piletas (70%), seguido de los pozos artesanales (54%) y finalmente en las acequias (40%). Respecto al *Escherichia coli* el NMP/100ml fue mayor en los pozos ($11,46 \pm 3,36$), luego en las acequias ($7,75 \pm 2,43$) y piletas ($6,28 \pm 2,21$), esto de acuerdo al análisis estadístico (($P \leq 0,05$), concluyendo que el agua de las tres fuentes que consume el centro poblado no es apta para su consumo, considerando la Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA-V.01, XVI.4 (R.M N° 591-2008/MINSA). Finalmente, la infraestructura de abastecimiento de agua se encuentra deteriorado por falta de mantenimiento.

Aguilar y Navarro (2018), evaluaron el agua de consumo humano considerando los parámetros físicos (conductividad, temperatura, turbiedad, sólidos totales disueltos), químicos (pH, dureza total, cloruros, sulfatos y alcalinidad), y bacteriológicos (coliformes totales y fecales) en la captación, reservorio y pileta domiciliaria de Siracachayoc (comunidad de Llañucancha, Abancay), teniendo en cuenta el D.S. N° 031-2010-S.A y el D.S. N° 015-2015-MINAM. Las muestras colectadas fueron trasladadas y analizadas en el Laboratorio de Control de la Calidad de Agua-DESA (Dirección Regional de Salud Apurímac), obteniendo

como resultados 7,78 ($\pm 4,0$) de pH, 17,43 ($\pm 8,2$) °C de temperatura y 138,12 ($\pm 4,1$) ppm de Conductividad para los parámetros físicos, 74,28 ($\pm 13,3$) mg/L de Dureza Total, 23,35 ($\pm 7,9$) mg/L de Calcio, 4,74 ($\pm 9,8$) mg/L de Magnesio, 74 ($\pm 15,6$) mg/L de Cloruros y 73,68 ($\pm 10,3$) mg/L de Alcalinidad para los parámetros químicos y respecto a los coliformes totales y termotolerantes se registró 18,67 ($\pm 28,05$) y 6,67 ($\pm 16,83$) UFC/100ml en la captación, 18,08 ($\pm 13,51$) y 1,75 ($\pm 2,60$) UFC en el reservorio y 29,08 ($\pm 24,6$) y 6,25 ($\pm 16,94$) UFC/100ml en las piletas domiciliarias respectivamente. Concluyendo que los parámetros físicos y químicos se encuentran dentro de los valores normales, mientras los coliformes totales y termotolerantes exceden los valores del D.S N° 031-2010-S.A y el D.S N° 015-2015-MINAM, para cada sistema de abastecimiento, lo que indica que las aguas no son aptas para consumo humano.

Flores (2017), evaluó la calidad del agua potable para consumo humano de los distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca de la provincia de Huancayo, en el año 2014. Para el cual realizó el muestreo de la red de distribución de cada sector en los distritos de Huancayo, siguiendo los protocolos establecidos en el D.S. N° 031-2010-S.A. Registrando resultados de 0,73 UNT de turbidez, 3,35 (UCV) Pt-Co de color, 7,42 de pH, 290,50 uS/cm de conductividad, 145,89 mg/L de sólidos totales disueltos, 1,0 mg/L de cloro residual, 164,96 mg CaCO₃/L de dureza total, 0 UFC/100 mL de coliformes totales y termotolerantes para el distrito de Huancayo, así también se registró 0,40 UNT de Turbidez, 1,64 (UCV) Pt-Co de color, 7,43 de pH, 474,49 uS/cm de conductividad, 240,19 mg/L de sólidos totales disueltos, 0,96 mg/L de cloro residual, 199,09 mg CaCO₃/L de dureza total, 0 UFC/100 mL de coliformes totales y termotolerantes para el distrito El Tambo y finalmente para el distrito de Chilca se obtuvo 0,73 UNT de Turbidez, 3,31 (UCV) Pt-Co de color, 7,41 de pH, 400,62 uS/cm de conductividad y 145,89 mg/L de sólidos totales disueltos, 0,98 mg/L de cloro residual, 197,04 mg CaCO₃/L de dureza total, 0 UFC/100 mL de coliformes totales y termotolerantes. De los resultados descritos es posible afirmar que los parámetros (físicos, químicos y microbiológicos) evaluados, se encuentran por debajo de LMP (Límites Máximos Permisibles) según el D.S. N° 031-2010-S.A.

Herrera (2020), hizo un estudio del agua almacenada en tanques de conexiones domiciliarias, los cuales fueron abastecidos con agua potable de SEDAPAL (un sector de Villa María del Triunfo, Lima), donde se determinó las alteraciones

bacteriológicas y la eficacia de dos métodos de desinfección. Se consideró 3 tipos de tratamientos: primero (cinco tanques con limpieza y desinfección), segundo (cinco sin limpieza y desinfección) y tercero (tres viviendas sin tanques de almacenamiento), de donde se obtuvo muestras de agua cada 14 días por 13 meses (marzo 2015 - marzo 2016), de los cuales se evaluó las bacterias heterótrofas, coliformes totales y el cloro residual libre. Obteniendo como resultado final para los tanques sin limpieza y desinfección elevadas cantidades de bacterias heterotróficas, además el 68% de muestras registraron mínimas concentraciones de cloro residual; adicional a ello, los datos recolectados permitió determinar que dichas bacterias se incrementan después de 189 días, superando los valores del D.S. N° 031-2010-S.A, lo que afectaría la calidad del agua, por lo que sugieren que el mantenimiento de los tanques cada seis meses. Por el contrario, las muestras provenientes de las viviendas sin tanque de almacenamiento registran aguas de buena calidad.

Palomino (2017), realizó un estudio en 12 comunidades del distrito de Luricocha (Huanta, Ayacucho), con la finalidad de evaluar la calidad del agua de consumo humano y el riesgo que puede causar si el agua es contaminada, para ello consideró el D.S N° 031-2010-S.A y según el D.S N° 015-2015-MINAM. La colecta de muestras se realizó de forma intencional en cada comunidad, considerando 12 muestras para el análisis microbiológico y otras 12 para el análisis de riesgo en época de estiaje (noviembre del 2016) y lluvioso (marzo del 2017), analizando un total de 48 muestras. Una vez obtenidas las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Microbiología Ambiental (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga), donde se emplearon las siguientes técnicas para el análisis microbiológico como el filtro de membranas (coliformes totales y fecales), siembra por incorporación (bacterias heterotróficas mesófilas viables-BHVM) y la técnica del NMP para el análisis de riesgo microbiológico, así mismo se emplearon técnicas volumétricas, colorimétricas, nefelométricas y electrométricas (pH, turbidez, sólidos totales disueltos, dureza total, color, conductividad, cloro residual, carbonatos y bicarbonatos) para el análisis fisicoquímico. Obteniendo como resultado que el 100% de muestras exceden los LMP (Límite Máximo Permissible) para coliformes totales y termotolerantes, del mismo modo para BHVM (58,3%).

Además, en el 100% de muestras se registraron organismo de vida libre. Respecto al análisis fisicoquímico se muestra que el 100% de muestras cumplen

con el LMP para pH, conductividad, STD, dureza total, por otro lado el 33,3% y 29,2% de muestras no cumplen con el LMP de color y turbiedad respectivamente, así también el 91,7% de muestras no cumplen con el LMP para cloro residual, finalmente para el caso de riesgo (coliformes totales y fecales) y los parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad, carbonatos y bicarbonatos) cumplen al 100% con los LMP establecidos en el D.S. N° 015-2015 MINAM.

Palomino (2016), hizo un estudio de la calidad de agua de consumo humano en las comunidades de Huayllahura, Chiquintirca, Ccollpa, Toccate y Huayrapata (Anco, La Mar), donde evaluó parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y el cloro residual libre, durante los meses de enero a mayo de 2016, Las muestras se colectaron en los reservorio y grifos domiciliarios de cada comunidad, obteniendo un total de 50 muestras durante todo el estudio, adicional a ellos se colectó una muestra en la fuente de captación de cada comunidad (5 Muestras en total) para el análisis de parámetros inorgánicos, dichas muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Control Ambiental (Dirección Regional de Salud de Ayacucho-DIRESA) y Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). Para el análisis microbiológico se empleó la técnica de siembra por incorporación (bacterias heterotróficas mesófilas viables-BHMV) y la técnica de filtro de membrana (coliformes totales y termotolerantes), para el caso del análisis fisicoquímico se emplearon técnicas electrométricas, nefelométricas, volumétricas y colorimétricas (pH, conductividad, sólidos totales disueltos, turbidez, dureza total y cloro residual libre). De los resultados obtenidos, las bacterias heterotróficas mesófilas viables registro un promedio de 415,8 UFC/1mL, valor que se encuentra dentro de lo LMP (Límites Máximos Permisibles) establecidas en el D.S. N° 031-2010-S.A, por otro lado los coliformes totales las muestras se encuentran por encima del LMP para todas las comunidades y los coliformes termotolerantes se reportaron solo tres comunidades (Chiquintirca, Toccate y Huayrapata). Respecto a los valores promedios de los análisis fisicoquímicos se hallan por debajo de los LMP. En caso del cloro residual libre estuvo ausente en todas las muestras. Y en caso del análisis de los parámetros químicos inorgánicos, el Arsénico registró por encima de los valores permitidos en las ECAS-Agua (estándares nacionales de calidad ambiental), tanto para la comunidad Huayllahura (<1 mg/L) y Ccollpa (2,6 mg/L). Por lo que se concluye que las comunidades estudiadas no consumen agua de

buena calidad, ya que no cumplen con los parámetros establecidos en el D.S. N° 031-2010-S.A.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Calidad sanitaria

Condiciones del agua que necesitan determinar la presencia de un grupo particular de patógenos que indican la presencia de coliformes o materia orgánica. Depende de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos del agua utilizada, desde la captación del agua hasta el suministro de agua a los consumidores (Isaac-Márquez *et al.*, 1994; Gómez-Gutiérrez *et al.*, 2016).

2.2.2. Agua para consumo humano

Agua que cumple las condiciones de consumo. Por este motivo, es necesario evaluar la presencia de virus y patógenos que sean signos de contaminación ambiental. Para prevenir la propagación de enfermedades gastrointestinales (Arcos *et al.*, 2005).

2.2.3. Almacenamiento de agua

Contenedores de agua para consumo humano utilizados en asentamientos humanos para almacenar agua pueden ser tanques de cemento, o de tipo polietileno, etc. Se elaboran porque no hay suficiente agua para usar y pueden causar problemas estomacales sin la protección e higiene adecuadas (Pajares y Orlando, 2002).

2.2.4. Asentamiento humano

Los servicios gubernamentales, el saneamiento, el transporte y la vivienda son limitados en las áreas donde se construyen las viviendas, generalmente en los suburbios (Montánchez, 2013).

2.2.5. Cloro residual libre

Agente oxidante utilizado como desinfectante en el agua potable. La presencia de radicales libres de cloro evita el desarrollo de bacterias, virus o patógenos en el sistema de distribución de agua (Pérez y Ramos, 2018).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. El agua

El agua (del latín agua) es una sustancia compuesta por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Es inodoro, insípido e incoloro a temperatura ambiente (aunque es ligeramente azul en grandes cantidades) y se considera esencial para la vida. No se sabe que existan especies vivas sin la presencia del agua. Compuesto que se da en tres estados (sólido, líquido y gaseoso) a

temperatura global. Es un compuesto con el calor latente de vaporización más alto, 540 cal/gr y con el calor específico más alto después del litio, 1 cal/gramo (Echarri, 1998).

2.3.2. Propiedades químicas del agua

- **Adhesión**, Debido a su potencial, el agua se adhiere y generalmente atrae a otros productos y permanece unida (Echarri, 1998).
- **Cohesión**, Las moléculas de agua se atraen entre sí, por lo que el cuerpo de agua se forma pegándose como una gota (Echarri, 1998).
- **Acción capilar**, La acción capilar del agua junto a la adhesión y cohesión, tiene la capacidad de ascender a través pequeños conductos tubulares. (Echarri, 1998)
- **Tensión superficial**, El agua por la propiedad de cohesión, atrae sus moléculas de su superficie generando tensión superficial. De este modo algunos insectos y animales pueden estar sin sumergirse en el agua (Echarri, 1998).

2.3.3. Propiedades biológicas del agua

Las funciones esenciales del agua para la vida son:

- Disolvente de gran cantidad de sustancias tóxicas y otros compuestos bipolares. También de lípidos y llegan a formar con el agua, dispersiones coloidales.
- Actúa como un agente químico reactivo, ya sea en reacciones de óxido reducción, hidrólisis e hidratación.
- Permite el crecimiento, síntesis y metabolismo de nutrientes, que son la principal fuente de muchos nutrientes.
- Es un termorregulador que permite la vida en múltiples ambientes térmicos.
- Provee mantenimiento de diferentes estructuras celulares (Echarri, 1998)

2.3.4. Principales contaminantes del agua

Existen muchos contaminantes del agua del modo que se agruparán o clasificarán de la siguiente manera:

a. Microorganismos patógenos

Son varios tipos de bacterias, virus y otros patógenos que propagan enfermedades como el cólera, tifoidea, diversas enfermedades gastrointestinales y hasta hepatitis. En los países en desarrollo, este tipo de enfermedades es la principal causa de mortalidad, especialmente para niños (Echarri, 1998).

Estas bacterias y/o virus a menudo ingresan al agua junto con las heces y otros desechos a los que están expuestos los humanos. Por lo tanto, una buena medida de la salud del agua asociada con la cantidad de coliformes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que por cada 100 mL de agua para consumo humano no exista la presencia de colonias de coliformes totales o termotolerantes (Echarri, 1998).

b. Desechos orgánicos

Son un grupo de residuos generados por humanos, animales, etc. Incluyen material fecal y otras sustancias aeróbicas que pueden descomponerse, es decir, generadas en el proceso de uso de oxígeno. Cuando estos desechos son abundantes, el crecimiento bacteriano agota el oxígeno, los peces y otros organismos que requieren oxígeno no pueden sobrevivir en estas áreas. Un buen indicador para medir la contaminación por desechos es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua o DBO (demanda bioquímica de oxígeno) (Echarri, 1998).

c. Sustancias químicas inorgánicas

Este grupo incluye ácidos, sales y metales como el mercurio y el plomo. Si se encuentran en grandes cantidades pueden causar graves daños a los organismos vivos, reducir los cultivos y dañar las instalaciones de agua (Echarri, 1998).

d. Nutrientes vegetales inorgánicos

Los nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para crecer, pero cuando se detectan por encima de los límites permisibles, provocan un aumento de algas y otra materia orgánica, lo que a su vez conduce a la eutrofización del agua. Las algas y plantas se destruyen por acción de la descomposición de microorganismos, el oxígeno se agota y la vida de otros organismos se extingue. El resultado es agua de olor nauseabundo e inutilizable (Echarri, 1998).

e. Compuestos orgánicos

Muchos productos químicos como aceite, gasolina, plásticos, pesticidas, solventes y detergentes. Al ser un material sintético, tiene una estructura molecular compleja que dificulta la degradación de las bacterias, por lo que puede estar sumergido en agua durante mucho tiempo (Echarri, 1998).

f. Sedimentos y materiales suspendidos

Las partículas que se desprenden del suelo, junto con otras sustancias suspendidas en el agua, son una de las principales causas de contaminación del

agua. La turbulencia que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos y los sólidos acumulados destruyen los sitios donde se alimentan los peces, llenan lagos y marismas, bloquean vías fluviales, ríos y puertos (Echarri, 1998).

g. Sustancias radiactivas

Los disolventes radiactivos pueden estar presentes en el agua y pueden acumularse en la cadena alimentaria, dando lugar a más concentraciones en otros organismos que en el agua. El agua caliente producida por plantas industriales eleva la temperatura de ríos y arroyos, reduce el oxígeno y afecta la vida de los organismos vivos (Echarri, 1998).

2.3.5. Efectos en la salud de los contaminantes del agua

La Agencia de protección ambiental (EPA), estableció estándares de seguridad para más de 80 contaminantes en el agua potable que pueden representar un riesgo para la salud humana. Estos contaminantes se pueden dividir en dos grupos según los efectos en la salud que causan (EPA, 2007).

a. Los efectos agudos

Ocurren horas o días después de que una persona haya consumido una sustancia contaminada. Casi todos los contaminantes pueden causar efectos adversos cuando se consumen por encima de los límites permisibles en el agua potable, pero los contaminantes que pueden causar efectos adversos se encuentran en niveles muy altos: virus y patógenos. La mayor parte del cuerpo humano puede combatir estos gérmenes, y estos contaminantes generalmente no tienen efectos duraderos. Sin embargo, pueden causar enfermedades en personas con sistemas inmunológicos debilitados por múltiples causas como son: enfermedades autoinmunes u otras enfermedades como el VIH / SIDA o por quimioterapia, esteroides u otros factores (EPA, 2007).

b. Los efectos crónicos

Estos efectos se manifiestan después un largo periodo de consumo de un contaminante a niveles altos sobre los estándares de calidad de la OMS, EPA, entre otros. Los contaminantes del agua potable que pueden causar daños permanentes son los productos químicos (solventes y pesticidas), radionucleótidos (radio) y minerales (arsénico). Ejemplos de problemas de salud con el agua potable incluyen cáncer, problemas de hígado o riñón, entre otros (EPA, 2007).

2.3.6. Enfermedades transmitidas por el agua

Las infecciones y enfermedades transmitidas por el agua, como la fiebre tifoidea, la malaria, el cólera, la poliomielitis, la meningitis, la hepatitis A y B, se encuentran en áreas mal higienizadas o zonas donde el tratamiento de agua potable es escaso o nulo, propagándose dichas enfermedades. Esto se debe a que los contaminantes están al aire contaminando el agua y los alimentos. Muchas de estas enfermedades se pueden prevenir mejorando la salud pública, proporcionando agua limpia y tomando medidas de higiene como lavarse las manos después de bañarse y preparar las comidas.

La construcción de letrinas o inodoros sanitarios para contener los desechos y las aguas residuales ayudará a erradicar la enfermedad (Domínguez *et al.*, 2013).

El agua para consumo humano no tratada adecuadamente es una causa directa de enfermedad, por lo que proporcionar agua por sí sola no es suficiente para proteger su salud. La capacidad del agua para propagar enfermedades depende de su calidad sanitaria. Las infecciones y enfermedades pueden ser causadas por otros tipos de gérmenes, que incluyen bacterias, hongos y virus (OPS/OMS, 2002).

El agua que está libre de microorganismos patógenos, o bacterias encontradas en materia fecal, o sea que no causa enfermedades, es el agua microbiológicamente segura. El agua tiene muchos beneficios, pero es importante para fines domésticos (beber, cocinar, limpiar, bañarse) porque está relacionada con la enfermedad y la salud. En América Latina y el Caribe, la disponibilidad de agua potable es importante problema de salud pública pues se podría reducir las incidencias de enfermedades por no cumplir los parámetros técnicos, de este modo mejorar la salud humana y familiar, fomentar la participación pública. El término microbio se refiere a gérmenes o microorganismos que son demasiado pequeños para ser vistos a simple vista. Algunos patógenos causantes de enfermedades en los humanos se encuentran en las heces de humanos y animales calientes (animales, animales, animales salvajes). Puede transmitirse del agua, los alimentos, de persona a persona y de animal a humano. En la siguiente tabla se observa algunos y muy importantes microorganismos que causan enfermedades a humanos y que estos utilizan el medio de transporte que es el agua (OPS/OMS, 2002).

Tabla 1. Patógenos y enfermedades causadas por microorganismos transmitidas por el agua (OMS, 2006).

Patógeno	Enfermedad
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera
<i>Escherichia coli</i>	Gastroenteritis aguda
<i>Campylobacter jejuni</i>	Gastroenteritis aguda
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenteritis aguda
<i>Salmonella typhi</i>	Fiebre tifoidea
<i>Shigella sp</i>	Disentería

Los individuos con afecciones gastrointestinales o con deposiciones diarreas, excretan miles de bacterias o virus en sus heces: llegando aproximadamente hasta 100 millones de bacterias o partículas virales.

En el caso de *Escherichia coli* hasta 100 millones, 10 millones de bacterias de *Campylobacter jejuni*, 1 millón de bacterias de *Salmonella typhi* y 1 millón de bacterias correspondientes al *Vibrio cholerae*. Estos ingresan a las vías fluviales por las descargas de las aguas residuales ya sea con tratamiento o sin tratamiento, por el drenaje de lluvias, etc. En las áreas rurales se practica defecación al aire libre, pues esto constituye un foco de contaminación para las aguas superficiales. Las enfermedades infecciosas son una seria amenaza para la salud pública y la remoción de estos agentes patógenos del agua para el consumo humano es una prioridad absoluta, pues su consumo puede provocar una posible epidemia. Los estudios de infecciones transmitidas por el agua y su deseo de controlarlas, se adaptan con mayor frecuencia a sus aspectos sanitarios. Uno de los criterios utilizados para evaluar la calidad del agua es la clase y el número de bacterias presentes. Generalmente, los métodos utilizados están diseñados para identificar el nivel de contaminación del agua asociado con daños humanos y / o animales. Tradicionalmente, las pruebas se han utilizado para confirmar la presencia de un patógeno en lugar de identificarlo (OPS/OMS, 2002).

Algunos métodos para separar y cuantificar los microorganismos contenidos en el agua y los alimentos, no son efectivos, pues las muestras no son abundantes, especialmente si hay otros organismos o si la muestra contiene imprecisiones. Existen métodos básicos, pero suelen ser costosos y de larga duración. Además, algunos laboratorios sin certificación o no especializados no pueden detectar o identificar patógenos como la hepatitis A. Este problema contribuye al uso de un conjunto de microorganismos para la detección e identificación, su presencia en

una cantidad permite determinar la existencia de bacterias dañinas y/o de fácil propagación de estos patógenos. Este grupo de microbios o bacterias se llaman "indicadores". Suelen ser bacterias asociadas con el intestino o tracto intestinal y su presencia en el agua indica que existe contaminación de origen gastrointestinal (materia fecal) (OPS/OMS, 2002).

2.3.7. Microorganismos indicadores de contaminación del agua

La determinación de la microbiota intestinal "normal" como indicador de contaminación fecal es un principio ampliamente aceptado en el seguimiento y evaluación de la contaminación bacteriana en los sistemas de suministro de agua (Jones, 1998). Deben de cumplir ciertos requisitos como:

- Ser inocuo para los humanos.
- Su presencia debe ser más prolongada que los microorganismos que causan enfermedades.
- Considerar agua segura si la ausencia de microorganismos patógenos es nula.
- Debe de ser específico para contaminación fecal, encontrándose con regularidad en materia fecal y asociado a las aguas residuales.
- En relación costo/tiempo debe tener el menor posible, además de ser fácilmente aislable, identificable y numerable.
- Tener la capacidad de desarrollarse en medios comunes.
- Tener distribución aleatoria en las muestras.
- Debe tener resistencia a la inhibición de su crecimiento por otras especies.

El propósito de crear reglas y regulaciones es controlar la cantidad de un agente causal responsable de ciertas enfermedades y condiciones que indican un riesgo de infección o enfermedad (Jones, 1998).

Las bacterias heterotróficas, coliformes totales y coliformes fecales; son microorganismos indicadores, están contemplados en la Norma Técnica Nacional (ITINTEC, 1987).

a. Bacterias heterotróficas

Son un grupo de bacterias ambientales altamente proliferativos que están presentes en todo el cuerpo de agua. Este es un signo de la eficacia del tratamiento de agua que determina la naturaleza de su desinfección. Esto determina condiciones higiénicas del agua, sus altas concentraciones de estos microorganismos producen: (Chuchón, 2013).

- Calidad de agua deteriorada.

- Sabor y olor desagradable.
- Formación de limo o película.
- Detección de coliformes con interferencias. Su importancia de la determinación de las bacterias heterotróficas en agua potable radica en que:
- Las fuentes de captación, pozos, tanques de almacenamiento se evalúan sus condiciones higiénicas.
- Se evalúa la calidad en los diferentes niveles de tratamiento del agua potables.
- Se evalúa la calidad sanitaria del agua para consumo humano.

b. El grupo de bacterias coliformes totales

Tienen la capacidad de fermentar lactosa a 35°C en aproximadamente 24 - 48 horas para producir ácido y gas. Contienen la enzima β -galactosidasa cromogénica que actúa sobre la ONPG (orto-nitrofenil- β -d-galactopiranosido). Este elemento actúa como fuente de carbono y su resultado es un cambio de color moderado en el medio de cultivo. La actividad es detectada por una muestra de sustrato específica. Las técnicas analíticas más comunes son las pruebas de tubos múltiples y el filtro de membrana (Apella, 1998).

c. Los coliformes fecales o termotolerantes

Los coliformes termotolerantes son un grupo de bacterias de los coliformes totales relacionadas con la contaminación fecal. Por este motivo, anteriormente se les denominaban coliformes fecales, estas bacterias no se producen o multiplican en ambientes acuáticos.

Se desarrollan a una temperatura de 44.5°C, además a esta temperatura se inhibe el crecimiento de los coliformes no tolerantes. Se pueden utilizar múltiples pruebas sencillas, bajo costo y globalmente utilizadas en programas de vigilancia de la calidad del agua. Estas técnicas de análisis utilizados son: la prueba de tubos múltiples y de filtro de membrana. Además, de estas técnicas, existen otras más avanzadas, pero son más costosas y demandan tiempo en su implementación y procesamiento. Las técnicas tradicionales siguen siendo aprobadas por los estándares internacionales (Apella, 1998).

Tabla 2. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos según la Norma Técnica Peruana y la OMS (Reglamento de la calidad del agua para consumo humano., 2010; OMS, 2006)

Parámetro	Norma Técnica Peruana		OMS	
	Unidad de medida	LMP	Unidad de medida	LMP
Coliformes totales	UFC/100mL a 35°C	0	UFC/100mL a 35°C	0
Coliformes fecales	UFC/100mL a 44.5°C	0	UFC/100mL a 44.5°C	0
Bacterias heterotróficas	UFC/100mL a 35°C	<500 UFC/mL	UFC/100mL a 35°C	-
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Nº org/L	0	Nº org/L	0
Virus	UFC/mL	0	UFC/mL	0
Organismos de vida libre como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos estadios evolutivos	Nº org/L	0	Nº org/L	0

2.3.8. Cloro y el agua de consumo humano

El cloro, los compuestos de cloro o los derivados de éste, son los componentes químicos más utilizados, porque tienen un efecto antibacteriano muy eficaz y su residuo es retenido por el sistema de agua. El proceso de desinfección en agua es considerado como uno de los avances importantes en cuanto a desarrollo científico del siglo XX, pues si este proceso no se desarrolla con los protocolos correctos pueden reaccionar con los elementos de ocurrencia natural dentro del agua y llegando a formar productos secundarios que pueden poner en riesgo la salud de una determinada población (EPA, 2003).

La desinfección utilizando el cloro, es un proceso químico que elimina todo tipo de microorganismos. Existen 2 tipos de desinfección: la primaria y la secundaria; la primaria, elimina organismos y la secundaria hace que se mantenga el desinfectante residual para prevenir el desarrollo de otros microorganismos en un determinado sistema de distribución de agua. Las diferentes combinaciones del cloro ya sea como: CaClO_2 , en forma líquida NaClO o como gas Cl_2 se utilizan como desinfectante en muchos países (Arellano, 2002).

La OMS menciona que: “En estos tiempos, la utilización del cloro es el mejor desinfectante, pues otorga garantía del agua microbiológicamente segura o apta para consumo humano”. Por su propia naturaleza, el cloro es eficaz contra varios tipos de microorganismos en el agua, incluidas bacterias, hongos, levaduras, algas y limos que se esparcen en tuberías y tanques de almacenamiento. Además de ser el método más económico, la cloración sola asegura que el agua

tratada esté libre de bacterias antes de que pase a través de tuberías y tanques hasta la llegada al grifo de los domicilios. Uno de los usos más importantes del cloro es mantenerlo activo durante algún tiempo después de entrar en contacto con el agua. De esta manera protege de los contaminantes, de los microorganismos. A esta porción de cloro se le conoce como cloro residual (OMS, 2006).

2.3.9. El potencial de hidrógeno (pH)

Para determinar el pH de una sustancia ácida, neutra o básica se mide con el número de iones hidrógeno presente. Tiene una escala de medición de 0 a 14, para determinar la acidez de una sustancia tiene que estar en la escala 0 a 7, si está en la escala 7 es neutra y de 7 a 14 es básica.

Cuando la sustancia es neutra, el número de átomos de hidrógeno y oxhidrilo es igual. Si el número de átomos de hidrógeno (H^+) es mayor que el número de átomos del oxhidrilo (OH^-) dicha sustancia es ácida (Barrenechea, 2004).

La estimación de iones de hidrógeno es un factor muy importante para la calidad de las aguas naturales como residuales. Todas las etapas de tratamiento de agua potable y aguas residuales; la neutralización ácido base, precipitación, coagulación, desinfección dependen del pH (Barrenechea, 2004).

2.3.10. Turbidez

La transparencia del agua es esencial para los productos destinados para consumo humano y aplicaciones multindustriales. Los fabricantes de bebidas, procesadores de alimentos y procesadores de plantas para extracción confían en la coagulación, la clasificación y filtración para garantizar productos aceptables. La transparencia del agua es lo que asegura la calidad y eficiencia de estos sistemas. La turbidez del agua está formada por arcilla o sólidos en suspensión como materiales bien dispersos, solventes, plancton y otras partículas pequeñas. La turbidez es un fenómeno óptico que propaga y absorbe la luz que envía directamente a través de la muestra. Es difícil determinar la naturaleza de la combinación de turbidez y el peso de los objetos suspendidos, ya que el tamaño, la forma de las partículas también están involucradas en la dispersión de la luz. Las partículas negras, como el carbón activado pueden absorber la luz y aumentar el valor de la turbidez (CEPIS y OPS/OMS, 2004).

2.4. Asentamiento humano

El término asentamiento hace referencia al hábitat humano informal o no del todo adecuado. En términos generales, son poblaciones humanas que establecen

como su espacio de hábitat un lugar determinado para su permanencia a consecuencia de múltiples factores como la pobreza, desempleo, escasas posibilidades habitacionales en las zonas urbanas, etc (Bembibre, 2012).

2.4.1. El agua en los asentamientos humanos

En el Perú en los últimos años ha experimentado grandes cambios demográficos, siendo las zonas urbanas las más pobladas, situación que obliga a asentarse en sitios carentes de servicios básicos como: agua y desagüe, de esta forma se originan asentamientos humanos irregulares. La calidad del agua carece de datos actuales a este respecto y sus habitantes en gran parte de nuestro país consumen agua que proviene de un único grifo de la red de abastecimiento y/o de camiones cisterna, por lo que las personas almacenan agua en recipientes de plástico, en algunos casos sin recubrimiento o tapa, de tal forma que exponen el agua a factores de riesgo que podrían contaminarla y generar enfermedades de importancia en la salud pública (Jonis-Jiménez *et al.*, 2013).

2.5. Marco legal

- D.S. N° 031-2010-S.A (Reglamento de la Calidad de Consumo Humano). El cual contiene 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; no solo establece límites máximos permisibles, también establece nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales. Respecto a la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano; además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas (Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, 2010).
- D.S. N° 004-2017-MINAM. (Estándares nacionales de calidad ambiental para agua), con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición cuerpo receptor y componentes básicos de cuerpos acuáticos, que no representa riesgo significativo para salud de las personas ni para el ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental (Estándares de Calidad Ambiental para agua, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”, que está ubicado al noreste de la ciudad Huamanga a una distancia de 6,7Km y a una altitud 2745 msnm.

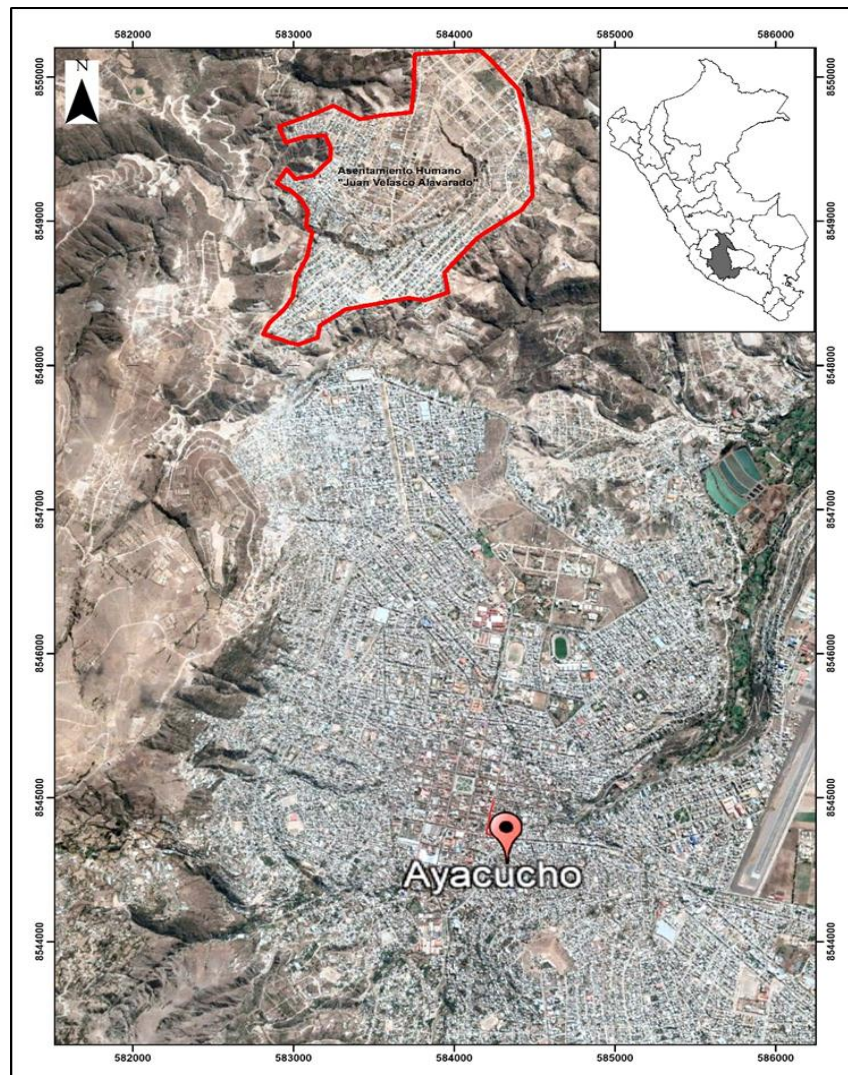


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

3.2. Características de la zona de estudio

De acuerdo a lo observado, el área donde se extiende se caracteriza por ser de clima seco y árido con vegetación escasa constituida principalmente por molle. El material de construcción empleado para las viviendas en su gran mayoría está constituido por adobe, carecen de servicios de saneamiento básico, como desagüe, letrinas e instalaciones de agua potable. Tienen piletas públicas cuyo servicio no es permanente; es frecuente encontrar lugares donde se acumula residuos sólidos, material fecal a campo abierto y la presencia de animales domésticos como canes.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Agua almacenada para consumo humano en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”, Ayacucho 2017.

3.3.2. Muestra

Constituido por 88 muestras de los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”, que fueron colectadas durante los meses de junio a setiembre del 2017.

Se calculó el tamaño de muestra utilizando la fórmula de tamaño muestral siguiente:

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Dónde:

p = 70% (cumple)

q = 30% (no cumple)

Z² = 1.96

E = 10%

Se realizó un muestreo piloto donde se tomó 15 muestras para determinar los valores de p (cumple con los límites máximos permisibles D.S. N° 031-2010-S.A) y q (no cumple con los límites máximos permisibles D.S. N° 031-2010-S.A), siendo estas las asumidas en el trabajo de investigación.

Reemplazando valores se calculó una muestra de 80.67 que posteriormente se agregaron 7 muestras más siendo un total de 88 muestras.

3.4. Tipo de investigación

Descriptivo correlacional, transversal, prospectivo.

3.5. Diseño de estudio

No experimental

3.6. Metodología y recolección de datos

3.6.1. Aseguramiento del acceso a las viviendas

Antes del inicio de la toma de muestras, se contactó con los integrantes de la junta directiva de asentamiento humano, para sensibilizarlos y generar la necesidad de desarrollar la investigación que permita determinar la calidad del agua almacenada en las viviendas. Posteriormente dichos dirigentes se comprometieron a socializar lo conversado para obtener el acceso a las viviendas de los integrantes de su asociación para la colecta de muestras de agua almacenada.

3.6.2. Toma de muestra del agua

Se colectó muestras de agua consistente en 100 mL, colectadas cada 15 días, considerando que es el lapso de tiempo máximo de almacenamiento de agua en los hogares, así mismo considerando que es el tiempo que toma para el procesamiento fisicoquímico y microbiológico de las muestras.

La recolección de muestras se realizó en base a las técnicas de muestreo de agua para análisis microbiológico establecido por Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Aguas Residuales (APHA AWWA. WPCF), (APHA. American Public Health Association, 1992).

a. Técnica de toma de muestra de agua

- Se introdujo el frasco de muestreo a 10 cm de profundidad, con la finalidad de crear una corriente artificial que permita ingresar al agua en el frasco hasta llenar.
- Después se retiró con cuidado el frasco, dejando un pequeño vacío que permitió homogenizar la muestra.
- Complementariamente, se tomó dos muestras de agua, un frasco de vidrio estéril de 500 mL con 0,1 ml de tiosulfato de sodio al 10 % destinado al análisis microbiológico y en otro frasco de semejantes características sin tiosulfato de 250 mL para el análisis químico (APHA. American Public Health Association, 1992).

b. Transporte al laboratorio

Los frascos conteniendo las muestras fueron transportados en un cooler con una cadena de custodia al Laboratorio de Dirección de Salud Ambiental-DIRESA, a una temperatura aprox. 6 °C (± 2).

3.6.3. Cuantificación de coliformes totales y coliformes termotolerantes por la técnica de filtro de membrana

a. Para coliformes totales:

- Se colocó un filtro de membrana (0,45 µm) estéril sobre el soporte de filtración, utilizando pinzas estériles, el matraz colector se adaptó para estar conectado a una bomba eléctrica al vacío.
- Aproximadamente 10 mL del medio líquido selectivo Endo-LES preparado, fue depositado en placas de Petri.
- Finalizado el proceso de filtrado, la membrana fue extraída del sistema de filtrado y fue colocada sobre la placa de Petri con la almohadilla absorbente en el medio Endo-LES evitando la presencia de burbujas entre la membrana y el medio, asegurado el contacto íntimo entre la membrana y el medio.
- Finalmente, la placa Petri fue cubierta con su tapa e invertida, para ser incubada a una temperatura de 35 ± 0.5 °C por 22 a 24 horas (Laboratorio de control ambiental - DIGESA., 2010;Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 1997).

b. Para coliformes termotolerantes:

- Se colocó un filtro de membrana (0,45 µm) estéril sobre el soporte de filtración, utilizando pinzas estériles.
- Se filtró 100 mL de muestra de agua, previamente homogenizada, efectuando el vacío necesario.
- Con las pinzas esterilizadas, se transfirió la membrana sobre el medio de cultivo m-FC contenido en una placa petri,
- Finalmente la placa de Petri fue cubierta con su tapa e invertid y luego se incubó a $44 \text{ C}^\circ \pm 1$ °C durante 24 horas \pm 2 horas (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 1997).

c. Recuento

- Se procedió a contar las placas que contengan entre 20 a 80 colonias de coliformes y no más de 200 colonias en la placa.
- En el medio Endo-LES las colonias típicas de coliformes totales tuvieron un color rosa a rojo oscuro con un brillo metálico dorado o verde amarillento.
- Del mismo modo se procedió para coliformes termotolerantes, las colonias típicas en medio m-FC fueron de color azul.

d. Expresión de resultados

$$UFC/100\text{ ml} = \frac{\text{colonias de coliformes contadas} \times 100}{\text{vol. de muestra filtrado}}$$

Reportar como número de coliformes por 100 mL, si no se observan colonias de coliformes, se reporta <1 UFC/100mL.

3.6.4. Determinación del cloro residual por la técnica colorimétrica DPD

Se debe considerar que las muestras analizadas fueron llevadas al laboratorio una vez colectadas en campo, por lo que los resultados presentan alteraciones y deben ser referencialmente. Para la determinación se empleó un colorímetro digital marca HACH y se procedió de la siguiente manera:

- Antes de iniciar el proceso de medición, se efectuó la calibración del equipo.
- Al frasco conteniendo la muestra de agua, se agregó el reactivo DPD, tronándose de un color grosella cuando existe cloro presente, mientras que no sufre cambio de coloración cuando no existe.
- El frasco conteniendo la muestra y el reactivo DPD se colocó en la celda de lectura del equipo para su lectura. El resultado se mostró en la pantalla de lectura en unidades de miligramos por litro (mg/L).

3.6.5. Determinación de pH por el método electrométrico

- Primero se realizó la calibración del equipo, para este efecto se utilizó dos soluciones buffer, cuyos valores de pH cubrieron el rango de pH esperado por la muestra a medir.
- El electrodo del equipo fue sumergido en la muestra a medir, se registró el valor del pH además de la temperatura. En el proceso de medición se agitó moderadamente la muestra para evitar la difusión del dióxido de carbono y suficiente como para homogeneizar la muestra.
- Una vez finalizada la medida, el electrodo fue enjuagado con agua destilada y secado para posteriormente se colocó en la solución de preservación.

3.6.6. Determinación de turbidez por el método nefelométrico

- Se realizó la calibración del equipo de acuerdo al manual de instrucciones.
- Se tomó una pequeña alícuota en el frasco del turbidímetro, previa agitación del frasco colector.
- El frasco fue colocado en la celda de lectura y se procedió a hacer la medición.

3.6.7. Determinación de las condiciones de almacenamiento de agua

Para este efecto se empleó una guía de observación que se muestra en el Anexo 1. Para su llenado fue necesario verificar in situ el recipiente de almacenamiento.

3.6.8. Relación de la calidad sanitaria del agua y las condiciones de almacenamiento

Para este efecto se empleó la prueba de chi cuadrado (J_i^2) para el cual los indicadores de la variable dependiente (coliformes totales, coliformes termotolerantes, pH, turbidez y cloro residual) fue categorizado a dos niveles (cumple y no cumple) según los límites máximos permisibles (D.S. N° 031-2010-S.A), así mismo debido a que los indicadores de la variable dependiente son cualitativas (nominales). Se empleó la prueba de independencia de chi cuadrado con un nivel de confianza del 95%:

$$X^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Dónde:

o_i : representa cada frecuencia observada

e_i : representa a cada frecuencia esperada

Se probó las siguientes Hipótesis:

H_0 = Las variables son independientes

H_i = Las variables no son independiente

3.7. Análisis estadístico

Con los datos obtenidos en el estudio se construyó una matriz de datos utilizando el software Excel, el cual posteriormente fue exportado a IBM SPSS 24, donde se realizaron los análisis estadísticos. Se obtuvieron estadísticos descriptivos expresados en porcentaje, los que fueron presentados en tablas y figuras. Con la finalidad de determinar la posible asociación entre las variables de la calidad del agua con las condiciones de su almacenamiento se realizó la prueba de Chi-cuadrado considerando un error estimado de 10% ($\alpha=0.1$).

IV. RESULTADOS

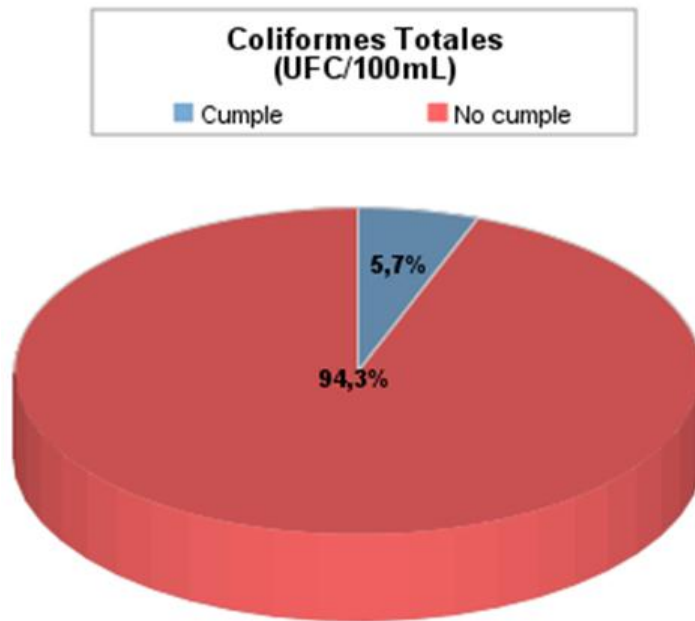


Figura 2. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales para coliformes totales del DS N° 031-2010-S.A. en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Coliformes fecales (UFC/100mL)

■ Cumple ■ No cumple

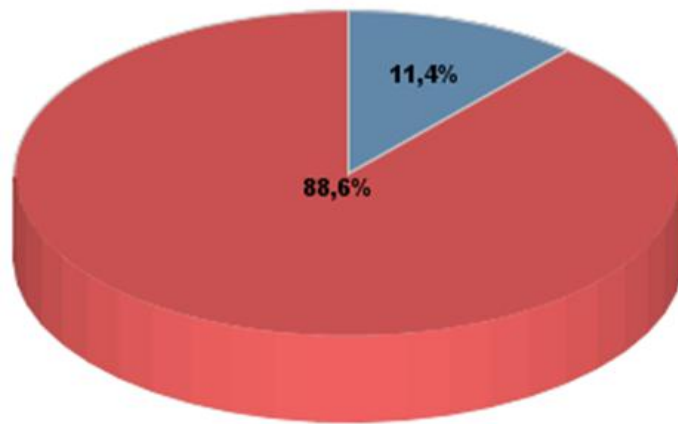


Figura 3. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales para coliformes termotolerantes del DS N° 031-2010-S.A. en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

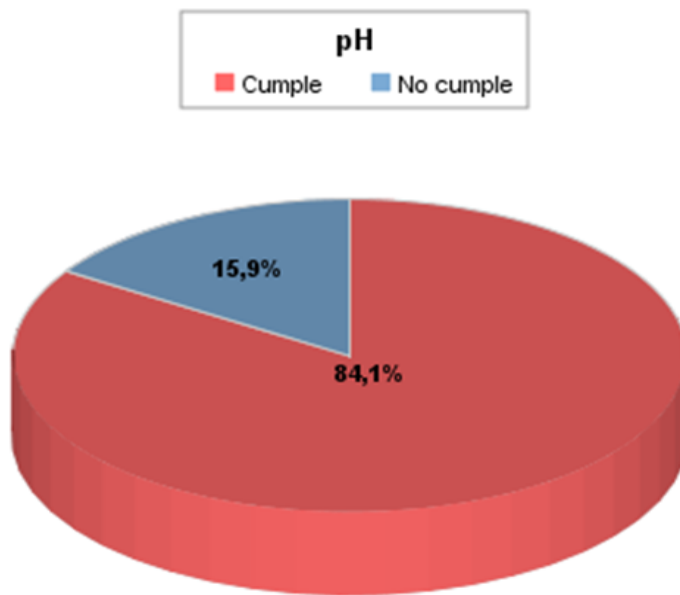


Figura 4. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales para pH del DS N° 031-2010-S.A. en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

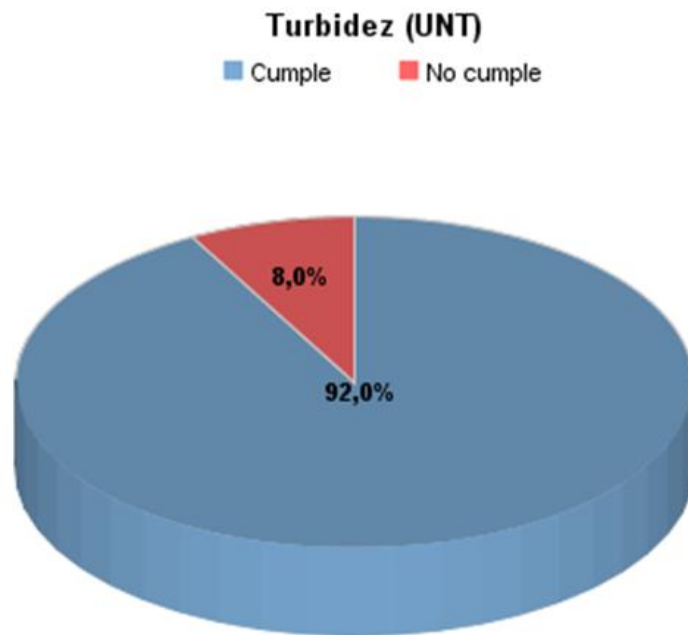


Figura 5. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales para turbidez del DS N° 031-2010-S.A. en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Tabla 3. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para coliformes totales (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Condiciones de almacenamiento		Coliformes Totales (UFC/100mL)				Chi cuadrado (Sig)
		Cumple		No cumple		
		Nº	%	Nº	%	
Tipo de recipiente	Plástico	5	100,0%	81	97,6%	0,725
	Otro	0	0,0%	2	2,4%	
Tamaño de recipiente	Pequeño (<10 L)	2	40,0%	17	20,5%	0,548
	Mediano (10 a 500 L)	2	40,0%	51	61,4%	
	Grande (>500 L)	1	20,0%	15	18,1%	
Tiempo de almacenamiento	Uno	2	40,0%	11	13,3%	0,223
	Entre uno y siete	2	40,0%	59	71,1%	
Protección de recipiente	Más de siete	1	20,0%	13	15,7%	0,602
	Con tapa	4	80,0%	73	88,0%	
Frecuencia de limpieza	Sin tapa	1	20,0%	10	12,0%	0,116
	Diario	2	40,0%	9	10,8%	
	Semanal	2	40,0%	64	77,1%	
Presencia de sedimento	Mensual	1	20,0%	10	12,0%	0,090
	Ausencia	5	100,0%	52	62,7%	
Presencia de animales	Presencia	0	0,0%	31	37,3%	0,533
	Ausencia	5	100,0%	77	92,8%	
Lugar de almacenamiento	Presencia	0	0,0%	6	7,2%	0,050
	Patio	1	20,0%	53	63,9%	
	Cocina	4	80,0%	30	36,1%	
Fuente de obtención del agua	Otro	0	0,0%	0	0,0%	0,000
	Domiciliario	3	60,0%	81	97,6%	
	Otro	2	40,0%	2	2,4%	

Tabla 4. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para coliformes termotolerantes (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Condiciones de almacenamiento		Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)				Chi-cuadrado (Sig)
		Cumple		No cumple		
		Nº	%	Nº	%	
Tipo de recipiente	Plástico	10	100,0%	76	97,4%	0,608
	Otro	0	0,0%	2	2,6%	
Tamaño de recipiente	Pequeño (<10 L)	4	40,0%	15	19,2%	0,304
	Mediano (10 a 500 L)	5	50,0%	48	61,5%	
	Grande (>500 L)	1	10,0%	15	19,2%	
Tiempo de almacenamiento	Uno	2	40,0%	11	13,3%	0,287
	Entre uno y siete	2	40,0%	59	71,1%	
Protección de recipiente	Más de siete	1	20,0%	13	15,7%	0,800
	Con tapa	9	90,0%	68	87,2%	
Frecuencia de limpieza	Sin tapa	1	10,0%	10	12,8%	0,206
	Diario	3	30,0%	8	10,3%	
	Semanal	6	60,0%	60	76,9%	
Presencia de sedimento	Mensual	1	10,0%	10	12,8%	0,076
	Ausencia	9	90,0%	48	61,5%	
Presencia de animales	Presencia	1	10,0%	30	38,5%	0,364
	Ausencia	10	100,0%	72	92,3%	
Lugar de almacenamiento	Presencia	0	0,0%	6	7,7%	0,433
	Patio	5	50,0%	49	62,8%	
	Cocina	5	50,0%	29	37,2%	
Fuente de obtención del agua	Otro	0	0,0%	0	0,0%	0,013
	Domiciliario	8	80,0%	76	97,4%	

Tabla 5. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para pH (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Condiciones de almacenamiento		Cumple		pH No cumple		Chi-cuadrado (Sig)
		Nº	%	Nº	%	
Tipo de recipiente	Plástico	72	97,3%	14	100,0%	0,534
	Otro	2	2,7%	0	0,0%	
Tamaño de recipiente	Pequeño (<10 L)	16	21,6%	3	21,4%	0,912
	Mediano (10 a 500 L)	44	59,5%	9	64,3%	
	Grande (>500 L)	14	18,9%	2	14,3%	
Tiempo de almacenamiento	Uno	11	14,9%	2	14,3%	0,980
	Entre uno y siete	51	68,9%	10	71,4%	
Protección de recipiente	Más de siete	12	16,2%	2	14,3%	0,509
	Con tapa	64	86,5%	13	92,9%	
Frecuencia de limpieza	Sin tapa	10	13,5%	1	7,1%	0,797
	Diario	10	13,5%	1	7,1%	
	Semanal	55	74,3%	11	78,6%	
Presencia de sedimento	Mensual	9	12,2%	2	14,3%	0,967
	Ausencia	48	64,9%	9	64,3%	
Presencia de animales	Presencia	26	35,1%	5	35,7%	0,958
	Ausencia	69	93,2%	13	92,9%	
Lugar de almacenamiento	Presencia	5	6,8%	1	7,1%	0,399
	Patio	44	59,5%	10	71,4%	
	Cocina	30	40,5%	4	28,6%	
Fuente de obtención del agua	Otro	0	0,0%	0	0,0%	0,373
	Domiciliario	70	94,6%	14	100,0%	

Tabla 6. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para turbidez (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Condiciones de almacenamiento		Turbidez (UNT)				Chi-cuadrado (Sig)
		Cumple		No cumple		
		Nº	%	Nº	%	
Tipo de recipiente	Plástico	79	97,5%	7	100,0%	0,674
	Otro	2	2,5%	0	0,0%	
Tamaño de recipiente	Pequeño (<10 L)	19	23,5%	0	0,0%	0,324
	Mediano (10 a 500 L)	48	59,3%	5	71,4%	
	Grande (>500 L)	14	17,3%	2	28,6%	
Tiempo de almacenamiento	Uno	13	16,0%	0	0,0%	0,388
	Entre uno y siete	56	69,1%	5	71,4%	
Protección de recipiente	Más de siete	12	14,8%	2	28,6%	0,882
	Con tapa	71	87,7%	6	85,7%	
Frecuencia de limpieza	Sin tapa	10	12,3%	1	14,3%	0,581
	Diario	11	13,6%	0	0,0%	
	Semanal	60	74,1%	6	85,7%	
Presencia de sedimento	Mensual	10	12,3%	1	14,3%	0,037
	Ausencia	55	67,9%	2	28,6%	
Presencia de animales	Presencia	26	32,1%	5	71,4%	0,414
	Ausencia	76	93,8%	6	85,7%	
Lugar de almacenamiento	Presencia	5	6,2%	1	14,3%	0,569
	Patio	49	60,5%	5	71,4%	
	Cocina	32	39,5%	2	28,6%	
Fuente de obtención del agua	Otro	0	0,0%	0	0,0%	0,547
	Domiciliario	77	95,1%	7	100,0%	
	Otro	4	4,9%	0	0,0%	

Tabla 7. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano considerando el cumplimiento para cloro residual (DS N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Condiciones de almacenamiento		Cloro residual (mg/L)			
		Cumple		No cumple	
		Nº	%	Nº	%
Tipo de recipiente	Plástico	0	0%	86	97,7%
	Otro	0	0%	2	2,3%
Tamaño de recipiente	Pequeño (<10 L)	0	0%	19	21,6%
	Mediano (10 a 500 L)	0	0%	53	60,2%
	Grande (>500 L)	0	0%	16	18,2%
Tiempo de almacenamiento	Uno	0	0%	13	14,8%
	Entre uno y siete	0	0%	61	69,3%
	Más de siete	0	0%	14	15,9%
Protección de recipiente	Con tapa	0	0%	77	87,5%
	Sin tapa	0	0%	11	12,5%
Frecuencia de limpieza	Diario	0	0%	11	12,5%
	Semanal	0	0%	66	75,0%
	Mensual	0	0%	11	12,5%
Presencia de sedimento	Ausencia	0	0%	57	64,8%
	Presencia	0	0%	31	35,2%
Presencia de animales	Ausencia	0	0%	82	93,2%
	Presencia	0	0%	6	6,8%
Lugar de almacenamiento	Patio	0	0%	54	61,4%
	Cocina	0	0%	34	38,6%
	Otro	0	0%	0	0,0%
Fuente de obtención del agua	Domiciliario	0	0%	84	95,5%
	Otro	0	0%	4	4,5%

V. DISCUSIÓN

La Figura 2, muestra el porcentaje de muestras de agua que cumplen y no con lo estipulado con el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano aprobado con el D.S. N° 031-2010-S.A. Se observa que, de las 88 muestras colectadas de agua almacenada para consumo humano en el Asentamiento Humano Juan Velasco Alvarado de julio a setiembre del 2017, el 94,3% (83) sobrepasan los límites máximos permisibles de los parámetros microbiológicos en el indicador coliformes totales, mientras que solo el 5,7% (5) se halla dentro. Los resultados hallados son preocupantes debido a que las personas del asentamiento humano estudiado, están consumiendo agua que no reúne los requisitos mínimos de calidad sanitaria, por lo que se encuentran en riesgo de adquirir y desarrollar enfermedades causadas por la presencia de dichas bacterias. Sin embargo, es una realidad que es común en todo nuestro país, tal es el caso que Marchand (2002) reporta resultados similares para Lima Metropolitana, Calsin (2016) para Puno, Amado (2017) para Arequipa, mostrando que la mayoría de las muestras no cumplen con dicho requisito. Los asentamientos humanos, considerados como grupos humanos que ocupan un territorio cerca a grandes centros urbanos (ciudades) y en la que son típicamente marginales (social y económicamente), hace que tengan las condiciones de saneamiento inadecuado (Dávila y Inuma, 2019). Uno de los aspectos que es generalizado en los asentamientos humanos de nuestro país y en otros países en vías de desarrollo, es que no disponen de un sistema adecuado de abastecimiento de agua potable, por lo que es muy fácil la transmisión de muchas enfermedades por el consumo de agua contaminada (Ríos-Tobón *et al.*, 2017). En los asentamientos humanos es muy común acceder a agua, pero previo transporte de lugares distantes y almacenarlo en el hogar por varios días (Mintz *et al.*, 1995; Cairncross *et al.*, 2010). A nivel mundial se considera que un elevado porcentaje de enfermedades gastrointestinales (88%), está relacionado

directamente con el consumo de agua insegura, saneamiento deficiente y poca higiene (OMS, 2006). La deficiente calidad sanitaria del agua que se consume en el asentamiento humano, se debe múltiples factores, coadyuvante a la falta de agua potable en los hogares, como la deficiente dosificación de cloro en sus sistemas de potabilización, reservorios y redes de distribución en mal estado, sistemas de captación no idóneos, entre otros (Isaac-Márquez *et al.*, 1994).

Existen muchas investigaciones que corroboran de la mala calidad sanitaria del agua almacenada, es el caso del trabajo de Tarqui y colaboradores, desarrollado entre los años 2012-2013 que determinó que el agua para consumo en tres regiones del Perú, mayoritariamente fueron de mala calidad bacteriológica por la presencia de coliformes totales en recipientes de almacenamiento, tal es el caso de Cajamarca con el 91,12% de los recipientes conteniendo agua para consumo, Huancavelica con el 86,16% de recipientes y Huánuco donde se registró coliformes totales, en el 81,12% en recipientes de un total de 706 muestras tomadas de viviendas (Tarqui-Mamani *et al.*, 2016).

La presencia de coliformes en agua de consumo humano, es evidencia de la mala calidad del proceso de potabilización, distribución y de almacenamiento, como ocurre en los asentamientos humanos que no disponen de agua potable en los hogares. Es evidente que esta problemática no solo ocurre en el Perú, ya que en un trabajo de investigación desarrollado en Argentina en la cuenca Matanza-Riachuelo, se determinó que el 80% de muestras de agua de pozos de almacenamiento en hogares, no son considerados como agua potable por exceso de coliformes (Monteverde *et al.*, 2013), de igual manera en Cuba en comunidades de la Habana Vieja se determinó que el 51,8% de muestras de agua intradomiciliarias exceden los límites de coliformes fecales (Concepción *et al.*, 2013).

La Figura 3, muestra que el 88,6% conformado por 78 muestras de agua almacenada proveniente de hogares del asentamiento humano “Juan Velasco Alvarado”, no cumplen con los parámetros microbiológicos establecidos por el D.S. N° 031-2010-S.A para coliformes termotolerantes y un porcentaje muy reducido de 11,4% constituido por 10 muestras, si cumplió con el decreto en referencia. Lo cual indica que los pobladores de dicho Asentamiento Humano están consumiendo agua contaminada, además de estar expuestos a múltiples enfermedades como fiebre tifoidea, la disentería e infecciones gastrointestinales, información que coincide lo mencionado por Pino *et al.*, (2010), Godoy *et al.*,

(2011) y Olivas *et al.*, (2013) donde resaltan también la importancia de los coliformes totales y fecales como indicadores inmediatos de contaminación de agua. Por otro lado es necesario resaltar que no se da mucha importancia al estudio de la contaminación del agua, especialmente de reservorios, tanques o cisternas que son las vías de distribución directa para los habitantes tal como lo menciona Marchand (2002).

La Figura 4 y 5, muestran que un elevado porcentaje de muestras que cumplen con los parámetros de pH y turbidez estipulados en el D.S. N° 031-2010-S.A, a diferencia de los parámetros microbiológicos. Para el caso del pH, se observa que el 84,1% (77 muestras) y para la turbidez el 92,0% (81 muestras) cumplen con el decreto supremo en mención. Es importante tener en cuenta que a elevadas cantidades del pH en el agua de consumo, no genera efectos directos en los consumidores, pero si afecta el proceso de desinfección con cloro, por tal motivo se recomienda que el pH sea menor a 8 para una desinfección eficaz (OMS, 2006). Otro factor importante es la turbidez ya que está relacionado con las deficiencias en el proceso de potabilización, específicamente con el sistema de remoción de sólidos como arcilla, compuestos coloreados y microorganismos (Marcó *et al.*, 2004).

En las tablas 3, 4, 5, 6 y 7 se muestran las frecuencias de las muestras de agua para consumo humano según el cumplimiento de coliformes totales, coliformes termotolerantes, pH, turbiedad y cloro residual (D.S. N° 031-2010-S.A.) en relación a las condiciones de almacenamiento en los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”, Ayacucho 2017.

Dentro las condiciones de almacenamiento fueron consideradas las características del recipiente contenedor (tipo y tamaño), tiempo de almacenamiento, protección de recipiente, frecuencia de limpieza, presencia de sedimento y animales, lugar de almacenamiento, fuente de obtención de agua, con la finalidad de identificar posibles influencias de dichas características sobre la calidad del agua almacenada.

Con respecto a coliformes totales, la prueba de Chi-cuadrado con la que se buscó estimar el nivel de relación entre ambos grupos de variables, no se halló significancia estadística en ninguna de las condiciones de almacenamiento ($p > 0,05$), con excepción del lugar de almacenamiento y fuente de obtención del agua ($p < 0,05$) tal como se muestra en el Anexo 6, evidenciándose de la existencia de relación entre el cumplimiento del decreto supremo respecto a los

coliformes totales con las dos condiciones de almacenamiento. Respecto al lugar de almacenamiento del recipiente, se observa que 63,9% de las muestras evaluadas se hallan en el patio y 36,1 % en la cocina, los cuales no cumplen con el parámetro de coliformes totales. El agua al almacenarse en el patio está sujeto a la influencia de diferentes factores que alteran su calidad, dentro de los principales se puede mencionar a la presencia de animales domésticos (que muy frecuentemente se observa en los asentamientos humanos) y silvestres (aves, roedores, insectos, entre otros), así como de la incidencia de partículas en suspensión (polvo) que es de elevada concentración en el aire debido a la falta de cubierta de cemento o mezcla de brea de las vías de acceso; mientras que el agua almacenada en la cocina de cierta se halla protegida en mayor medida, coincidiendo con lo mencionado por Domínguez-Navarrete *et al.*, (2013). Adicionalmente, podría mencionarse otros factores como el poco cuidado que se tiene al extraer agua del recipiente en un lugar que no es la cocina, pudiendo ser destinado para el consumo y otros fines. Para el caso de la fuente de obtención del agua, se observa que el 97,6% de muestras analizadas son obtenidas de fuente domiciliaria y el 2,4% de otras fuentes (camiones cisternas), los cuales no cumplen el porcentaje mínimo de coliformes totales de acuerdo al Decreto Supremo N° 031-2010-S.A. Lo hallado puede deberse a que el agua de fuente domiciliaria, proviene de una planta que no es administrada por la autoridad competente como es el caso del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Ayacucho S.A. (SEDA), que provee agua potable a la ciudad de Ayacucho, Es importante mencionar que el agua que consume el asentamiento Humano en estudio, proviene de una fuente ubicada al noreste a unos 20 Km, el cual es almacenada en un tanque donde se dosifica cloro eventualmente, por consecuencia existe un deficiente tratamiento del agua para consumo humano, así mismo Mendoza, (2012) menciona que el abastecimiento de agua en las zonas rurales y los asentamientos humanos es ineficiente dado que la responsabilidad del manejo de este servicio se encuentra a diferentes niveles como las JASS, municipalidades o juntas vecinales.

Con respecto a los coliformes termotolerantes, la prueba de Chi-cuadrado halló significancia estadística solo para la fuente de obtención de agua ($p < 0,05$) (Anexo 7). Se observa que el 97,4 % de las muestras analizadas proviene del agua que se colecta en la red domiciliaria, los cuales no cumplen con lo estipulado en el decreto supremo, siendo similar para el parámetro de coliformes

totales, por lo que se confirma que esa fuente provee agua no segura, probablemente por las deficiencias en su desinfección y cloración, antes de su distribución domiciliar del agua, lo que hacen que no cumplan con esos parámetros microbiológicos (Mejía y Zalada, 2019). Por otro lado, es posible que existan otros factores asociados a la red de distribución que también inciden en la falta de calidad sanitaria del agua.

Para el caso del cumplimiento del pH, la prueba de Chi-cuadrado no registra significancia estadística ($p > 0,05$) para ninguno de los aspectos de las condiciones de almacenamiento (Anexo 8), es decir ninguno influye de manera determinante sobre su valor, sabiendo que un porcentaje pequeño de muestras (15,9%) no cumple con lo estipulado en el decreto supremo de referencia. El pH de la gran mayoría de las muestras de agua oscila de 6,5 a 8,5, dentro de un rango relativamente estrecho, el cual está determinado por la concentración de iones hidrogeniones que pueden tener diferente origen, sin embargo, uno de los factores importantes es la presencia de dióxido de carbono disuelto en el agua, con el cual tiende a disminuir debido a que al hidratarse forma ácido carbónico (Roldán & Ramírez, 2008). Para el caso de aguas naturales (río, lagunas y sistemas parecidos) el factor señalado es importante haciendo que la fluctuación ocurra en rangos mucho más amplios (considerando a la fotosíntesis y la respiración como factores que influyen en la concentración del dióxido de carbono), mientras que para el agua potable almacenado y cubierto, no existe la influencia en gran medida de dicho factor.

En el aspecto de turbidez, la prueba de Chi-cuadrado halló relación con la presencia de sedimento ($p < 0,05$) tal como se muestra en el Anexo 9, se observa que el 71,4% de muestras que no cumplen con los parámetros establecidos por la presencia de sedimento y solo en 28,6% no existe sedimentos. La presencia de sedimentos en los recipientes de almacenamiento de agua es consecuencia, en gran medida de la acumulación de partículas en suspensión en la base, lo que está directamente relacionada a la turbiedad, dicha partículas pueden provenir de la misma fuente de agua o incorporarse a los recipientes bajo la forma de polvo o también la falta de limpieza y mantenimiento de los recipientes coadyuva a la presencia de sedimento (Gonzales, 2018). Es importante resaltar que la población del Asentamiento humano en estudio almacena los recipientes conteniendo agua en el patio además de no contar con recipientes adecuados y con tapa hermética, permitiendo la presencia de sedimentos generando mayor

turbidez en el agua de consumo humano, resultados que coincide con Marchand (Marchand, 2002).

En la tabla 7 se observa la frecuencia de muestras de agua para consumo humano según el cumplimiento de cloro residual (D.S. N° 031-2010-S.A) en relación con las condiciones de almacenamiento en los hogares del Asentamiento Humano "Juan Velasco Alvarado. Ninguna de las muestras colectadas en el presente estudio cumple con lo estipulado en el decreto supremo, probablemente debido a que las determinaciones no fueron llevadas a cabo en el lugar donde se hallaron los recipientes a muestrear. Si embargo, la gran mayoría de las muestras de agua presentan coliformes totales y termotolerantes, lo que ocurre debido a la no presencia de cloro residual, hecho que es común en agua almacenada, tal como lo señala Gonzales (2018), quien indica que los sistemas de almacenamiento de agua con deficiente o nula presencia de cloro residual, permite la proliferación de microorganismos patógenos, generando riesgo en la salud pública, ya que no cumple con lo establecido en el reglamento de calidad de agua para consumo humano. Por otro lado, Huayllani (2009) realizó una investigación en el mismo AA.HH. Juan Velasco Alvarado, donde registro que el 87,7% de las personas estuvieron parasitados, identificando como factor de riesgo a la carencia de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano permanente, deficiente cloración, falta de desagüe, hacinamiento, escasa cultura higiénica y pobre nivel socioeconómico.

VI. CONCLUSIONES

1. El 94,3% y el 88,6% de agua almacenada en recipientes para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado” no cumple con los parámetros de coliformes totales y coliformes termotolerantes estipulado en el D.S. N° 031-2010-S.A.
2. Según los análisis realizados en laboratorio, el 100% del agua almacenada en recipientes para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado” no cumple con la concentración de cloro residual estipulado en el D.S. N° 031-2010-S.A.
3. El 15,9% de agua almacenada en recipientes para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado” no cumple los valores de pH estipulado en el D.S. N° 031-2010-S.A.
4. El 8,0% de agua almacenada en recipientes para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado” no cumple los valores de turbiedad estipulado en el D.S. N° 031-2010-S.A.
5. La fuente de obtención de agua domiciliario es el principal factor que influye en el no cumplimiento de los parámetros de coliformes termotolerantes y coliformes termotolerantes, según el D.S. N° 031-2010-S.A., en el agua almacenada para consumo humano

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con estudios sobre calidad de agua para consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado” en periodos estacionales (lluvia y estío) los que podrían influencia en la calidad del agua almacenada
2. Realizar estudios que relacionen la calidad sanitaria del agua con la presencia de enfermedades gastrointestinales y parasitosis que permita identificar los factores determinantes.
3. Realizar estudios que permita identificar procedimientos que contribuya con mejorar la calidad sanitaria del agua almacenada para consumo humano, pudiendo ser medios de limpieza y cuidado de los recipientes, así como metodología (físicos y/o químicos) para generar agua segura.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguilar Sequeiros, O., & Navarro Alfaro, B. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancho del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017* [Tesis, Universidad Tecnológica de los Andes]. <http://repositorio.utea.edu.pe/jspui/handle/utea/130>
- Amado Camargo, M. F. (2017). *Determinación bacteriológica de la calidad del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales del Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa, Abril—Mayo 2017* [Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5890>
- Apella, M. (1998). *Microbiología de agua. Conceptos básicos*. Universidad Nacional de Tucumán.
- APHA. American Public Health Association. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Ediciones Díaz de Santos SA.
- Arcos Pulido, M. del P., Ávila de Navia, S. L., Estupiñán Torres, S. M., & Gómez Prieto, A. C. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *Nova*, 3(4), 69-79. <https://doi.org/10.22490/24629448.338>
- Arellano Díaz, J. (2002). *Introducción a la ingeniería ambiental*. Alfaomega, Instituto Politécnico Nacional.
- Atencio Santiago, H. (2018). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco-2018*. [Tesis, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/428>
- Barrenechea, A. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano*. (p. 304). Organización Panamericana de la Salud. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. CEPIS/OPS.
- Bembibre, C. (2012). *Definición de Asentamiento*. Definición ABC. <https://www.definicionabc.com/social/asentamiento.php>
- Brousett-Minaya, M., Chambi Rodríguez, A., Mollocondo Turpo, M., Aguilar Atamari, L., & Lujano Laura, E. (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno—Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 15(15), 47-68.
- Cairncross, S., Hunt, C., Boisson, S., Bostoen, K., Curtis, V., Fung, I. C., & Schmidt, W.-P. (2010). Water, sanitation and hygiene for the prevention of diarrhoea. *International Journal of Epidemiology*, 39(suppl_1), i193-i205. <https://doi.org/10.1093/ije/dyq035>
- Calsin Ramírez, K. V. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno—2016* [Tesis, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4187>
- CEPIS, & OPS/OMS. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano. Manual I: Teoría. Tomos I y II*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud.
- Chambi Choque, G. (2015). *Determinación de Bacterias Coliformes y E. Coli en Agua de Consumo Humano del Centro Poblado de Trapiche- Ananea—Puno* [Tesis, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1922>
- Chuchón, S. (2013). *Microbiología Ambiental. Manual de Prácticas*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

- Concepción Rojas, M., Moya Moya, M., Palacio Estrada, D., González González, I., Cuéllar Luna, L., González Cruz, R., & Maldonado, G. (2013). Evaluación de la calidad sanitaria del agua en comunidades urbanas de Habana Vieja (Cuba). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 13(4), 1075-1079.
- Dávila Lázaro, D. V., & Inuma Pérez, D. E. (2019). *Evaluación de las características del agua para consumo humano, en pozos tubulares y su incidencia en la salud, en los asentamientos humanos Los Olivos y Los 4 Suyos, distrito de Calleria, departamento Ucayali, 2018* [Tesis, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4248>
- Reglamento de la calidad del agua para consumo humano., n.º DS N° 031-2010-SA. (2010).
- Domínguez Mejía, E., Márquez Salgado, N., & Noriega Peralta, Y. (2013). El agua potable desde una perspectiva comunitaria del derecho fundamental en Colombia. *Erg@omnes*, 5(1), 61-74. <https://doi.org/10.22519/22157379.360>
- Domínguez-Navarrete, N., Jonis-Jiménez, M., Carrasco-Tejerina, S., Rivera-Ramírez, L., Menacho-Alvarado, A., Reyes-Gamonal, G., Cotito-Izquierdo, J., Zamora-Malpartida, C., & Vilca-Salguero, F. (2013). Perfil microbiológico del agua destinada a consumo humano de un asentamiento humano en Lima-Perú. *Revista de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Ricardo Palma*, 2, 13-17.
- Echarri, L. (1998). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Editorial Teide.
- EPA. (2003). *El agua del grifo, lo que usted debe saber*. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories EPA 816-K-03-007.
- EPA. (2007). *Reporte de calidad del agua potable*. Environmental Protection Agency. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories EPA 822-R-04-005.
- Flores Paucar, L. A. (2017). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable para consumo humano en los distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca en el año 2014* [Tesis, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4372>
- Godoy, P., Bartolomé, R., Torres, J., Espinet, L., Escobar, A., Nuin, C., & Domínguez, Á. (2011). Brote de gastroenteritis por el consumo de agua de suministro público causado por *Shigella sonnei*. *Gaceta Sanitaria*, 25(5), 363-367.
- Gómez-Gutiérrez, A., Miralles, M. J., Corbella, I., García, S., Navarro, S., & Llebaria, X. (2016). La calidad sanitaria del agua de consumo. *Gaceta Sanitaria*, 30, 63-68. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.04.012>
- Gonzales Tavera, R. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, Distrito de Yarinacocha-Región Ucayali-2018*. [Tesis]. Universidad Nacional de Ucayali.
- Herrera Manrique, A. J. (2020). *Alteraciones de la calidad bacteriológica del agua almacenada en tanques de conexiones domiciliarias, abastecidos con agua potable de Sedapal* [Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4547>
- Huayllani, M. (2009). *Factores de riesgo del enteroparásitos en el Asentamiento Humano Juan Velasco Alvarado. Mollepata. Ayacucho (2009)*. [Tesis]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Isaac-Márquez, A. P., Lezama-Dávila, C. M., Ku-Pech, P., & Tamayo-Segovia, P. (1994). Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. *Salud Pública de México*, 36(6), 655-661.

- ITINTEC. (1987). *Normas 214.003 y 214.009*. Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas.
- Jones, J. G. (1998). Calidad Microbiológica del agua: Características del problema. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental Número*, 37, 48-53.
- Jonis-Jiménez, M., Grandez-Urbina, J. A., & Domínguez-Medrano, N. (2013). Calidad de agua en asentamientos humanos: ¿cuál es la realidad? *Salud Pública de México*, 55, 3-3. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342013000100002>
- Laboratorio de control ambiental - DIGESA. (2010). *Aseguramiento de la calidad*. Dirección General de Salud Ambiental.
- Marchand Pajares, E. O. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana* [Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/809/Marchand_pe.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marcó, L., Azario, R., & Metzler, C. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 4, 72-82.
- Mejía Taboada, L. M., & Zalada Herrera, M. E. (2019). *Análisis microbiológico del agua para consumo humano de la población del Centro Poblado Pachapiriana, distrito de Chontalí, provincia de Jaén–2019* [Tesis]. Universidad Nacional de Jaén.
- Mendoza Aguilar, H. (2012). *Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de la provincia de Moyobamba-2012*. [Tesis]. Universidad Nacional de San Martín.
- Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, n.º DS. N° 004-2017-MINAM. (2017).
- Mintz, E. D., Reiff, F. M., & Tauxe, R. V. (1995). Safe Water Treatment and Storage in the Home: A Practical New Strategy to Prevent Waterborne Disease. *JAMA*, 273(12), 948-953. <https://doi.org/10.1001/jama.1995.03520360062040>
- Montánchez Pineda, L. V. (2013). *Urbanización y crecimiento poblacional del asentamiento humano: Justicia, Paz y Vida – El Tambo, Huancayo* [Tesis, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3009>
- Monteverde, M., Cipponeri, M., Angelaccio, C., & Gianuzzi, L. (2013). Origen y calidad del agua para consumo humano: Salud de la población residente en el área de la cuenca Matanza-Riachuelo del Gran Buenos Aires. *Salud Colectiva*, 9, 53-63. <https://doi.org/10.1590/S1851-82652013000100005>
- Olivas Enríquez, E., Flores Márquez, J. P., Di Giovanni, G. D., Corral Díaz, B., & Osuna Avila, P. (2013). Contaminación fecal en agua potable del Valle de Juárez. *Terra Latinoamericana*, 31(2), 135-143.
- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. (3.ª ed., Vol. 1). Organización Mundial de la Salud.
- OPS/OMS. (2002). *La salud en las Américas* (Ed. 2002, Vol. 1). Organización Panamericana de la Salud.
- Pajares, M., & Orlando, E. (2002). Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/809>

- Palomino Chaico, M. C. (2016). *Calidad de agua de consumo humano del distrito de Anco, La Mar, Ayacucho 2016*. [Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2337>
- Palomino Simbrón, C. S. (2017). *Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas de consumo humano y de riego del distrito de Luricocha de la provincia de Huanta – Ayacucho 2016 – 2017* [Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1660>
- Pérez Chanca, R. E., & Ramos Castellanos, G. (2018). *Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan grande del distrito y provincia de Huancavelica—2018* [Tesis, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2181>
- Pino Martínez, N., Tejeda Hernández, O. O., Chávez Gálvez, Z., & Rapado Viera, M. (2010). Enfermedad diarreica aguda y su relación con la calidad del agua de consumo. Bejucal 2003-2007. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 9(4), 473-479.
- Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., & Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247.
- Roldán Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (2.^a ed.). Universidad de Antioquia.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (1997). *Manual de procedimientos de análisis de agua* (Vol. 1). Laboratorio de referencia y control.
- Tarqui-Mamani, C., Álvarez-Dongo, D., Gómez-Guizado, G., Valenzuela-Vargas, R., Fernández-Tinco, I., & Espinoza-Oriundo, P. (2016). Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Revista de Salud Pública*, 18, 904-912. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n6.55008>

ANEXOS

Anexo 2. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales del D.S. N° 031-2010-S.A para coliformes totales, Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Cumple	5	5,7	5,7	5,7
Válido No cumple	83	94,3	94,3	100,0
Total	88	100,0	100,0	

Anexo 3. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales del D.S. N° 031-2010-S.A para coliformes termotolerantes, Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Cumple	10	11,4	11,4	11,4
Válido No cumple	78	88,6	88,6	100,0
Total	88	100,0	100,0	

Anexo 4. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales del D.S. N° 031-2010-S.A para pH, Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

		pH (mol/L)			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	No cumple	14	15,9	15,9	15,9
Válido	Cumple	74	84,1	84,1	100,0
	Total	88	100,0	100,0	

Anexo 5. Frecuencia de muestras de agua almacenada para consumo humano según el cumplimiento con los valores referenciales del D.S. N° 031-2010-S.A para turbidez, Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Turbidez (UNT)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	No cumple	7	8,0	8,0	8,0
Válido	Cumple	81	92,0	92,0	100,0
	Total	88	100,0	100,0	

Anexo 6. Valores de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos registrados en agua almacenada para consumo humano en 88 hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

MUESTRA	parámetros microbiológicos y fisicoquímicos					condiciones de almacenamiento								
	CTT	CT	pH	turbiedad	cloro residual	recipiente	tamaño	tiempo almacenamiento	protección	frecuencia de limpieza	sedimento	animales	lugar	tipo fuente
1	16	48	8.5	2.93	0	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	presencia	patio	casa
2	0	24	8.48	2.39	0	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
3	56	86	8.6	3.37	0.02	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
4	34	97	8.55	4.34	0	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
5	16	47	8.5	5.9	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
6	36	88	8.07	4.8	0	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
7	30	84	8.2	4.7	0	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
8	10	28	8.46	4.29	0	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	presencia	ausencia	patio	casa
9	0	22	8.5	2.55	0	plástico	mediano (10-500L)	> 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
10	78	150	8.7	4.9	0	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
11	56	98	8.76	4.53	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
12	20	56	8.8	3.18	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
13	18	33	8.58	2.52	0	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	presencia	presencia	patio	casa
14	34	98	8.52	3.08	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
15	24	92	8.34	2.94	0	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
16	14	36	8.4	2.68	0.04	plástico	grande (>500L)	> 7 días	sin tapa	> 1 mes	presencia	ausencia	cocina	casa
17	61	120	8.39	3.62	0	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	presencia	ausencia	patio	casa
18	53	136	8.86	2.78	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
19	0	30	8.3	2.54	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
20	2	34	8.35	2.21	0.03	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
21	38	112	8.23	4.18	0.02	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	presencia	ausencia	patio	casa
22	2	16	8.4	2.44	0.02	plástico	grande (>500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
23	90	194	8.29	2.91	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
24	6	90	8.38	3.74	0	otro	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
25	2	22	8.6	2.97	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
26	52	160	8.5	3.07	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
27	30	80	8.09	4.38	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa

28	0	36	8.04	2.23	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
29	42	108	8.11	3.12	0.02	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
30	78	270	8.09	4.43	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
31	2	70	8.05	5.09	0.09	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
32	0	2	8.13	3.81	0.24	plástico	pequeño (< 10L)	< 1 día	con tapa	diario	ausencia	ausencia	patio	casa
33	10	52	8.33	3.84	0.03	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
34	0	0	8.32	2.66	0.27	plástico	pequeño (< 10L)	< 1 día	con tapa	diario	ausencia	ausencia	cocina	casa
35	2	56	8.2	3.31	0.06	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
36	16	44	8.01	4.33	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
37	4	78	8.07	4.1	0.03	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
38	2	34	8.21	2.9	0.04	plástico	pequeño (< 10L)	< 1 día	con tapa	diario	ausencia	ausencia	patio	casa
39	24	80	8.14	5.13	0	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	presencia	ausencia	patio	casa
40	26	92	8.21	2.92	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
41	0	0	8.7	2.72	0.1	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	ausencia	ausencia	patio	casa
42	4	66	8.82	4.62	0.04	plástico	mediano (10-500L)	< 1 día	con tapa	diario	ausencia	ausencia	patio	casa
43	2	28	7.11	3.05	0.02	plástico	mediano (10-500L)	< 1 día	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
44	30	82	6.98	5.95	0.02	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
45	2	16	7.13	4.61	0.08	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	ausencia	ausencia	patio	casa
46	66	104	8.1	3.45	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	cocina	casa
47	48	86	7.7	3.78	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
48	40	92	8.2	6.1	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	cocina	casa
49	0	0	8.5	3.74	0.12	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	otro
50	2	8	7.9	4.97	0.1	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	presencia	ausencia	cocina	otro
51	16	34	8.2	2.64	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	sin tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
52	2	6	8.3	4.4	0.2	plástico	grande (>500L)	< 7 días	sin tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
53	4	10	8	4.93	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	sin tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
54	4	12	7.8	4.52	0.13	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
55	0	0	7.72	4.87	0.1	plástico	pequeño (< 10L)	< 1 día	sin tapa	diario	ausencia	ausencia	cocina	casa
56	8	22	8.1	4.11	0.03	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
57	0	0	8.2	4.79	0.14	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	otro
58	48	80	8.3	4.85	0.05	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
59	60	96	8.5	3.8	0.02	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa

60	2	6	8	4.3	0.03	plástico	pequeño (< 10L)	< 1 día	con tapa	diario	ausencia	ausencia	cocina	casa
61	4	18	8.4	3.96	0.17	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
62	16	76	8.7	5.45	0.07	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	sin tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
63	2	24	8.18	4.51	0.11	otro	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
64	4	10	8.55	4.74	0.09	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
65	5	15	8.22	4.21	0.11	plástico	grande (>500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
66	14	36	8.1	3.52	0.02	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
67	23	66	8.27	2.21	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
68	18	70	7.23	4.66	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
69	20	108	8.18	3.95	0.03	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
70	2	30	8.09	2.3	0.17	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	patio	casa
71	48	100	8.29	4	0.01	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	presencia	patio	casa
72	4	20	8.11	2.73	0.09	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	sin tapa	semanal	presencia	ausencia	cocina	casa
73	16	68	8.3	4.79	0	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	presencia	ausencia	patio	casa
74	2	18	8.1	3.31	0.09	plástico	mediano (10-500L)	< 1 día	con tapa	diario	ausencia	ausencia	cocina	casa
75	24	80	7.9	3.7	0.01	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	sin tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
76	8	24	7.2	4.23	0.08	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
77	22	58	7.1	4.75	0	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	con tapa	semanal	presencia	ausencia	patio	casa
78	4	18	8.7	2.72	0.12	plástico	mediano (10-500L)	< 1 día	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
79	8	22	8.1	3.21	0.03	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	casa
80	2	18	8.4	2.72	0.09	plástico	pequeño (< 10L)	< 1 día	con tapa	diario	ausencia	ausencia	cocina	casa
81	32	84	7.9	4.87	0	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	> 1 mes	presencia	ausencia	patio	casa
82	22	68	7.8	4.71	0.03	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	sin tapa	semanal	presencia	presencia	patio	casa
83	4	32	8.1	2.33	0.11	plástico	pequeño (< 10L)	< 1 día	con tapa	diario	ausencia	ausencia	patio	casa
84	12	28	7.9	4.31	0.04	plástico	mediano (10-500L)	< 7 días	sin tapa	semanal	presencia	presencia	patio	casa
85	18	42	8.2	5.32	0.03	plástico	grande (>500L)	> 7 días	con tapa	semanal	presencia	presencia	patio	casa
86	2	24	8.2	3.23	0.06	plástico	pequeño (< 10L)	< 7 días	con tapa	semanal	ausencia	ausencia	cocina	otro
87	2	16	8.3	2.91	0.08	plástico	pequeño (< 10L)	< 1 día	con tapa	diario	ausencia	ausencia	cocina	casa
88	6	22	7.4	1.93	0.12	plástico	pequeño (< 10L)	< 1 día	sin tapa	diario	ausencia	ausencia	cocina	casa

Anexo 7. Resultado del análisis de chi cuadrado de independencia de coliformes totales con las condiciones de almacenamiento del agua en los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Condiciones de almacenamiento	Prueba estadística	Coliformes Totales (UFC/100mL)
Tipo de recipiente	Chi-cuadrado	0,123
	gl	1
	Sig.	0,725 ^{a,b}
Tamaño de recipiente	Chi-cuadrado	1,202
	gl	2
	Sig.	0,548 ^{a,b}
Tiempo de almacenamiento	Chi-cuadrado	2,997
	gl	2
	Sig.	0,223 ^{a,b}
Protección de recipiente	Chi-cuadrado	0,273
	gl	1
	Sig.	0,602 ^{a,b}
Frecuencia de limpieza	Chi-cuadrado	4,312
	gl	2
	Sig.	0,116 ^{a,b}
Presencia de sedimento	Chi-cuadrado	2,883
	gl	1
	Sig.	0,090 ^a
Presencia de animales	Chi-cuadrado	0,388
	gl	1
	Sig.	0,533 ^{a,b}
Lugar de almacenamiento	Chi-cuadrado	3,826
	gl	1
	Sig.	0,050 ^a
Fuente de obtención del agua	Chi-cuadrado	15,358
	gl	1
	Sig.	0,000 ^{a,b,*}

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías en cada subtabla más interior.

*. El estadístico de Chi-cuadrado es significativo en el nivel .05.

a. Más del 20% de las casillas de la subtabla han esperado recuentos de casilla menores que 5. Los resultados del Chi-cuadrado podrían no ser válidos.

b. El recuento de casilla mínimo esperado en esta subtabla es menor que uno. Los resultados del Chi-cuadrado podrían no ser válidos.

Anexo 8. Resultado del análisis de chi cuadrado de independencia de coliformes termotolerantes con las condiciones de almacenamiento del agua en los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Condiciones de almacenamiento	Prueba estadística	Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)
Tipo de recipiente	Chi-cuadrado	,262
	gl	1
	Sig.	,608 ^{a,b}
Tamaño de recipiente	Chi-cuadrado	2,382
	gl	2
	Sig.	,304 ^a
Tiempo de almacenamiento	Chi-cuadrado	2,497
	gl	2
	Sig.	,287 ^a
Protección de recipiente	Chi-cuadrado	0,064
	gl	1
	Sig.	,800 ^a
Frecuencia de limpieza	Chi-cuadrado	3,159
	gl	2
	Sig.	,206 ^a
Presencia de sedimento	Chi-cuadrado	3,147
	gl	1
	Sig.	,076 ^a
Presencia de animales	Chi-cuadrado	0,826
	gl	1
	Sig.	,364 ^{a,b}
Lugar de almacenamiento	Chi-cuadrado	0,614
	gl	1
	Sig.	,433 ^a
Fuente de obtención del agua	Chi-cuadrado	6,211
	gl	1
	Sig.	0,013 ^{a,b,*}

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías en cada subtabla más interior.

*. El estadístico de Chi-cuadrado es significativo en el nivel .05.

a. Más del 20% de las casillas de la subtabla han esperado recuentos de casilla menores que 5. Los resultados del Chi-cuadrado podrían no ser válidos.

b. El recuento de casilla mínimo esperado en esta subtabla es menor que uno. Los resultados del Chi-cuadrado podrían no ser válidos.

Anexo 9. Resultado del análisis de chi cuadrado de independencia del pH con las condiciones de almacenamiento del agua en los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Condiciones de almacenamiento	Prueba estadística	pH (mol/L)
Tipo de recipiente	Chi-cuadrado	,387
	gl	1
	Sig.	0,534 ^{a,b}
Tamaño de recipiente	Chi-cuadrado	0,185
	gl	2
	Sig.	0,912 ^a
Tiempo de almacenamiento	Chi-cuadrado	0,041
	gl	2
	Sig.	0,980 ^a
Protección de recipiente	Chi-cuadrado	0,437
	gl	1
	Sig.	0,509 ^a
Frecuencia de limpieza	Chi-cuadrado	0,453
	gl	2
	Sig.	0,797 ^a
Presencia de sedimento	Chi-cuadrado	0,002
	gl	1
	Sig.	0,967 ^a
Presencia de animales	Chi-cuadrado	0,003
	gl	1
	Sig.	0,958 ^{a,b}
Lugar de almacenamiento	Chi-cuadrado	0,711
	gl	1
	Sig.	0,399 ^a
Fuente de obtención del agua	Chi-cuadrado	0,793
	gl	1
	Sig.	0,373 ^{a,b}

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías en cada subtabla más interior.

a. Más del 20% de las casillas de la subtabla han esperado recuentos de casilla menores que 5. Los resultados del Chi-cuadrado podrían no ser válidos.

b. El recuento de casilla mínimo esperado en esta subtabla es menor que uno. Los resultados del Chi-cuadrado podrían no ser válidos.

Anexo 10. Resultado del análisis de chi cuadrado de independencia de la turbidez con las condiciones de almacenamiento del agua en los hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. Ayacucho 2017.

Condiciones de almacenamiento	Prueba estadística	Turbidez (UNT)
Tipo de recipiente	Chi-cuadrado	,177
	gl	1
	Sig.	0,674 ^{a,b}
Tamaño de recipiente	Chi-cuadrado	2,252
	gl	2
	Sig.	0,324 ^a
Tiempo de almacenamiento	Chi-cuadrado	1,895
	gl	2
	Sig.	0,388 ^a
Protección de recipiente	Chi-cuadrado	0,022
	gl	1
	Sig.	0,882 ^{a,b}
Frecuencia de limpieza	Chi-cuadrado	1,086
	gl	2
	Sig.	0,581 ^{a,b}
Presencia de sedimento	Chi-cuadrado	4,368
	gl	1
	Sig.	0,037 ^{a,*}
Presencia de animales	Chi-cuadrado	0,667
	gl	1
	Sig.	0,414 ^{a,b}
Lugar de almacenamiento	Chi-cuadrado	0,325
	gl	1
	Sig.	0,569 ^a
Fuente de obtención del agua	Chi-cuadrado	0,362
	gl	1
	Sig.	0,547 ^{a,b}

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías en cada subtabla más interior.

*. El estadístico de Chi-cuadrado es significativo en el nivel .05.

a. Más del 20% de las casillas de la subtabla han esperado recuentos de casilla menores que 5. Los resultados del Chi-cuadrado podrían no ser válidos.

b. El recuento de casilla mínimo esperado en esta subtabla es menor que uno. Los resultados del Chi-cuadrado podrían no ser válidos.

Anexo 11. Panel fotográfico del proceso de recolección de muestras y su procesamiento.



Equipos de análisis de agua empleados



Colecta de información de recipientes



Colecta de muestras de agua



Cuantificación de coliformes totales y termotolerantes por la técnica de filtro de membrana

Anexo 12. Matriz de consistencia

TÍTULO: Influencia de las condiciones del almacenamiento en la calidad sanitaria para consumo humano en hogares del Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”, Ayacucho 2017 AUTOR: Bach. CASTRO AVILÉS, Albert Sidney ASESOR: Dr. CARRASCO BADAJOZ, Carlos Emilio					
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	
<p>¿Qué relación existe entre las condiciones del almacenamiento y la calidad sanitaria del agua almacenada para consumo humano en los hogares del Asentamiento Humano Juan Velasco Alvarado?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la relación que existe entre las condiciones del almacenamiento del agua para consumo humano y su calidad sanitaria (D.S. N° 031-2010-S.A.) en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar coliformes totales y termotolerantes según el D.S. N° 031-2010-S.A en muestras de agua almacenada para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. • Determinar el cloro residual según el D.S. N° 031-2010-S.A en muestras de agua almacenada para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. • Determinar el pH según el D.S. N° 031-2010-S.A en muestras de agua almacenada para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. • Determinar la turbidez según el D.S. N° 031-2010-S.A en muestras de agua almacenada para el consumo humano en el Asentamiento Humano “Juan Velasco Alvarado”. • Determinar la relación entre la calidad sanitaria (coliformes totales y termotolerantes, cloro residual, pH y turbidez) y las condiciones de almacenamiento del agua (tipo, tamaño, tiempo de almacenamiento, frecuencia de limpieza, lugar, protección del recipiente y fuente). 	<ul style="list-style-type: none"> • El agua • Propiedades químicas • Propiedades biológicas • Principales contaminantes del agua • Efectos en la salud de los contaminantes del agua • Enfermedades transmitidas por el agua • Calidad microbiológica del agua • Microorganismos indicadores de contaminación del agua • Cloro y el agua de consumo humano 	<p>Variables en estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de recipiente (polietileno y otros) • Tamaño de recipiente (en litros) • Tiempo de almacenamiento de agua (menor 1 día, menor a 7 días y mayor a 7 días) • Frecuencia de limpieza del recipiente (diario, semanal y mensual) • Protección de recipiente (con tapa y sin tapa) • Fuente de abastecimiento (pileta, casa y otros) • Calidad Sanitaria • Fuente de abastecimiento • Coliformes termotolerantes (UFC/100mL) • Coliformes totales (UFC/100mL) • Cloro residual (mg Cl-L-1) • pH (valor de pH) • Turbidez (UNT) 	<p>Tipo de investigación Descriptivo-correlacional, transversal, prospectivo</p> <p>Diseño de estudio No experimental</p> <p>Diseño de muestreo Aleatoriamente</p> <p>Diseño estadístico Chi-cuadrado</p>	