

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE LA POSTA DE SALUD

“SAMANA CRUZ” – CAJAMARCA, 2021

Bach.

Bach. Cáceres Martos, Yoana Lili

Bach. Martos Soriano, Victoria Elena

Asesor:

Dr. Vera Zelada Persi

Co Asesor:

Mag. Gustavo Adolfo Martínez Sovero

Cajamarca - Perú

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

**CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE LA POSTA DE SALUD
“SAMANA CRUZ” – CAJAMARCA, 2021**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título Profesional
de Ingeniero Ambiental y Prevencionista de Riesgos

Bach.

Bach. Cáceres Martos, Yoana Lili

Bach. Martos Soriano, Victoria Elena

Asesor:

Dr. Vera Zelada Persi

Co Asesor:

Mag. Gustavo Adolfo Martínez Sovero

Cajamarca - Perú

2022

COPYRIGHT © 2022 by

Cáceres Martos, Yoana Lili

Martos Soriano, Victoria Elena

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE
RIESGOS**

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL

**CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE LA POSTA DE SALUD
“SAMANA CRUZ” – CAJAMARCA, 2021**

Presidente: _____

Secretario: _____

Vocal: _____

Asesor: _____

DEDICATORIA:

A Dios quien ha sido nuestro guía, fortaleza, su mano de fidelidad y su amor han estado con nosotros hasta el día de hoy. A nuestros padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcarnos su ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está con nosotros siempre. A toda nuestra familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de nosotros mejores personas y de una u otra forma nos acompañaron en todos nuestros sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

Primero le agradecemos a Dios por ser el motor principal en nuestra vida, por acompañarnos y permitirnos confiarle nuestros anhelos con la certeza de que todo esto se iba a cumplir. Agradecemos a nuestros padres porque desde muy pequeños nos enseñaron a perseverar y luchar por nuestros sueños.

Le debemos este logro a nuestra amada universidad, la casa que nos formó a nivel intelectual y humanístico, Así mismo a todos los docentes que desde su sentido humano nos cultivaron el gusto por aprender, quienes día a día lucharon para educarnos a ser ciudadanos íntegros y humanos desde cada cátedra que nos enseñaron.

Le agradecemos especialmente al Dr. Persi Vera Zelada quien más allá de ser nuestro tutor en este proyecto, siempre estuvo en todo momento motivándonos en seguir adelante.

Este logro más que nuestro es de todos aquellos que lo hicieron posible y jamás nos alcanzarán las palabras para agradecerles, por tanto.

RESUMEN

En la presente investigación se planteó como objetivo general Determinar las características del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz”- Cajamarca 2021.

La misma que se desarrolló de manera descriptiva, no experimental – transversal y de acuerdo a la prueba de normalidad, la contrastación de hipótesis se realizó mediante la prueba no paramétrica el Test U de Mann - Whitney para muestras independientes (no pareadas).

Al realizar la comparación de los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los valores establecidos en los límites máximos permisibles, establecidos en el D.S N°. 003-2010-MINAM, los resultados del análisis estadístico muestra, que $|Z_{cal}| < Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ ($0,577 < 1,96$) y la *Sig. bilateral* $> \alpha$ ($0,282 > 0,05$); lo que permite aceptar la H_0 es decir, que el agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021 NO cumplen con lo establecido en el Decreto Supremo 003-2010-MINAM.

Palabras claves: agua residual, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

ABSTRACT

In the present research, the general objective was to determine the characteristics of the wastewater of the health post "Samana Cruz"- Cajamarca 2021.

The same that was developed in a descriptive, non-experimental – cross-sectional way and according to the normality test, the hypothesis contrast was carried out by means of the non-parametric test the Mann - Whitney U Test for independent (non-paired) samples.

When comparing the values obtained from the physicochemical and microbiological parameters with the values established in the maximum permissible limits, established in the D.S N°. 003-2010-MINAM, the results of the statistical analysis show, that que $|Z_{cal}| < Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ ($0,577 < 1,96$) and the bilateral $\text{Sig.} > \alpha$ ($0,282 > 0,05$); which allows accepting the H_0 that is, that the wastewater of the health post "Samana Cruz" – Cajamarca, 2021 do NOT comply with the provisions of Supreme Decree 003-2010-MINAM.

Keywords: waste water, physicochemical and microbiological parameters.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	12
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	13
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	13
1.4 JUSTIFICACIÓN	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS	15
2.2 BASES TEÓRICAS	17
2.2.1 <i>Posta de salud</i>	17
2.2.2 <i>Agua residual</i>	18
2.2.3 <i>Calidad de agua</i>	18
2.2.6 <i>Decreto supremo 003-2010-MINAM</i>	27
2.2.7 <i>Límite máximo permisible</i>	27
2.3 DISCUSIÓN TEÓRICA.....	28
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	29
2.4.1 <i>Agua</i>	29
2.4.2 <i>Parámetros físico-químicos</i>	29
2.4.3 <i>Límites máximos permisibles</i>	29
2.4.4 <i>Decreto supremo 003-2010-MINAM</i>	29
2.4.5 <i>Parámetros microbiológicos</i>	30
2.5 HIPÓTESIS	30
2.5.1 <i>Operacionalización de variables</i>	31
CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	32

3. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	32
3.1 UNIDAD DE ANÁLISIS, UNIVERSO Y MUESTRA	32
3.1.1 <i>Unidad de Análisis</i>	32
3.1.2 <i>Universo</i>	32
3.1.3 <i>Muestra</i>	32
3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	32
3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	33
3.4 INSTRUMENTOS	33
3.5 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS	34
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	35
4.1 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	35
INTERPRETACIÓN:	43
4.2 DISCUSIÓN:	44
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1 CONCLUSIONES	47
5.2 SUGERENCIAS	48
REFERENCIAS.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 COMPARACIÓN DE LOS COLIFORMES DE LA MUESTRA PF-001 CON LOS LMP D.S. N° 003-2010-MINAM.....	36
FIGURA 2 COMPARACIÓN DE LA DBO DE LA MUESTRA PF-001 CON LOS LMP D.S. N° 003-2010-MINAM	37
FIGURA 3 COMPARACIÓN DE LA DQO DE LA MUESTRA PF-001 CON LOS LMP D.S. N° 003-2010-MINAM	38

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR.....	28
TABLA 2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	31
TABLA 3 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA MUESTRA PF - 001 Y LOS LMP	35
TABLA 4 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA MUESTRA PF-001.....	39
TABLA 5 RESUMEN DE DESCRIPTIVOS DE LAS MUESTRAS PF-001	39
TABLA 6 PRUEBA DE NORMALIDAD DE LAS MUESTRAS PF-001	40

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento Del Problema

1.1 Descripción de la realidad problemática

Todas las personas y/o comunidades generan una serie de residuos tanto gaseosos, sólidos y líquidos. La fracción líquida de los mismos (aguas residuales), es esencialmente el agua de desecho o desprende la comunidad una vez ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, podemos definir el agua residual como la combinación de los residuos líquidos, o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales, a los que pueden agregarse, eventualmente, aguas subterráneas, superficiales y pluviales.

Las aguas residuales son cuerpos acuáticos cuyas propiedades se ven alteradas por la acción del hombre, por lo cual deben ser tratadas antes de llevarlas a un cuerpo natural o desemboquen en un drenaje. Uno de los problemas de mayor preocupación ya que no solo genera riesgos ambientales sino también da cabida a la propagación de enfermedades, son las aguas residuales generadas en centros de salud.

En Sudamérica el 70 % de las aguas residuales no reciben algún tratamiento, obstaculizando el ciclo natural del agua, principalmente por la reutilización del agua a causa de su polución. (Larios, et al., 2016, p. 3).

Los hospitales, postas y centros de salud consumen altos volúmenes de agua por día, produciendo similar cantidad de agua residual, con presencia de microorganismos patógenos, compuestos tóxicos, residuos biológicos, etc., que luego es dispuesta al agua ya sea tratada o no, colocando en riesgos la salud y supervivencia de ecosistemas acuáticos.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuáles son las características del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” - Cajamarca, 2021?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar las características del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar los valores de parámetros físico-químicos del agua residual de la posta de salud “Samana cruz” – Cajamarca, 2021.
- Analizar los valores de parámetros microbiológicos del agua residual de la posta de salud “Samana cruz” – Cajamarca, 2021.
- Comparar los valores obtenidos con la normatividad vigente (D.S. 003 – 2010 MINAM).

1.4 Justificación

Los problemas asociados a aguas residuales generadas por centros hospitalarios, son de interés mundial, ya que debido a la ausencia de tratamientos adecuados se puede dar situaciones de peligro como la propagación de múltiples enfermedades y riesgos ambientales, esto se complica aún más por la ausencia de mecanismos apropiados de tratamiento y/o neutralización de aguas residuales en la mayoría de centros de servicio médico asistencial, de manera que sus aguas residuales son descargados directamente en el sistema de alcantarillado o desagüe, acción que impacta de manera muy grave a los cuerpos naturales de agua y consecuentemente se pone en una situación de riesgo de la salud pública, pues es la manera de generar focos infecciosos que pueden desencadenar pandemias.

Es por ello que en la presente investigación se pretende determinar las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas residuales de la posta de salud “Samana Cruz” con la finalidad de poder analizar y comparar si estos valores obtenidos de los parámetros antes mencionado cumplen con la normativa vigente (D.S. 003 – 2010 MINAM).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Fundamentos Teóricos de la Investigación

2.1 Antecedentes teóricos

Macías (2020), cuya investigación tuvo por finalidad el analizar la calidad de aguas residuales del laboratorio clínico en un hospital de la ciudad de Guayaquil, donde se recolectaron muestras de los efluentes y se analizaron 6 parámetros, donde los resultados fueron: DBO5 (4545,97 mgO₂/L) y DQO (6235,43 mgO₂/L) presentando así concentraciones promedio elevadas que superaron los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana vigente; mientras que, los SST (83,6 mg/L), SS (0,18 ml/L) y pH (7) se encontraron dentro de la norma. Por su parte, el Nitrógeno Total Amoniacal pese a no formar parte en la legislación, fue un indicador de la mala calidad del agua. Lo cual concluyó que las aguas residuales provenientes de este laboratorio contienen gran cantidad de materia orgánica y existe la posibilidad de presencia de organismos patógenos, lo cual representa un riesgo para las personas y el ambiente.

Beltrán, Escudero, Córdova, & Rosero (2019), desarrollaron un estudio microbiológico para evaluar los patógenos en aguas residuales de la unidad Hospitalaria General Puyo, donde se recolectaron muestras para la realización de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, donde se identificaron una totalidad de Bacilos Gram

negativos, concluyendo así que las aguas residuales provenientes de dicha unidad hospitalaria tienen un alto porcentaje de toxicidad.

Rojas & Reyes (2018), realizaron análisis físico químicos con el fin de evaluar el comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias en la ciudad de Bluefields, los resultados mostraron que estas aguas residuales al pasar por un tratamiento sus concentraciones se encuentran en aumento, pero al ser vertidas a un cuerpo receptor, cumplen con los límites máximos permisibles, concluyendo que puede ser vertida a un cuerpo receptor natural según el decreto 21-2017, aun así se recomienda realizar una planta de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica.

Cevallos & Manoto (2019), en su trabajo titulado línea base para la propuesta técnica del mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del hospital básico de la Parroquia Shell, identificaron tres potenciales descargas de aguas residuales, proveniente del quirófano y sala de partos, la segunda del área de hospitalización y la tercera de la zona de residencia médica, determinaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos, cuyos resultados de laboratorio muestran valores menores al rango del límite exigido, cumpliendo con la Normativa Ambiental Vigente.

La investigación de Cerdeña (2021) tuvo como objetivo evaluar los residuos sólidos y aguas residuales concentrados en los centros de salud de primer nivel en Cusco, identificó puntos críticos tanto en el manejo de residuos sólidos como en la evaluación de aguas residuales, utilizando un análisis laboratorial, que como resultado mostró que los

parámetros de grasas y aceites, coliformes termotolerantes y la demanda química de oxígeno (DQO) superan los límites máximos permisibles, concluyendo que las aguas residuales presentan una baja biodegradabilidad.

(Guevara, 2019), evaluó la calidad de las aguas residuales del hospital regional docente de Cajamarca, 2019, con el objetivo de determinar sus parámetros físicos, químicos y biológicos de las ya mencionadas aguas residuales, los resultados evidenciaron que los aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO, DQO, pH, y sólidos suspendidos totales sobrepasaron de manera significativa con una concentración de 56.7 mg/L, 3500000 NMP/100mL, 390 mg/L, 583.9 mg/L, 9.2 mg/L y 304 mg/L respectivamente. Se recomienda implementar planes de Gestión Ambiental y evitar el vertimiento de forma directa a cuerpos de agua.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Posta de salud

Establecimiento de salud de menor complejidad que forma parte de la red asistencial, localizado generalmente en sectores rurales de mediana o baja concentración de población o mediana o gran dispersión, a cargo de las acciones de salud en materia de prevención, promoción, fomento, protección y recuperación de la salud, y del seguimiento de la situación de salud de las comunidades rurales.

El estudio se realizará en el Puesto de Salud de Samana Cruz, es una institución, perteneciente a la DISA-Cajamarca, Micro red Pachacútec, distrito de Cajamarca.

2.2.2 Agua residual

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2015) conceptúa a las aguas residuales como aquellas cuyas características originales fueron transformadas por la acción del hombre, las mismas que anterior a ser recicladas, vaciadas al sistema de alcantarillado o cuerpos de agua natural, requieren un procedimiento preliminar, pues su calidad se ve alterada de manera negativa.

Según Raschid-Sally & Jayakody, consideran que el agua residual es aquella cuya calidad se ha visto afectada negativamente por la intervención humana, expresada como la mezcla de los siguientes efluentes: aguas grises, aguas negras, agua de instalaciones comerciales e instituciones, efluentes industriales, aguas pluviales y tipos de escorrentía (como se citó en Macías, 2020).

2.2.3 Calidad de agua

Para todo ser vivo del planeta es esencia y muy importante el agua. Los factores que determinan su calidad son los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua, ya que estos ayudaran a determinar si dicha agua es o no apta

para el consumo humano, por ello es preciso establecer tratamientos y límites para los distintos usos del agua (Picazo, 2016).

2.2.4 Parámetros fisicoquímicos del agua residual

Las características de las aguas residuales responden al grado de afectación o contaminación, así tenemos:

- **Sólidos totales.** “Los sólidos totales del agua residual provienen del agua de abastecimiento, de uso industrial y doméstico y del agua de filtración de pozos locales y aguas subterráneas”. (Cerezo, 2011)
- **Turbidez.** “La turbidez, se mide según la transmisión de la luz en el agua, es otro ensayo utilizado para indicar la calidad del agua residual. La materia coloidal dispersa o absorbe la luz evitando así su transmisión.” (Cerezo, 2011)
- **Temperatura.** La temperatura del agua residual es generalmente más alta que la de suministro, es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática, velocidades de reacción y en la aplicación del agua a otros usos. El oxígeno es más soluble en agua fría que en caliente. El aumento de la velocidad de las reacciones químicas que supone un aumento de temperatura, junto con la disminución de oxígeno puede causar graves agotamientos en los meses de verano de las concentraciones de oxígeno disuelto. (Cerezo, 2011)

- **Color.** El agua residual reciente suele ser gris; pero cuando los compuestos orgánicos se descomponen por las bacterias, el oxígeno disuelto del agua residual se reduce a cero y el color cambia a negro. En esta condición se dice que el agua es séptica. (Cerezo, 2011)

- **Olor.** Los olores son debidos a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor desagradable, pero más tolerable que el del agua séptica. El olor se debe al sulfuro de hidrógeno producido por los microorganismos anaerobios que reducen los sulfatos a sulfitos. (Cerezo, 2011)

- **Materia orgánica.** En un agua residual de intensidad media, un 75% de los sólidos en suspensión y un 40% de los sólidos filtrables son de naturaleza orgánica. Proceden del reino animal y vegetal y de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Otros elementos importantes tales como el azufre, fósforo y hierro pueden estar también presentes. Los principales grupos de sustancias encontradas en el agua residual son las proteínas (40 a 60%), hidrocarburos (25 a 50%) y grasa y aceites (10%). La urea, principal constituyente de la orina, es otro componente orgánico importante. En función de la rapidez con que se descomponga, la urea es muy raramente encontrada en un agua residual que no sea muy reciente. También contiene pequeñas cantidades de un gran número de diferentes moléculas orgánicas sintéticas con estructura que puede variar. Ejemplos

típicos son los detergentes, fenoles y pesticidas usados en agricultura. (Cerezo, 2011)

- **Proteínas.** Son los principales componentes del organismo animal. En las plantas se encuentran en menor grado. Tienen una estructura química compleja e inestable, estando sometidas a muchas formas de descomposición. Algunas son solubles en agua y otras no. Son una composición de aminoácidos y tiene un gran peso molecular. Todas las proteínas contienen carbono y nitrógeno (alrededor del 16%). (Cerezo, 2011)
- **Glúcidos.** Incluyen azúcares, almidones, celulosa y fibras de madera. Contiene carbono, hidrógeno y oxígeno. Algunos como el azúcar son solubles en agua y otros como los almidones son insolubles. Desde el punto de vista del volumen y resistencia a la descomposición, la celulosa es la más importante. (Cerezo, 2011)
- **Grasas animales, aceites y grasas.** Las grasas animales y los aceites son cuantitativamente el tercer componente de los alimentos. El término grasa, normalmente utilizado, incluye las grasas animales, aceites, ceras y otros constituyentes que se encuentran en el agua residual. Las grasas son unos de los componentes orgánicos más estables y no se descomponen fácilmente por las bacterias. También se debe tener en cuenta los aceites lubricantes y los procedentes de materiales bituminosos usados en construcción de carreteras.

Estos aceites llegan al alcantarillado en gran cantidad procedentes de comercios, garajes y calles. Generalmente flotan, pero parte de ellos forman parte del fango. (Cerezo, 2011)

- **Detergentes.** Son compuestos tensoactivos sintéticos que llegan al agua por vertidos industriales y urbanos. Los productos contienen agentes de superficie y ayudantes. La mayoría de agentes de superficie son poco biodegradables, de cadena ramificada, como los alquilbenceno sulfatos. Los daños que ocasionan son los siguientes:

Formación de espumas que paralizan procesos de depuración natural o artificial, concentra las impurezas y pueden diseminar las bacterias y los virus.

Disminución de la absorción de oxígeno de la atmósfera y de su disolución, aunque no haya espuma, por la formación de una película aislante en la superficie.

El sabor a jabón se detecta por umbrales netamente superiores al umbral de formación de espuma. Aumento del contenido de fosfatos, procedente de los polifosfatos combinado con los agentes de superficie, que favorece la eutrofización de los lagos y del desarrollo del plancton en los ríos.

Aumento progresivo del contenido de boro procedente del perborato sódico. Los detergentes no son tóxicos para las bacterias, algas, peces, y otros organismos de un río si se mantienen en una concentración inferior a 3 mg/L. El uso de detergentes biodegradables con un contenido mínimo

de biodegradable del 80 % ha hecho que estos sean menos tóxicos, aunque su parte no biodegradable es más tóxica para los peces que los detergentes que no biodegradables. (Cerezo, 2011)

- **Fenoles y derivados.** Constituyen un índice de contaminación industrial. El problema característico es el sabor del clorofenol que aparece cuando se le añade cloro al agua, aunque haya pequeñas porciones de estos elementos. Se tiene que reducir por debajo de 0,1 e incluso hasta 0,01 µg/L. Los derivados fenólicos son biodegradables en diferente grado dependiendo de su composición. (Cerezo, 2011)
- **Pesticidas y productos químicos agrícolas.** Los pesticidas, que luchan contra los organismos nocivos para la salud o que atacan a materiales y recursos vegetales, son también perjudiciales para la salud por acumulación en las células animales y vegetales, pudiendo producir trastornos en el medio ambiente. Los pesticidas no comprenden solamente a insecticidas, etc., Sino también están formados por ciertos derivados de origen industrial como los bifenilpoliclorados. Los factores que influyen en la contaminación del agua son su solubilidad, la resistencia a la degradación física o bioquímica, la naturaleza del suelo y el volumen e intensidad de las lluvias. Los pesticidas pueden ser la causa de los malos olores y sabores. Además, tienen una acción indirecta para la desaparición del plancton, la reducción del contenido de oxígeno y la modificación del pH y del contenido de gas carbónico. Sobre los efectos en el

hombre, las intoxicaciones agudas no proceden, pero sí de forma crónica, ya que los pesticidas tienen un efecto acumulativo. (Cerezo, 2011)

- **pH.** La concentración del ion hidrógeno es un importante parámetro de calidad tanto de las aguas naturales como de las residuales. El agua residual en una concentración adversa de ion hidrógeno es difícil de tratar por medios biológicos y si la concentración no se altera antes de la evacuación, el efluente puede alterar la concentración de las aguas naturales. (Cerezo, 2011)
- **Compuestos tóxicos.** Muchos iones tienen importancia en el tratamiento y vertido de aguas residuales por su toxicidad. El cobre, plomo, plata, cromo, arsénico y boro son tóxicos en distinto grado. Afecta a los microorganismos del tratamiento biológico y les puede causar la muerte. (Cerezo, 2011)
- **Metales tóxicos.** Los vestigios de metales como el níquel, magnesio, plomo, cromo, cadmio, zinc, cobre, hierro y mercurio son importantes constituyentes de muchas aguas. Algunos de ellos son necesarios para el desarrollo de la vida biológica y en ausencia podría limitar el crecimiento de las algas. La presencia de estos metales en cantidades excesivas interferirá mucho en los usos posteriores del agua, por lo tanto, hay que evitar y controlar las concentraciones de estos metales. (Cerezo, 2011)
- **Gases.** Los más frecuentemente encontrados en el agua sin tratar son nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2), sulfuro de hidrógeno (H_2S),

amoníaco (NH_3) y metano (CH_4). Los tres primeros son gases comunes de la atmósfera y se encuentran en todas las aguas que están expuestas al aire. Los otros tres proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual. (Cerezo, 2011)

- **Sulfuro de hidrógeno.** Se forma por la descomposición de la materia orgánica que contiene azufre o por la descomposición de sulfitos y sulfatos minerales. Es un gas incoloro, inflamable, que tiene un olor característico a huevos podridos. Si se combina con hierro forma el sulfuro ferroso (SFe) y el agua se vuelve negruzca. (Cerezo, 2011)
- **Metano.** Es el principal subproducto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica. El metano es un hidrocarburo combustible, incoloro e inodoro que tiene gran valor como combustible. Normalmente no se encuentra en grandes cantidades, pero los trabajadores tendrán que estar avisados sobre el peligro de explosión. (Cerezo, 2011)
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).** El parámetro más ampliamente utilizado para determinar el contenido de materia orgánica de una muestra de agua es la demanda bioquímica de oxígeno. La DBO se mide determinando la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos (bacterias principalmente) para degradar, oxidar, estabilizar, etc. la materia orgánica. La prueba de DBO más conocida es la DBO_5 . Esta prueba se realiza incubando la muestra de agua en el laboratorio y al cabo de cinco días se mide el consumo

de oxígeno por parte de los microorganismos, y los resultados se reportan en mg/L de oxígeno consumido. (Sierra, 2011)

- **Demanda química de oxígeno (DQO).** La DQO es una prueba ampliamente utilizada para determinar el contenido de materia orgánica de una muestra de agua. A diferencia de la DBO, en esta prueba la materia orgánica es oxidada utilizando una sustancia química y no microorganismos. El dicromato de potasio constituye actualmente el mejor agente oxidante para la determinación de la DQO. Este compuesto tiene la capacidad de oxidar la gran mayoría de sustancias orgánicas, además, es fácil de determinar su concentración antes y después de la prueba lo cual hace que se pueda calcular el oxígeno consumido. Otra de las ventajas de la DQO es el poco tiempo que duración de la prueba: mientras un análisis de DBO tarda 5 días, uno de DQO demora 3 horas. (Sierra, 2011)

2.2.5 Parámetros microbiológicos

- **Coliformes totales.** La presencia de coliformes totales indica que el cuerpo de agua ha sido o está contaminado con materia orgánica de origen fecal, ya sea por humanos o animales (Sierra, 2011)
- **Coliformes termotolerantes o fecales.** Es un indicador indirecto del riesgo potencial de contaminación con bacterias de carácter patógeno, ya que las coliformes fecales siempre están presentes en las heces humanas y de los animales (Sierra, 2011)

2.2.6 Decreto supremo 003-2010-MINAM

Establece aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

2.2.7 Límite máximo permisible

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

Para la presente investigación se usó lo establecido el en DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM.

Tabla 1*Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR*

Parámetro	unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	10000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	100
Demanda química de oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6,5 – 8,5
Sólidos totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

2.3 Discusión teórica

En la investigación se determinó las características del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021. Sin embargo es pertinente mencionar que el problema con las aguas residuales y su gestión es deficiente en nuestra región y país, el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico está avanzado pero su implementación al igual que la infraestructura hidráulica no.

Existen tecnologías muy avanzadas en el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, pero es limitado el conocimiento del tratamiento de las aguas residuales hospitalarias, sin embargo, es evidente que se comporta como una amenaza constante para la salud ambiental y en consecuencia a la salud pública.

Esta situación nos muestra claramente que los procesos de tratamiento es un problema pendiente para las autoridades locales, regionales y nacionales.

2.4 Definición de términos básicos

2.4.1 Agua

El agua químicamente pura es un compuesto de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). A temperatura ambiente es un líquido incoloro, inodoro e insípido.

2.4.2 Parámetros físico-químicos

Son puntos de referencia que proporcionan información de las especies y propiedades químicas y físicas del agua. (Sacoto & Andueza, 2020)

2.4.3 Límites máximos permisibles

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental. (Ministerio del Ambiente, 2017).

2.4.4 Decreto supremo 003-2010-MINAM

Norma mediante el cual se aprueba los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o

Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional (MINAM, 2017)

2.4.5 Parámetros microbiológicos

Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano DIGESA (2011).

2.5 Hipótesis

Hi: Los valores de los parámetros del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca 2021, cumplen con los límites máximos permisibles, establecidos en el D.S N° 003-2010-MINAM

Ho: Los valores de los parámetros del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca 2021, no cumplen con los límites máximos permisibles, establecidos en el D.S N° 003-2010-MINAM

2.5.1 Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Dependiente			
Límites máximos permisibles	Concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.	Aceites y grasas Coliformes termotolerantes DBO DQO pH Sólidos totales suspendidos Temperatura	D.S. N° 003-2010-MINAM
Independiente			
Calidad del agua residual de la posta de salud "Samana Cruz"	Son valores de los parámetros físico-químicos y microbiológicos presentes en el agua	Aceites y grasas Coliformes termotolerantes DBO DQO pH Sólidos totales suspendidos Temperatura	Hojas de ensayo de laboratorio

CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3. Estrategias Metodológicas

3.1 Unidad de análisis, universo y muestra

3.1.1 Unidad de Análisis

Agua residual de la posta de salud Samana Cruz.

3.1.2 Universo

Aguas residuales hospitalarias.

3.1.3 Muestra

Volumen de agua residual suficiente para realizar los ensayos de laboratorio correspondientes y determinar los valores de los parámetros establecidos en la normativa vigente.

3.2 Métodos de investigación

El proceso de investigación es del tipo descriptivo, comparativo y con un diseño transversal, pues no se tendrá el control premeditado de ninguna de las variables y en su lugar se buscará determinar la calidad del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz”, mediante los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, en un determinado tiempo (Hernández - Sampieri & Mendoza, 2018).

Su diseño es descriptivo, por lo que se analizan parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” en un determinado período y espacio, se usó los valores de los parámetros establecidos por el D.S 003-2010-MINAM, para comparar y evaluar los resultados.

3.3 Técnicas de recolección de datos

1. Delimitación del área de estudio, selección del punto de muestreo.
2. Medición de parámetros físico-químicos in situ, haciendo uso de un multiparámetro calibrado y un balde limpio transparente para el control del pH.
3. Se realizaron ensayos de laboratorio de:
 - DBO
 - DQO
 - Numeración de coliformes totales
 - Numeración de coliformes fecales o termotolerantes
 - Sólidos totales disuelto
4. Comparación entre los resultados de los ensayos (los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos) del agua residual de la posta de salud Samana Cruz con lo establecido en el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM.

3.4 Instrumentos

- a. Multiparámetro
- b. Cuaderno de registro de campo

- c. GPS
- d. Guantes
- e. Guardapolvo
- f. Cámara
- g. Cadena de custodia
- h. Envases de muestreo
- i. Computadora
- j. Materiales de oficina

3.5 Técnicas de análisis de datos

Se empleó el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, para revisar y comprobar que los resultados adquiridos de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de la posta de salud Samana Cruz, cumplan con los LMP.

Posteriormente el análisis estadístico se desarrolló mediante el software estadístico SPSS, con la prueba Test U de Mann - Whitney.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Presentación de Resultados

El desarrollo de la investigación ameritó llevar a cabo mediciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales han sido comparados con lo establecido en los Límites máximos permisibles, establecidos en el D.S N°. 003-2010-MINAM.

4.1 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Tabla 3

Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la muestra PF - 001 y los LMP

Parámetro	unidad	Agua residual de la posta de salud “Samana Cruz”	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas – D.S. N° 003-2010-MINAM
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	24000	10000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	217,5	100
Demanda química de oxígeno	mg/L	370,9	200
pH	unidad	7,28	6,5 – 8,5

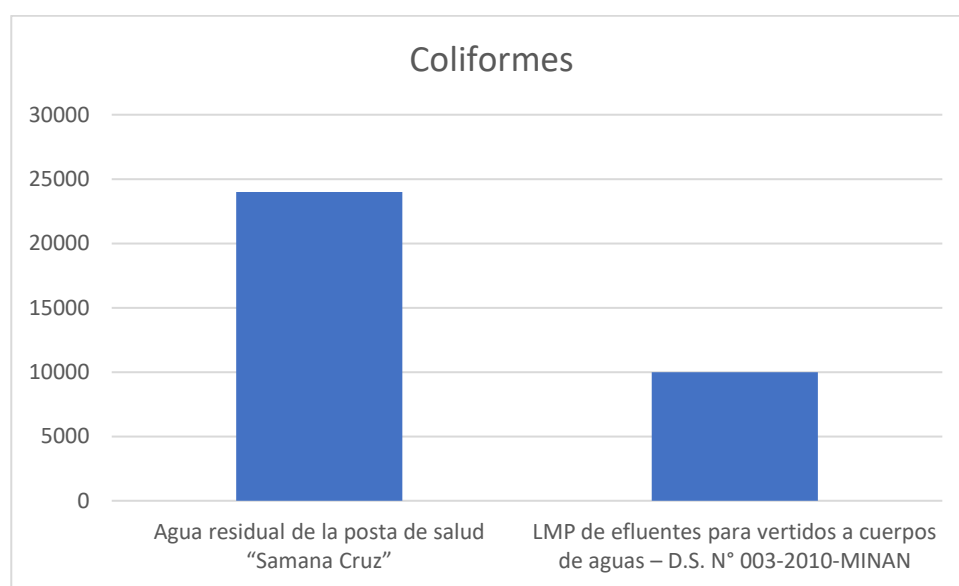
En la tabla 3 se muestran los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en los ensayos correspondientes a las características del agua residual de la posta de

salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021, de manera comparativa con los valores establecidos en el D.S. 003-2010-MINAM.

Donde se puede apreciar que los valores obtenidos de los ensayos realizados, son mayores que los establecidos en la normativa vigente, excepto para el pH donde se encuentra dentro del rango establecido por la norma antes mencionada.

Figura 1

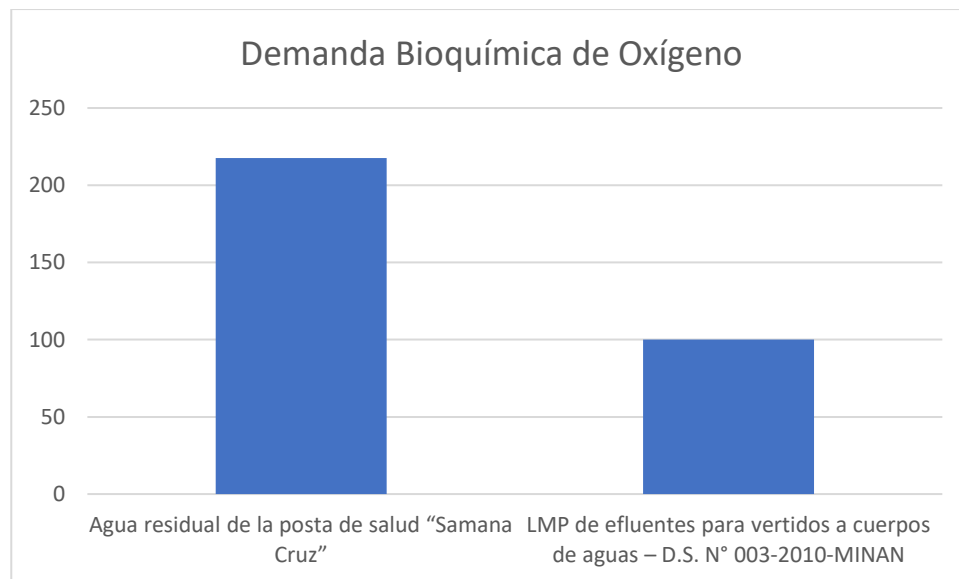
Comparación de los coliformes de la muestra PF-001 con los LMP D.S. N° 003-2010-MINAM



En la figura 1 se muestran los resultados del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz”, para coliformes termotolerantes presentados en la tabla 3 comparándolos con los valores establecidos en el D.S. 003-2010-MINAM, y se deduce que sobrepasa el rango de los LMP, incumpliendo así con la normativa antes mencionada.

Figura 2

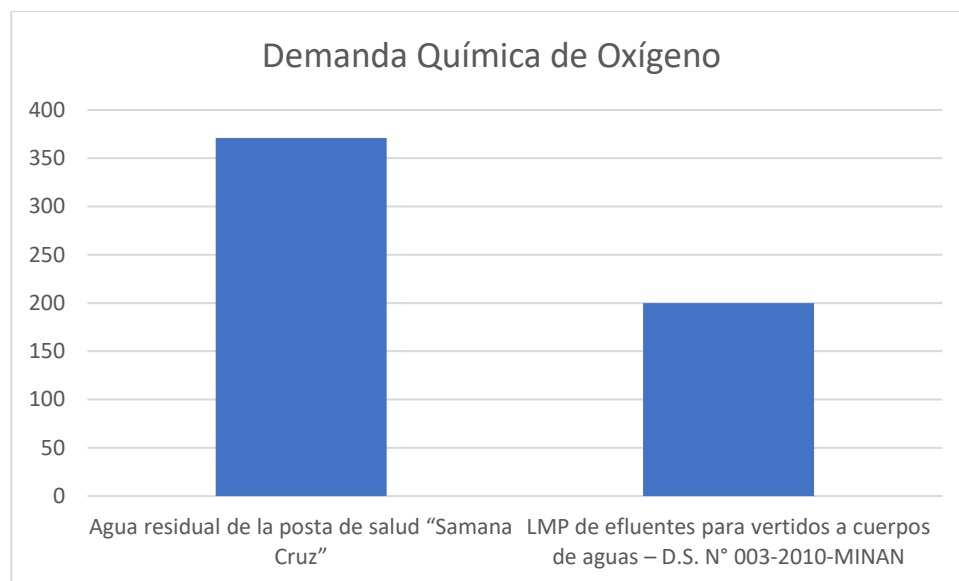
Comparación de la DBO de la muestra PF-001 con los LMP D.S. N° 003-2010-MINAM



En la figura 2 se muestran los resultados del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz”, para la demanda bioquímica de oxígeno presentados en la tabla 3 comparándolos con los valores establecidos en el D.S. 003-2010-MINAM, y es evidente que sobrepasa el rango de los LMP, incumpliendo así con la normativa antes mencionada.

Figura 3

Comparación de la DQO de la muestra PF-001 con los LMP D.S. N° 003-2010-MINAM



En la figura 3 se muestran los resultados del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz”, para la demanda química de oxígeno presentado en la tabla 3 y comparándolos con los valores establecidos en el D.S. 003-2010-MINAM, y es evidente que sobrepasa el rango de los LMP, incumpliendo así con la normativa antes mencionada.

Análisis estadístico:**Tabla 4***Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la muestra PF-001*

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PF - 001	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

La tabla 4 nos indica que los casos válidos son el 100% en la estación PF-001 de los ensayos correspondientes a las características del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021; de tal manera que no hubo datos perdidos.

Tabla 5*Resumen de descriptivos de las muestras PF-001*

Descriptivos				
			Estadístico	Error típ.
AGUAS RESID	Media		7472,8200	5561,13900
	Intervalo de confianza para la	Límite inferior	-10225,2063	
	media al 95%	Límite superior	25170,8463	
	Media recortada al 5%		6969,3956	
	Mediana		2942,0000	
	Varianza		123705067,996	
	Desv. típ.		11122,27800	
	Mínimo		7,28	
	Máximo		24000,00	
	Rango		23992,72	

Amplitud intercuartil	18378,04	
Asimetría	1,888	1,014
Curtosis	3,644	2,619

La tabla 5 nos indica datos descriptivos en la muestra PF-001 de los ensayos correspondientes a las características del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021; datos como la media, mediana, varianza, desviación estándar, etc.

Tabla 6

Prueba de normalidad de las muestras PF-001

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PF-001	,382	4	,000*	,756	4	,043

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La tabla 6 muestra que el grado de significancia (Sig.), es decir, el p valor es menor que 0,05 ($p < 0,05$); lo que indica que no siguen una distribución normal, por lo tanto, se tiene que aplicar pruebas no paramétricas, y por el número de muestras (< de 50) se considera la prueba de Shapiro - Wilk.

Contrastación de hipótesis:

De acuerdo al propósito de la presente investigación y de acuerdo a los resultados de la prueba de normalidad, la contrastación de hipótesis se realizó mediante el Test U de Mann - Whitney para muestras independientes (no pareadas) y que no cumplen el supuesto de distribución normal (normalidad); como se evidencia en este caso no se puede utilizar la prueba T Student para muestras independientes.

$$H_0: Me_1 = Me_2$$

$$H_1: Me_1 \neq Me_2$$

Estadístico de prueba:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

Donde:

n_1 = tamaño de la muestra del grupo 1

n_2 = tamaño de la muestra del grupo 2

R_1 = sumatoria de los rangos del grupo 1

R_2 = sumatoria de los rangos del grupo 2

PF-001 = datos de ensayo del agua residual de la posta de salud Samana Cruz

LMP = D.S. N° 003-2010-MINAM

Desarrollo:

PF-001	$n_1 = 4$	$R_1 = 20$	$U_1 = 6,0$
LMP	$n_2 = 4$	$R_2 = 16$	$U_2 = 10,0$

$$U = \min (U_1, U_2)$$

$$U = 6$$

Mediante la aproximación a una distribución normal estándar, con media = 0 y varianza = 1;
mediante la siguiente fórmula:

Z estandarizado:

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}} \sim N(0,1)$$

$$Z_{cal} = -0,577$$

probabilidad $\alpha = 0,05$

Valor crítico: $Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$

Por teoría debemos rechazar la H_0 si: $|Z_{cal}| > Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$

Entonces: $0,577 < 1,96$

Por lo tanto, NO se rechaza la H_0

Y para confirmar el NO rechazo de la H_0 se realiza el cálculo del p-valor (significancia bilateral).

Que por teoría se recomienda rechazar la H_0 , siempre que:

$$Sig.bilateral < \alpha$$

$$Sig.bilateral = 0,282$$

$$\alpha = 0,05$$

Entonces: $0,282 > 0,05$

Por lo tanto, NO se rechaza la H_0 se acepta.

Interpretación:

Se puede notar que el valor absoluto del Z calculado ($|Z_{cal}|$), es menor que el valor crítico $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$;

es decir que: $|Z_{cal}| < Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ lo que por teoría nos permite aceptar la hipótesis nula, y para

confirmar esta premisa se evidencia que la significancia bilateral (sig. bil) o p-valor es mayor que

α es decir que $Sig.bilateral > \alpha$.

Esto significa que para los propósitos de la presente investigación se acepta la H_0 : “Los valores de los parámetros del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca 2021, no cumplen con los límites máximos permisibles, establecidos en el D.S N° 003-2010-MINAM”; condición que nos permite considerar rechazar la H_1 : *Los valores de los parámetros del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca 2021, cumplen con los límites máximos permisibles, establecidos en el D.S N° 003-2010-MINAM.*

4.2 Discusión:

De acuerdo a los valores obtenidos en los diferentes parámetros analizados y el respectivo análisis estadístico en la presente investigación, se puede deducir que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no cumplen con la normativa vigente, es decir, que superan ampliamente los rangos de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el D.S N°. 003-2010-MINAM excepto el valor del pH que se encuentra en dentro del rango; en relación a los parámetros fisicoquímicos nuestros hallazgos se condicen con Macías (2020), cuya investigación tuvo por finalidad el analizar la calidad de aguas residuales del laboratorio clínico en un hospital de la ciudad de Guayaquil, donde se recolectaron muestras de los efluentes y se analizaron 6 parámetros, donde los resultados fueron: DBO₅ (4545,97 mgO₂/L) y DQO (6235,43 mgO₂/L) presentando así concentraciones promedio elevadas que superaron los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana vigente.

También dentro de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos nuestros datos indican que las aguas residuales de la posta de salud de Samana Cruz superan los valores establecidos en los LMP, lo que coincide con la investigación de Cerdeña (2021) quien identificó puntos críticos tanto en el manejo de residuos sólidos como en la evaluación de aguas residuales en los centros de salud del Cusco, como resultado mostró que los parámetros de grasas y aceites, coliformes termotolerantes y la demanda química de oxígeno (DQO) superan los límites máximos permisibles, concluyendo que las aguas residuales presentan una baja biodegradabilidad. Lo que se ratifica por Guevara (2019),

evaluó la calidad de las aguas residuales del hospital regional docente de Cajamarca, 2019, con el objetivo de determinar sus parámetros físicos, químicos y biológicos de las ya mencionadas aguas residuales, los resultados evidenciaron que los aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO, DQO, pH, y sólidos suspendidos totales sobrepasaron de manera significativa a lo establecido por la normativa vigente.

En relación a los parámetros a los parámetros microbiológicos coinciden con lo establecido por Beltrán, Escudero, Córdova, & Rosero (2019), quienes desarrollaron un estudio microbiológico para evaluar los patógenos en aguas residuales de la unidad Hospitalaria General Puyo, donde se recolectaron muestras para la realización de análisis microbiológico, donde se identificaron una totalidad de Bacilos Gram negativos, concluyendo así que las aguas residuales provenientes de dicha unidad hospitalaria son altamente infectocontagiosas por la concentración microbiológica.

Nuestros resultados obtenidos, también se contradicen con lo establecido por Rojas & Reyes (2018), quienes realizaron análisis fisicoquímicos con el fin de evaluar el comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias en la ciudad de Bluefields, los resultados mostraron que estas aguas residuales al pasar por un tratamiento sus concentraciones se encuentran en aumento, pero al ser vertidas a un cuerpo receptor, cumplen con los límites máximos permisibles, concluyendo que puede ser vertida a un cuerpo receptor natural, pero aun así se recomienda realizar una planta de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica.

Finalmente, Cevallos & Manoto (2019), en su trabajo titulado línea base para la propuesta técnica del mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del hospital básico de la Parroquia Shell, identificaron tres potenciales descargas de aguas residuales, proveniente del quirófano y sala de partos, la segunda del área de hospitalización y la tercera de la zona de residencia médica, determinaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos, cuyos resultados de laboratorio muestran valores menores al rango del límite exigido; contradiciendo a nuestros hallazgos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021, logrando determinar el incumplimiento de los límites máximos permisibles, establecidos en el Decreto Supremo 003-2010-MINAM.
- Se determinó los valores de los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH = 7,28 Und pH; DBO = 217,5 mg/L; DQO = 370,9 mg/L.
- Se determinó los valores de los siguientes parámetros microbiológicos: coliformes termotolerantes = 24000 NMP/100mL.
- Al realizar la comparación de los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los valores establecidos en los límites máximos permisibles, establecidos en el D.S N°. 003-2010-MINAM, los resultados del análisis estadístico muestra, que $|Z_{cal}| < Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ ($0,577 < 1,96$) y la *Sig. bilateral* $> \alpha$ ($0,282 > 0,05$); lo que permite aceptar la H_0 es decir, que el agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021 NO cumplen con lo establecido en el Decreto Supremo 003-2010-MINAM.

5.2 Sugerencias

- Se sugiere a docentes investigadores, pregraduados y postgraduados continuar con las investigaciones sobre la calidad de agua residuales hospitalarias.
- A las autoridades encargadas implementar sistemas que garanticen el cumplimiento de los LMP de acuerdo al Decreto Supremo 003-2010-MINAM.

Referencias

- Beltrán, A., Escudero, M., Córdova, S., & Rosero, C. (2019). *Monitoreo microbiológico para la gestión ambiental de agua residual hospitalaria*. Ciencia Digital, 3, 342-353.
- Cerdeña, K. (2021). *Evaluación de los residuos sólidos y aguas residuales de los centros de salud de primer nivel de atención de la ciudad de Cusco*. . Universidad Nacional del Altiplano: Puno-Perú.
- Cerezo, L. (2011). *Estación depuradora de las aguas residuales*. Barcelona - España: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Cevallos, M., & Manoto, J. (2019). *Línea base para la propuesta técnica del mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del hospital básico de la Parroquia Shell*. Escuela Politécnica Nacional: Quito - Ecuador.
- Guevara, N. (2019). *Evaluación de la calidad de las aguas residuales del Hospital Regional Docente de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Hernández - Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación - Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial Mc Graw Hill Education.
- Macías, G. (2020). *Análisis de la calidad de las aguas residuales del laboratorio clínico en un hospital de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Mamani, A. (2021). *Calidad del agua para uso recreativo de contacto directo de tres piscinas de la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14822/Mamani_Nahuincha_Alex_Dayby.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MINAM. (2010). Ciudadanía ambiental guía educación en ecoeficiencia. *Revista MINAM 02*, 66. Obtenido de https://issuu.com/ecolegios/docs/ciudadania_ambiental_-_gu__a_educac

Ministerio del Ambiente. (7 de junio de 2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. *El Peruano*.

OEFA. (2015). *Situación de las aguas residuales en el Perú*. Lima: MINAM.

Picazo, M. (2016). La importancia de la calidad del agua. *Ecoavant*, 1-2.

Rojas, K., & Reyes, J. (2018). *Comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias en la ciudad de Bluefields durante el año 2018*. Bluefields - Nicaragua: Bluefields Indian - Caribbean University.

Sacoto, D., & Andueza, F. (2020). Microbiología del agua termal del balneario Ilaló. Pichincha, Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 1(1), 18-25.

Sierra, C. (2011). *Calidad de agua - evaluación y diagnóstico*. Bogotá - Colombia: Digiprint Editores E.U.